ISSN 1606-612X

ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR LEBENSMITTEL-
VETERINÄR- UND AGRARWESEN

„Landwirtschaft, Lebensmittel und Veterinärmedizin – - Zukunft der Forschung in Österreich”

Tagungsbericht 2011

BERICHT

ALVA – Jahrestagung 2011

„Landwirtschaft, Lebensmittel und Veterinärmedizin –
Zukunft der Forschung in Österreich“

23. – 24. Mai 2011

Tagungsort:

Bildungshaus Raiffeisenhof
Krottendorferstrasse 81
8052 Graz
Tel: 0316/8050-7111
Fax: 0316/8050-7151
http://www.raiffeisenhof.at

Impressum

Herausgeber
Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel-, Veterinär- und Agrarwesen
Präsident
Univ.-Doz. Dr. Gerhard Bedlan
Für den Inhalt verantwortlich
Die Autoren
Zusammengestellt von
Mag. Astrid Plenk
Druck
RepaCopy Wien DC, Triesterstraße122, 1230 Wien

© 2010 Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel-, Veterinär- und Agrarwesen

ISSN 1606-612X

Vorwort

Die ALVA-Jahrestagung findet in ihrer Geschichte erst das dritte Mal in Graz statt, nach 1984 und 1996. Gab es 1984 kein Tagungsmotto, so wurde 1996 den Spezialkulturen in der Landwirtschaft großer Raum gewährt. Das diesjährige Tagungsmotto „Landwirtschaft, Lebensmittel und Veterinärmedizin – Zukunft der Forschung in Österreich" trägt auch dem breiteren Themenspektrum der ALVA Rechnung. Hierfür konnten vier hervorragende Plenarvortragende gewonnen werden.

Die Herausforderungen für die Agrar- und Lebenswissenschaften sind vielfältig und zahlreich. Ziele müssen sein, die Effizienz der Ressourcennutzung deutlich zu verbessern, neue Technologien, „Grüne Chemie", nachhaltige Produktionsverfahren und vieles mehr. Nutrigenomics wird zu einer neuen Entwicklung von Lebensmitteln führen und auch die Nanotechnologie schafft völlig neue Möglichkeiten, vor allem im Verpackungsbereich von Lebensmitteln. Entsprechend ausgerichteter Forschung bedarf es auch für die Gewährleistung stetig steigender Mengen an gesunden Lebensmitteln, die von gesunden Tieren gewonnen werden, natürlich in einer nachhaltig geschützten Umwelt. Hierzu bedarf es aber auch Anreizen, vor allem finanzieller Natur, eine Forschung ohne Grenzen, eine europaweite Koordination einzelner nationaler Forschungsprogramme und –strategien. Es ist damit gelungen, die Themen der Plenarveranstaltung der diesjährigen ALVA-Tagung im weiten Bogen vom Stand der Forschung und deren Zukunftsperspektiven in Österreich von der Agrarproduktion, Nutztierhaltung zu den daraus gewonnen Lebensmitteln bis zu den Rahmenbedingungen hierzu zu spannen.

Die ALVA mit ihren Fachgruppen versteht sich schon aus ihrer Bezeichnung heraus als Plattform diese Themen zu präsentieren und zu diskutieren, sowohl auf wissenschaftlicher als auch populärwissenschaftlicher Basis.

Erstmals vergibt die ALVA auch einen Forschungspreis für eine hervorragende Dissertation und einen Förderpreis für eine ausgezeichnete Diplomarbeit auf jenen Gebieten, die von der ALVA vertreten werden. Damit schließt die ALVA an die Tradition des ersten Verbandes landwirtschaftlicher Versuchsstationen in Österreich (1910-1918) an. Diese Preise sollen nun fortlaufend jedes Jahr zur Jahrestagung der ALVA verliehen werden. Die PreisträgerInnen haben hierbei auch die Gelegenheit ihre Arbeiten dementsprechend zu präsentieren.

Die in den Fachgruppensektionen behandelten Themen werden in gewohnter Weise als Vorträge und Poster präsentiert. Punktuell werden Schwerpunkte gesetzt, in denen Fachgruppen neue Wege beschreiten wollen, so zum Beispiel in der Phytomedizin und Organischen Spurenanalytik.

Abschließend ein herzliches Dankeschön an die Mitglieder des Vorstandes der ALVA und den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern für die organisatorische Arbeit sowie den Autorinnen und Autoren der Beiträge.

Univ.-Doz. Dr. Gerhard Bedlan
Präsident der ALVA

Inhaltsverzeichnis

ALVA FORSCHUNGSPREIS & ALVA-FÖRDERPREIS

TOWARDS THE DEVELOPMENT OF A NOVEL BIOLOGICAL FEED ADDITIVE FOR ZEARALENONE DEGRADATION: ISOLATION, STRUCTURAL ELUCIDATION AND QUANTIFICATION OF BIOTRANSFORMATION-PRODUCTS

ELISAVET VEKIRU, CHRISTIAN HAMETNER, RUDOLF MITTERBAUER, JUSTYNA RECHTHALER, GERHARD ADAM, GERD SCHATZMAYR, RUDOLF KRSKA AND RAINER SCHUHMACHER 15

VALIDIERUNG UND ANWENDUNG EINER AUF LC-MS/MS BASIERENDEN MULTI-METHODE ZUR BESTIMMUNG VON MYKOTOXINEN IN ROSINEN UND VERSCHIEDENEN NÜSSEN

ELISABETH VARGA, MICHAEL SULYOK, RAINER SCHUHMACHER UND RUDOLF KRSKA 23

VORTRÄGE

HERAUSFORDERUNGEN FÜR DIE AGRAR- UND LEBENSWISSENSCHAFTEN – FORSCHUNG FÜR DIE ZUKUNFT

MARTIN H. GERZABEK 29

VETERINÄRMEDIZIN: VOM TIER BIS ZUR VOLKSGESUNDHEIT – FORSCHUNG IM WANDEL

PETRA WINTER 33

ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNG IM EUROPÄISCHEN NETZWERK

ELFRIEDE FUHRMANN 36

FORSCHUNGSTENDENZEN IN DER LEBENSMITTELWISSENSCHAFT

WERNER PFANNHAUSER 40

AUSWIRKUNG EINER BIO- UND KOMBINIERTEN IP-BIO SOMMER PFLANZENSCHUTZSTRATEGIE AUF FRUCHTQUALITÄT UND PFLANZENSCHUTZMITTELRÜCKSTÄNDE BEI ALTEN APFELSORTEN

LOTHAR WURM UND THOMAS RÜHMER 47

EINFLUSS DES ERNTEZEITPUNKTS UND DER LAGERUNG AUF DEN TRÜBUNGSGEHALT NATURTRÜBER APFELSÄFTE

ELKE SOPHIE GROLL UND MANFRED GÖSSINGER 50

DIE INNERE QUALITÄT DER ERDBEERE IN ABHÄNGIGKEIT VON HERKUNFT, SORTE, ERNTEZEITPUNKT UND REIFE

MANFRED GÖSSINGER, JULIA GRÜNEWALD, CLAUDIA KAMPL, SYLVIA WENDELIN, KARL STICH UND EMMERICH BERGHOFER 53

PLANT GROWTH-PROMOTING BACTERIA (PGPB): EINE INNOVATIVE METHODE ZUR BIOLOGISCHEN KONTROLLE VON *FUSARIUM* SPP. AN SPARGEL?

JULIA-KRISTIN PLATE, ALEXANDRA SCHOLZ, MONIKA GOßMANN, MARTINA BANDTE UND CARMEN BÜTTNER 56

INTERAKTIONEN VON PFLANZENPATHOGENEN PILZEN UND ARBUSKULÄREN MYKORRHIZAPILZEN IN DER RHIZOSPHÄRE

SIEGRID STEINKELLNER, KARIN HAGE-AHMED, HORST VIERHEILIG 59

UNTERSUCHUNGEN ZUM PHYTOSANITÄREN RISIKO BEI DER ANAREOBEN VERGÄRUNG PFLANZLICHER BIOMASSEN IN BIOGASANLAGEN

YVONNE SCHLEUSNER, MARTINA BANDTE, JAKOB MÜLLER, MONIKA GOßMANN, MAGDALENE PIETSCH, BERND RODEMANN, KERSTIN FLATH, PETRA MÜLLER, MONIKA HEIERMANN, MATTHIAS PLÖCHL UND CARMEN BÜTTNER 61

EINSATZ NEMATODENTOLERANTER SORTEN IM ÖSTERREICHISCHEN ZUCKERRÜBENANBAU

GERHARD SIGL, FRIEDRICH KEMPL UND HERBERT EIGNER 64

ESCA – EINE AKTUELLE PILZKRANKHEIT IM ÖSTERREICHISCHEN WEINBAU

BARBARA SCHILDBERGER 67

UNTERSUCHUNGEN ZUM ERTRAGSVERHALTEN DER SORTE FUJI/M9 IN HINBLICK AUF MÖGLICHE AUSWIRKUNGEN AUF DIE ABBUNDANZ VON ROSTMILBENPOPULATIONEN

MANFRED WOLF 70

AUFNAHME UND RÜCKHALT DES SPRENGSTOFFS HEXAHYDRO-1,3,5-TRINITRO-1,3,5-TRIAZIN (RDX) DURCH ROTFICHTEN (*PICEA ABIES*)

JAKOB O. MUELLER, BERND SCHOENMUTH, DETLEF SCHENKE, CARMEN BÜTTNER UND WILLFRIED PESTEMER 72

BIENENSCHUTZ IN BADEN-WÜRTTEMBERG – KONTROLLE DER BEHANDLUNGSFLÜSSIGKEITEN AUF BIENENTOXISCHE WIRKSTOFFE ODER WIRKSTOFFKOMBINATIONEN

ARMIN TRENKLE 75

PFLANZENSCHUTZMITTELRÜCKSTÄNDE IN BIO-SAATGUT

THOMAS NAGEL UND ARMIN TRENKLE 78

ANALYTIK VON GLYPHOSAT – STATUS QUO UND NEUE ENTWICKLUNGEN

AXEL MENTLER, S. HAAN, P. KNITTL, G. KÖLLENSPERGER, C. LESUEUR UND M. SIEGHARDT 81

IMPACT OF DIFFERENT IODINE SUPPLEMENTATION AND IODINE SOURCE IN FEED OF FINISHING PIGS ON THE OXIDATIVE STATUS OF SELECTED TISSUES

QIMENG LI, CHRISTIANE MAIR, KARL SCHEDLE UND WILHELM WINDISCH 84

WATER FOOTPRINT – EIN BEITRAG ZUR NACHHALTIGKEITSBEWERTUNG AM BEISPIEL DER MILCHERZEUGUNG IN ÖSTERREICH

STEFAN HÖRTENHUBER, THOMAS LINDENTHAL UND ERWIN SCHMID 87

SPURENELEMENTE IN KÄSE – RELEVANZ FÜR ERNÄHRUNG, SORTE UND HERKUNFT

MANFRED SAGER 90

DIE ÖSTERREICHISCHE BODENSYSTEMATIK 2000 IN DER REVIDIERTEN FASSUNG VON 2011

OTHMAR NESTROY 93

ELEKTROPHORESE MIT ORGANISCHER BODENSUBSTANZ – EINE METHODENENTWICKLUNG ZUR EVALUIERUNG VON ORGANISCHEN BODENSUBSTANZEN

MICHAEL TATZBER, SABINE KLEPSCH, FRANZ MUTSCH, GERHARD SOJA, ERNST LEITGEB, MICHAEL ENGLISCH, THOMAS REICHENAUER, HEIDE SPIEGEL UND MARTIN H. GERZABEK 95

MODELLE ZUR BEWERTUNG VON STOFFGEHALTEN IM BODEN AUF BASIS DER FRAKTIONIERTEN ANALYSE

HANS UNTERFRAUNER, IVONETA DIETHART, WILFRIED WENZL UND ROBERT PETICZKA 98

ÖPUL-EVALUIERUNG - WIRKSAMKEIT VON ÖPUL-MAßNAHMEN ZUR VERMEIDUNG VON BODENVERDICHTUNG

ERWIN MURER UND ANDREAS BAUMGARTEN 101

ENTWICKLUNG BODENHYDROLOGISCHER BASISKARTEN FÜR NIEDERÖSTERREICH

RITA STURMLECHNER, ALEXANDER EDER, PETER STRAUSS, KLAUS KLEEBINDER UND BERNADETTE SOTIER 104

EINFLUSS VERSCHIEDENER BODENBEARBEITUNGSVARIANTEN FÜR DIE ZWISCHENFRUCHTBEGRÜNUNG AUF OBERFLÄCHENABFLUSS UND BODENABTRAG

ROSEMARIE HÖSL UND PETER STRAUSS 107

CONSEQUENCES OF CLIMATE CHANGE ON ECOSYSTEM FUNCTIONS, WATER BALANCE, PRODUCTIVITY AND BIODIVERSITY OF AGRICULTURAL SOILS IN THE PANNONIAN AREA.

HELENE BERTHOLD, ANDREAS BAUMGARTEN, FRANZ HADACEK, GERT BACHMANN, ALEXANDER BRUCKNER, JANET WISSUWA, JOHANN ZALLER, ERWIN MURER, JOHANNES HÖSCH, BARBARA KITZLER UND KERSTIN MICHEL 110

ARSEN IN FUTTERMITTEL – EINE GEFAHR FÜR DEN KONSUMENTEN?

JÜRGEN SCHEER UND WALTER GOESSLER 111

ANALYSE VON ELEMENTEN GERINGER BIOLOGISCHER WECHSELWIRKUNG IN PFLANZEN, FUTTERMITTELN UND LEBENSMITTELN

MANFRED SAGER 114

ERWEITERUNG DER WEENDER-ANALYSE MIT DEM CORNELL-SYSTEM UND NIRS

WILFRIED WENZL, BARBARA STEINER UND LUCIA HABERL 117

DIE ANALYTIK DER SOJABOHNE – BESTIMMUNG DER TRYPSININHIBITORAKTIVITÄT

IRMENGARD STRNAD 118

EINFLUSS VON PHYTOGENEN FUTTERMITTELZUSÄTZEN AUF LEISTUNGSPARAMETER BEI MASTLÄMMERN

FERDINAND RINGDORFER, REINHARD HUBER UND JULIA FORSTER 121

DIE STOFFWECHSELSITUATION VON MILCHKÜHEN IM GEBURTSNAHEN ZEITRAUM IN ABHÄNGIGKEIT DER ENERGIEVERSORGUNG

MARCUS URDL, LEONHARD GRUBER, WALTER OBRITZHAUSER, JOHANN GASTEINER, JOHANN HÄUSLER UND ANTON SCHAUER 124

FUTTERWERT UND MILCHERZEUGUNGSWERT VON WIESENFUTTER IN ABHÄNGIGKEIT VOM VEGETATIONSSTADIUM

LEONHARD GRUBER, ANTON SCHAUER, JOHANN HÄUSLER, MARCUS URDL, ANDREA ADELWÖHRER UND KARL-HEINZ SÜDEKUM 127

EINSATZMÖGLICHKEITEN VON DDGS (TROCKENSCHLEMPE) IN DER BROILERMAST

KARL SCHEDLE 130

EINFLUSS VERSCHIEDENER PROZESSFAKTOREN AUF DIE TRUBSTABILITÄT VON KAROTTENSAFT

KARL KARIGL, MANFRED GÖSSINGER UND EMMERICH BERGHOFER 133

WEINENZYME – PRODUKTION UND DEREN KONSEQUENZEN FÜR DIE WEINBEREITUNG

ILONA SCHNEIDER 136

EINFLUSS VON WEINBEHANDLUNGSMITTELN, PH-WERTÄNDERUNGEN UND DRUCKSTÖßEN AUF DAS FILTRATIONSVERHALTEN VON (ROT)WEIN.

HARALD SCHEIBLHOFER, ROBERT STEIDL, CHRISTOPH DETZ, MARTIN PRINZ, HERBERT WEBER UND CHRISTOPHER SENGL 139

VERÄNDERUNGEN IN DER DESTILLATZUSAMMENSETZUNG VON OBSTBRÄNDEN DURCH DESTILLATION UNTER VERMINDERTEM DRUCK

WALTER BRANDES UND STEFAN NAUER 142

UNTERSUCHUNGEN HINSICHTLICH DER SENSORISCHEN WAHRNEHMUNG VON ACETALDEHYD IN DESTILLATEN

BERND INNTHALER, MANFRED GÖSSINGER UND EMMERICH BERGHOFER 145

THE CONTENT OF COPPER (Cu^{2+}) IONS IN WINE AND THEIR INFLUENCE ON WINE AROMA

TATJANA KOŠMERL, HELENA PROSEN, VOJMIR FRANCETIČ, LEA GAŠPERLIN AND DENIS RUSJAN 148

VORKOMMEN VON GEOSMIN IN ÖSTERREICHISCHEN TRAUBEN UND WEINEN

REINHARD EDER, STEFAN NAUER, GEORG WEINGART UND WALTER BRANDES 151

CARNOBAKTERIEN IM WEIN - METHODEN ZUR IDENTIFIZIERUNG VON EINEM HEFEN- UND BAKTERIENISOLATES AN GH140 IN DER WEINBEREITUNG

KARIN MANDL, KATHARINA MUMM UND ALEXANDER PRANGE 154

EXTREME WEINJAHRE SEIT DEM 16. JAHRHUNDERT UND IHRE BEZIEHUNG ZUM KLIMA

ELISABETH KOCH; CHRISTIAN MAURER; CHRISTA HAMMERL; TERESA HAMMERL UND ELFRIEDE POKORNY 157

HOLZKRANKHEITEN DER REBE: SYMPTOME, BIOLOGIE, PHYSIOLOGIE UND MÖGLICHE BEKÄMPFUNGSANSÄTZE.

WOLFGANG SCHWEIGKOFLER 160

DETEKTION VON MILCHSÄUREBAKTERIEN IM WEIN MITTELS MIKRO- UND MOLEKULARBIOLOGISCHER METHODEN

SIGRID MAYRHOFER, DOBROSLAVA LEHNER, MARKUS WALZER, RAPHAELA FILIPP, WOLFGANG KNEIFEL UND KONRAD J. DOMIG 163

ISOLIERUNG VON VTEC (VEROTOXIN BILDENDEN E. COLI) AUS RINDERN UND SCHAFEN: EIN METHODENVERGLEICH

TANJA URBANKE, PETER MUCH UND HEIMO LASSNIG 166

PRAKTISCHE EVALUIERUNG EINER REAL TIME-PCR-METHODE ZUR DETEKTION VON SALMONELLA SP. AUS MATERIAL DER GEFLÜGELPRIMÄRPRODUKTION

THOMAS PÖLZLER UND HEIMO LASSNIG 169

REPTILIEN – ETWAS ANDERE HAUSTIERE

GABRIELE ROMANEK 172

SALMONELLEN IN FUTTERMITTELN MIT EINEM AKTUELLEN BEISPIELSFALL

ANDREAS ADLER, VERONIKA KOLAR, CHRISTIAN KORNSCHOBER, PETER KIROJE UND FRANZ GLÖSMANN .. 175

GRUNDLAGENSTUDIEN ZUR ERHEBUNG DER SALMONELLENPRÄVALENZ IN ÖSTERREICHISCHEN GEFLÜGEL- UND SCHWEINEBETRIEBEN: ERGEBNISSE UND KONSEQUENZEN.

HEIMO LASSNIG, PETER MUCH, HARALD SCHLIESSNIG, ELFRIEDE ÖSTERREICHER, KLAUS KOSTENZER, CHRISTIAN KORNSCHOBER UND JOSEF KÖFER 178

SALMONELLENBEKÄMPFUNG IN DER GEFLÜGELPRODUKTION – AKTUELLES ZU DEN RECHTLICHEN RAHMENBEDINGUNGEN

PETER PLESS 181

AUSGEWÄHLTE SANIERUNGSMETHODEN FÜR SCHWERMETALLBELASTETE BÖDEN

CSABA GYURICZA UND PETER LIEBHARD 184

ELEMENTANALYSE VON ABFÄLLEN AUS DER GRÜNEN TONNE EINER LANDESHAUPTSTADT

MANFRED SAGER 187

NÄHRSTOFFSPEICHERUNG UND BIOMASSEBILDUNG VON ZWISCHENFRÜCHTE IN DER OBERIRDISCHEN PFLANZENMASSE – VERSUCHE AUS OBERÖSTERREICH

THOMAS ÜBLEIS, CHRISTOPH RECHBERGER UND CHRISTIAN REICHINGER 190

NÄHRSTOFFVERSORGUNG, SÄUREGRAD UND HUMUSGEHALT DER ACKERBÖDEN ÖSTERREICHS – STATUS UND ZEITLICHE ENTWICKLUNG – ÜBERBLICK DER ERGEBNISSE AUS STUDIEN ZUR EVALUIERUNG DES ÖPUL, SCHUTZGUT BODEN

GEORG DERSCH 193

CHANCEN UND RISKEN EINER ANWENDUNG VON BIOCHAR AUF LANDWIRTSCHAFTLICHEN BÖDEN

GERHARD SOJA, STEFANIE KLOSS, ANDREA WATZINGER, JANNIS BÜCKER, FRANZISKA REMPT, FRANZ ZEHETNER, SOPHIE ZECHMEISTER-BOLTENSTERN, BARBARA KITZLER, MAXIMILIAN LAUER, VOLKER LIEDTKE UND BERNHARD WIMMER 196

C- UND N-FRACHTEN BEI DER DÜNGUNG MIT FLÜSSIGMIST (RINDERGÜLLE, SCHWEINEGÜLLE UND BIOGASGÜLLE) UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER HUMUSREPRODUKTION

GERHARD MOITZI 199

EINFLUSS ORGANISCHER DÜNGER AUF DEN STICKSTOFFGEHALT IM BODEN UND IM MOST DER REBSORTEN BLAUER BURGUNDER, BLAUFRÄNKISCH, BLAUBURGER UND RHEINRIESLING

MARTIN MEHOFER, BERNHARD SCHMUCKENSCHLAGER UND KAREL HANAK 202

GRUNDBODENBEARBEITUNG VOR KARTOFFEL – EIN VERGLEICH

HERBERT EIGNER, BERNHARD SCHREIBER UND THOMAS HELMREICH 205

AUSGEWÄHLTE ACKERBAULICHE MAßNAHMEN ZUR STEIGERUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ

MARKUS SCHÜLLER, GERHARD MOITZI , PETER LIEBHARD UND HERBERT WEINGARTMANN 208

CULTIVATION OF A MISCANTHUS GIGANTEUS ON SOILS POLLUTED WITH HEAVY METALS AND THE USE OF THE RESULTED BIOMASS

BLANCA GEORGIANA GRAMA, BIANCA-PETRONELA PAVEL, CAMELIA SAND, MIHAI-RADU POP AND CONSTANTIN-HORIA BARBU 211

MINIMALBODENBEARBEITUNG UND IHRE AUSWIRKUNGEN

JOSEF ROSNER , ELISABETH ZWATZ-WALTER UND ANDRES KLICK 214

EINFLUSS VON TROCKENPERIODEN AUF DEN ERTRAG VON WINTERWEIZEN BEI UNTERSCHIEDLICHEN BODENBEARBEITUNGSSYSTEMEN

GERNOT BODNER, PETER LIEBHARD, HELMUT WAGENTRISTL UND HANS-PETER KAUL 217

EINFLUSS VON SORTE UND STANDORT AUF DEN MARKGEHALT DER ZUCKERRÜBE

HERBERT EIGNER, FRIEDRICH KEMPL, FLORIAN EMERSTORFER UND WALTER HEIN 220

INTERCROPPING: HERAUSFORDERUNG FÜR EINE NACHHALTIGE ACKERBEWIRTSCHAFTUNG IN ÖSTERREICH UNTER AUSNUTZUNG DER GESAMTEN VEGETATIONSPERIODE

FERDINAND DEIM, KARL REFENNER UND PETER LIEBHARD 223

EINFLUSS DES SÄTERMINS AUF DIE PFLANZENART UND BIOMASSEBILDUNG BEI BEGRÜNUNGSPFLANZEN ALS ZWISCHENFRUCHT

ARNO KASTELLIZ, GERNOT BODNER, PETER LIEBHARD UND KLAUS OFNER 226

VERWERTUNGSORIENTIERTE ANLAGE UND KULTURFÜHRUNG IM KURZUMTRIEB BEI STOFFLICHER NUTZUNG DES ERNTEGUTES

PETER LIEBHARD, FERDINAND DEIM, EDUARD HOCHBICHLER, KARL REFENNER, MARTIN WEIGL, CLAUDIA ZEITLHOFER UND RUTH-ELVIRA GROISS 229

KÖRNERLEGUMINOSEN IM BIOLANDBAU ALS BESONDERE HERAUSFORDERUNG IM HINBLICK AUF ERTRAG UND QUALITÄT

WALTRAUD HEIN, HERMANN WASCHL UND MANUEL BÖHM 232

SORTEN- UND UMWELTEINFLUSS AUF DEN GLUCOSINOLATGEHALT BEI WINTERKÖRNERRAPS

KLEMENS MECHTLER, MANFRED WERTEKER UND GABRIELE KRAMREITHER 235

ANBAU VON SOMMERGETREIDE IM GEMENGE – AGRONOMISCHE PARAMETER AUF EINZELPFLANZEN- UND BESTANDESEBENE

REINHARD NEUGSCHWANDTNER UND HANS-PETER KAUL 238

PFLANZENENTWICKLUNG, KORNERTRAG UND QUALITÄT VON TRITICALE IM DIREKTEN VERGLEICH MIT WINTERWEIZEN BEI UNTERSCHIEDLICHEN ERZEUGUNGSSTRATEGIEN

MICHAEL OBERFORSTER UND MANFRED WERTEKER 241

POSTER

PFLANZENSTÄRKUNGSMITTEL MIT DÜNGUNGSEFFEKT

JOHANNES BALAS, IDA DJUFRI UND RITA KAPPERT 246

INTERCROPPING OF OIL SEED RAPE, PEA AND WHEAT IN A POT EXPERIMENT

ELNAZ EBRAHIMI, REINHARD NEUGSCHWANDTNER UND HANS-PETER KAUL 249

EINFLUSS VON SAATTERMIN UND SAATSTÄRKE AUF DIE JUGENDENTWICKLUNG, ÜBERWINTERUNG UND DEN ERTRAG VON WINTERERBSEN

ALEXANDRA KREUZER, REINHARD NEUGSCHWANDTNER UND HANS-PETER KAUL 252

ACKERBAULICHE ERNTERÜCKSTÄNDE ALS RESSOURCE FÜR BIORAFFINERIEN – POTENTIALE UND EINSCHRÄNKUNGEN

REINHARD NEUGSCHWANDTNER UND HANS-PETER KAUL 255

KRAFTSTOFFVERBRAUCH BEI DER BODENBEARBEITUNG BEI UNTERSCHIEDLICHER MECHANISIERUNG (59 KW VERSUS 92 KW)

TIBOR ARPAD SZALAY, GERHARD MOITZI, KARL REFENNER, HELMUT WAGENTRISTL, HERBERT WEINGARTMANN UND PETER LIEBHARD 258

VERGLEICH AUSGEWÄHLTER DEUTSCHER, ÖSTERREICHISCHER UND UNGARISCHER WINTERWEIZENSORTEN HINSICHTLICH AGRONOMISCHER EIGENSCHAFTEN, ERTRAG UND QUALITÄT

CLEMENS FLAMM, BARBARA TEIZER UND ELISABETH ZECHNER 261

ZUCHTFORTSCHRITT BEI WINTERKÖRNERRAPS

KLEMENS MECHTLER 264

SOMMERGERSTE IM BIOLANDBAU: SORTENVERGLEICH ANHAND VON KONVENTIONELL UND BIOLOGISCH ERZEUGTEM SAATGUT

MICHAEL OBERFORSTER, CLEMENS FLAMM UND WILLIBALD PRIELER 267

STELLT DER MAISANBAU IM BIOLANDBAU EINE BESONDERE HERAUSFORDERUNG DAR?

WALTRAUD HEIN UND HERMANN WASCHL 270

VOR- UND NACHTEILE VON GEMENGEN AUS KÖRNERLEGUMINOSEN UND GETREIDE IM BIOLANDBAU

WALTRAUD HEIN UND HERMANN WASCHL 273

MISCANTHUS ALS ENERGIEPFLANZE IM BIOLOGISCHEN ANBAU UNTER ALPINEN KLIMAVERHÄLTNISSEN

HERMANN WASCHL, WALTRAUD HEIN UND HANNES ROHRER 276

MÖGLICHKEITEN DER REDUZIERUNG VON VOGELFRAß IM BIOLOGISCHEN LANDBAU

HERMANN WASCHL UND WALTRAUD HEIN 279

REAL-TIME PCR ZUR TIERARTEN-DIFFERENZIERUNG VON MIKRODISSEKTIERTEN PARTIKELN

SONJA HAIDER , ULRIKE-SUSANNE GRUBER, GABRIELE SPADINGER UND ROLAND WEISS 282

METHODEN ZUR BESTIMMUNG DER RETENTIONSEIGENSCHAFTEN DES BODENS IM SÄULENVERSUCH

PETER SCHOLL, GERNOT BODNER, GERHARD KAMMERER, ANDREAS SCHWEN, HANS-PETER KAUL UND WILLIBALD LOISKANDL 285

KOMPOSTANWENDUNG IN DER LANDWIRTSCHAFT – ERGEBNISSE EINES LANGZEIT-FELDVERSUCHS UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER C_{ORG}- UND N-DYNAMIK

H. SPIEGEL, G. DERSCH, A. BAUMGARTEN, J. SÖLLINGER UND K. AICHBERGER 288

EINFLUSS DER ZUSAMMENSETZUNG AUF DIE ADSORPTION UND DESORPTION VON GLYPHOSAT AN ÖSTERREICHISCHEN OBERBÖDEN

SHADY SELIM, M. FÜRHACKER, A. KLIK UND A. MENTLER 291

UNTERSUCHUNGEN ZUM PHYTOSANITÄREN RISIKO BEI DER ANAEROBEN VERGÄRUNG VON PFLANZLICHEN BIOMASSEN IN BIOGASANLAGEN

MARTINA BANDTE, PETRA MÜLLER, B. RODEMANN, MAGDALENE PIETSCH, PAULA WESTERMAN, BÄRBEL GEROWITT, M. PLÖCHL, MONIKA HEIERMANN UND CARMEN BÜTTNER 294

INTERAKTIONEN ZWISCHEN DEM WELKEPATHOGEN *FUSARIUM OXYSPORUM* F.SP. *LYCOPERSICI* UND DEM ARBUSKULÄREN MYKORRHIZAPILZ *GLOMUS MOSSEAE* IN EINEM TOMATE-LAUCH MISCHKULTURSYSTEM

KARIN HAGE-AHMED, ANDREAS VOGLGRUBER, FRANZ HADACEK UND SIEGRID STEINKELLNER 296

EFFEKTE VON FUSARIUMBEFALL UND MYKORRHIZIERUNG BEI TOMATE UND BASILIKUM IN CO-KULTUR

JOHANNES KRAMMER, KARIN HAGE-AHMED UND SIEGRID STEINKELLNER 299

DAMPFBEHANDLUNG GEGEN SAMENBÜRTIGE PILZE BEI KAROTTE

KARIN STEINBÖCK UND SIEGRID STEINKELLNER 302

CHERRY LEAF ROLL VIRUS (CLRV) – EIN VIRUS BREITET SICH IN FINNLAND IN VERSCHIEDENEN BIRKEN-ARTEN AUS

SUSANNE VON BARGEN, LUISE DIERKER, RISTO JALKANEN UND CARMEN BÜTTNER 305

ERSTER NACHWEIS VON CLRV UND EMARAV IN LAUBGEHÖLZEN IN SCHWEDEN

SUSANNE VON BARGEN, NICK ARNDT, LUISE DIERKER, RISTO JALKANEN UND CARMEN BÜTTNER 308

VERGLEICH VON ÖSTERREICHISCHEM QUALITÄTSRINDFLEISCH MIT STANDARDWARE BEZÜGLICH IHRER PHYSIKALISCHEN UND SENSORISCHEN FLEISCHEIGENSCHAFTEN

CHRISTOPH BRUNAUER, ROBERT KOGLER UND WOLFGANG WETSCHEREK 311

VERGLEICH VON ÖSTERREICHISCHEM QUALITÄTSRINDFLEISCH MIT STANDARDWARE BEZÜGLICH IHRES NÄHRSTOFFGEHALTES IM ROHEN UND ZUBEREITETEN ZUSTAND

ROBERT KOGLER, CHRISTOPH BRUNAUER UND WOLFGANG WETSCHEREK 314

EINFLUSS DES POLYENSÄURENGEHALTES IM FUTTER AUF DIE QUALITÄT VON SALAMI
GABRIELA WETSCHEREK-SEIPELT UND WOLFGANG WETSCHEREK 317
DER EINFLUSS FLÜCHTIGER SCHWEFELVERBINDUNGEN IM AROMA VON WEIßWEINEN
LISA-MARIA ZEFFERER UND ERICH LEITNER 320

ALVA FORSCHUNGSPREIS & ALVA-FÖRDERPREIS

ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR LEBENSMITTEL-, VETERINÄR- UND AGRARWESEN

Der erweiterte Vorstand der
Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel-, Veterinär- und Agrarwesen
hat in seiner Sitzung vom 2. März 2011 beschlossen

Frau Dipl.-Ing. Dr. Elisavet KUNZ-VEKIRU

den

ALVA-Forschungspreis 2011

zu verleihen.

Der Vorstand der ALVA bekundet Ihnen hiermit, sehr geehrte
Frau Dipl.-Ing. Dr. Elisavet Kunz-Vekiru,
eine hervorragende Dissertation abgefasst zu haben, die jene
Fachgebiete betrifft, die von der ALVA vertreten und bearbeitet
werden und daher für die weitere wissenschaftliche Arbeit
innerhalb der ALVA von großer Bedeutung ist.

Graz, am 23. Mai 2011

Univ.-Doz. Dr. Gerhard BEDLAN
Präsident

Mag. Dr. Harriet DECHANT-KOLLER
Vizepräsidentin

Dipl.-Ing. Wolfgang PALME
Geschäftsführer

Towards the development of a novel biological feed additive for zearalenone degradation: Isolation, structural elucidation and quantification of biotransformation-products

Ein Beitrag zur Entwicklung eines neuartigen biologischen Futtermitteladditivs zum Zearalenon-Abbau: Isolierung, Strukturcharakterisierung und Quantifizierung von Biotransformationsprodukten

Elisavet Vekiru[1*], Christian Hametner[2], Rudolf Mitterbauer[3†], Justyna Rechthaler[4], Gerhard Adam[3], Gerd Schatzmayr[5], Rudolf Krska[6] and Rainer Schuhmacher[6]

Introduction

Mycotoxins are secondary metabolites produced by various species of fungi, which can cause a variety of short-term as well as long-term adverse health effects in humans and animals. The fact that up to 25% of the world's cereal grains may be contaminated with mycotoxins implies that mycotoxins are a major concern of all segments of the food and feed industries (FINK-GREMMELS 1999). Therefore, efficient methods for the inactivation of mycotoxins (in the intestinal tract of animals) are of great interest for both farmers as well as the feed industry. In this context, adsorption of mycotoxins by binding agents is becoming common practice. However, the non-specific adsorption of binders can be problematic. A more specific approach to prevent the adverse effects of mycotoxins *in situ* is their transformation to non-toxic metabolites, by means of enzymes or microbial strains which can be applied e.g. as feed additives (SCHATZMAYR and ZEHNER et al. 2006 and SCHATZMAYR et al. 2006).

ZON is a potent estrogenic mycotoxin produced by several *Fusarium* species most frequently on maize and affects therefore a variety of foods and animal feeds. Pigs are particularly susceptible to zearalenone induced hyperestrogenism, while ruminants are more tolerant to ZON ingestion (ZINEDINE et al. 2007). In Austria maximum tolerated levels of ZON in wheat end-products for humans are 0.06 mg/kg. For pigs kept for meat as well as for breeding maximum tolerated levels of ZON are 0.05 mg/kg feed.

In an interdisciplinary cooperation with colleagues working in the fields of microbiology, molecular biology and analytical chemistry this research work intended to evaluate microorganisms and enzymes for their potential to detoxify zearalenone. The views in this report focus mainly on the analytical results.

Materials and Methods

During this work beyond other strains, particularly the yeast *Trichosporon. mycotoxinivorans* DSM 14143 (MTV) and *Gliocladium roseum* MA918 as well as a recombinant lactonohydrolase were studied in detail, with respect to their potential to metabolize ZON.

T. mycotoxinivorans and *G.roseum*: Strains were inoculated in a liquid medium and after harvesting and washing the cells the degradation trial was carried out in a cultivation medium supplemented with pure ZON. Samples were taken after defined intervals of incubation and after centrifugation the liquid medium and the cells were separated and frozen until analysis (for details on the experimental conditions see in VEKIRU et al. 2010, VEKIRU et al. 2009 and VEKIRU et al. 2007). As controls, flasks containing solutions without ZON (matrix control) or without biomass (substrate control) were incubated in parallel.

Recombinant lactonohydrolase: The pure enzyme become available after heterologous expression of a codon-optimized *G. roseum* gene in *Pichia pastoris*, production of histidine-tagged recombinant ZON-lactonohydrolase following enzyme purification by immobilized metal affinity chromatography.

Purification of substances was based either on liquid/liquid extraction (in the case of degradation experiments with *T. mycotoxinivorans*) with ethyl acetate or on C18-reversed phase solid phase extraction (SPE) (in the case of degradation experiments with *G. roseum*) prior to preparative isolation by HPLC.

Chemical structures of the ZON-metabolites were investigated by comprehensive application of liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) and LC-diode array detector (LC-DAD) analysis, time of flight mass spectrometry (TOF-MS) and fully elucidated employing nuclear magnetic resonance (NMR) spectroscopy.
For quantification purposes a LC-DAD-MS/MS method with simultaneous DAD detection at 274 nm was developed. Analysis was performed on a QTrap-LC-MS/MS system (Applied Biosystems) equipped with a TurboIonSpray source. HPLC separation of 25µl sample was done at 25°C using a gradient on an 250 x 3.00 mm, 5 µm particle size, Phenomenex Luna® C18(2) column at a flow rate of 0.4 mL/min. Mobile phase A consisted 20% aqueous MeOH with 5 mM NH_4Ac while B was 90% aqueous MeOH with 5 mM NH_4Ac.
Comparison of estrogenic activities of ZON and its novel metabolite formed by *T. mycotoxinivorans* was carried out using the estrogen bioindicator yeast strain YZRM7. The ability of the metabolite to bind to the human estrogen receptor was assayed *in vitro* using the HitHunter EFC estrogen chemiluminescence assay kit (DiscoveRx/Amersham Biosciences) and the human estrogen receptor-α (see VEKIRU et al. 2010 for experimental details).

Results and Discussion

In this interdisciplinary project we examined various microorganisms and enzymes regarding their activity to detoxify zearalenone.
Our initial experiments were (Figure 1b) based on studies previously carried out by El-Sharkawy et al. (1987) as well Takahashi-Ando et al.(2002). We investigated the metabolization of ZON by the strain *Gliocladium roseum* MA 918. 2 mg/L ZON were subjected to microbial transformation, which resulted in the quantitative degradation (99%) of ZON after 120 h of incubation. Samples collected during incubation were analyzed and the structures of the metabolites were characterized by LC-DAD-MS/MS. Initial results led to the assumption that mainly (E)-2,4-dihydroxy-6-(10-hydroxy-6-oxo-1-undecenyl)benzoic acid (LacMet1) was produced together with the closely related compounds LacMet2 or LacMet3. Evaluation of the product ion spectra and the retention times of the purified compounds LacMet1 and LacMet2 enabled us to verify the formation of LacMet1 and LacMet2 but not of LacMet3 in samples collected from the degradation experiments by *G. roseum*. In fact LacMet3, which was reported by El-Sharkawy et al. to be formed by isomerization at room temperature from LacMet2, was not detected in our samples. Furthermore, in contrast to previously published studies, we were able to prove the existence of LacMet1 and to demonstrate its formation as the main metabolite (~89% LacMet1 was formed next to ~10% LacMet2) of ZON degradation by *G. roseum* MA918. Finally, LacMet1 was revealed to be stable enough to be isolated from the culture medium. Furthermore, an HPLC-DAD-MS/MS method was developed and used for the detection of ZON metabolites during the effort to establish the production and isolation of the responsible degradation enzyme, namely a recombinant lactonohydrolase.
After purification of the lactonohydrolase we concentrated on the isolation and unequivocal characterization of the ZON-metabolites formed by this enzyme (Figure 1c). This part of the research resulted in the unambiguous identification of LacMet1 and LacMet2. In order to achieve this, stability of metabolites was monitored in different solvents, solvent composition for degradation of ZON by the enzyme was optimized and the molecular structures of the metabolites were investigated by LC-MS/MS as well as NMR techniques. These investigations led to the identification of the metabolites as illustrated in Figure 1. In Addition to LacMet1 and LacMet2 the formation of LacMet1Imp ((E)-6-(3-(3,4-dihydro-2-methyl-2H-pyran-6-yl)-1-propenyl)-2,4-dihydroxybenzoic acid), was revealed by LC-DAD-MS/MS and NMR measurements. LacMet1Imp was formed from LacMet1 when this compound was dissolved in pure acetonitrile.
A central part of the investigations was dealing with the identification and characterization of transformation products of ZON by the yeast *Trichosporon mycotoxinivorans* DSM 14153 (MTV). The main product of this ZON degradation was detected in the culture medium by means of LC-DAD-MS/MS analysis. Its elemental formula $C_{18}H_{24}O_7$ was putatively established by time-of-flight mass spectrometry (TOF-MS) from the ions observed at m/z 351.1445 $[M-H]^-$ and at m/z 375.1416 $[M+Na]^+$. After intensively studying its fragmentation behavior in the QTrap mass spectrometer its structure was proposed to be 5-({2,4-dihydroxy-6-[(1E)-5-hydroxypent-1-en-1-yl]benzoyl}oxy)hexanoic acid (termed ZOM-1). The identity of this novel ZON metabolite was un-

ambiguously confirmed employing nuclear magnetic resonance spectroscopy (NMR) after its extraction from the culture medium and its semi-preparative purification. ZOM-1 is formed by the opening of the macrocyclic ring of ZON at the keto group C6' and reveals a carboxyl and hydroxyl group. This ring opening is different from the hydrolysis of the pre-existing lactone in ZON by *Gliocladium roseum*.

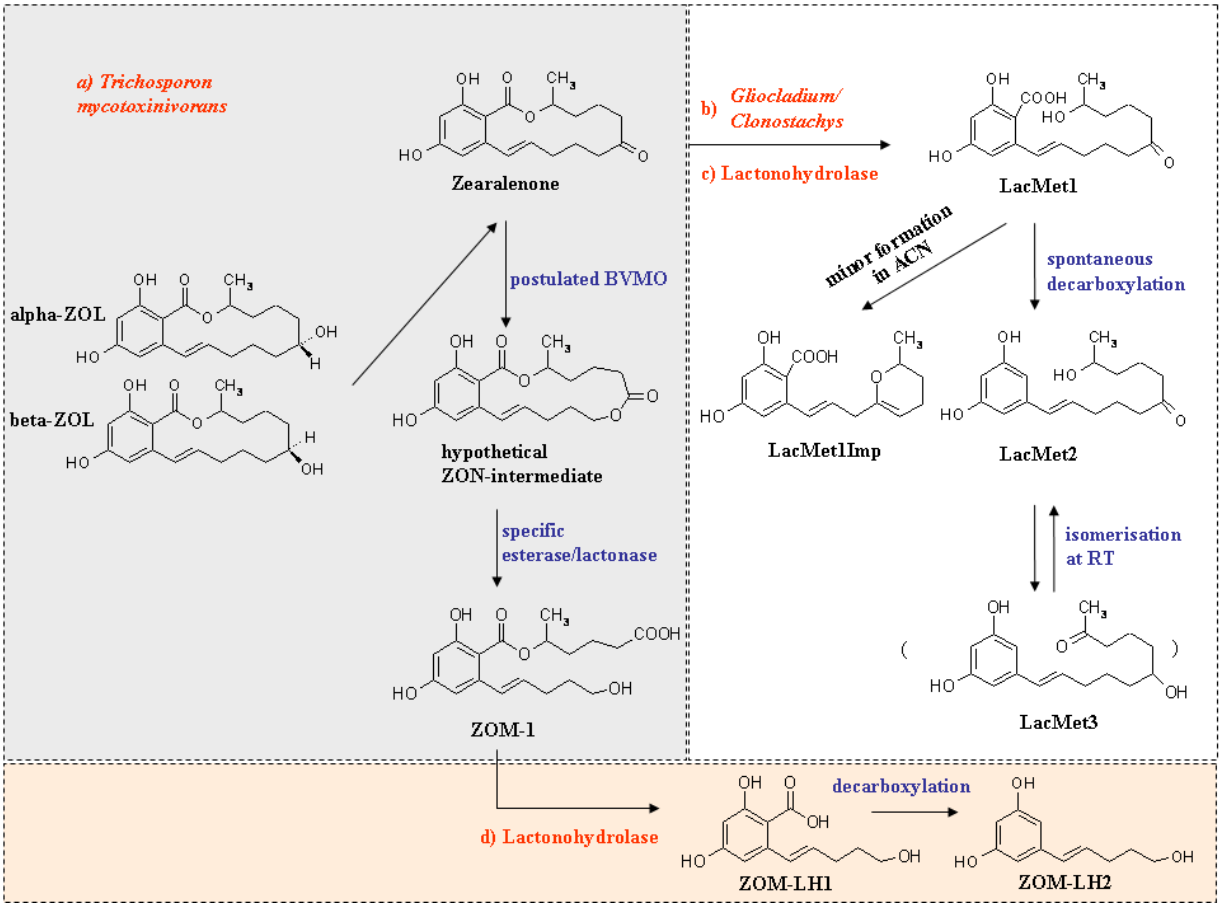


Figure 1: **Metabolic pathway of ZON to various metabolites formed either by the strain *Gliocladium roseum* MA 918 or by an isolated and purified lactonohydrolase or by the yeast *Trichosporon mycotoxinivorans* DSM 14153 (MTV).**

An important finding with respect to the future use of MTV as a mycotoxin deactivator in feed was that ZOM-1, in a sensitive yeast bioassay, was found to be non-estrogenic even at a thousand fold higher concentration than ZON. Furthermore, it did not interact with the human estrogen receptor in an *in vitro* competitive binding assay. Interestingly, incubation of MTV with alpha or beta-ZOL also resulted in formation of ZOM-1, while ZON was formed as an intermediate during this process.
For the microbial transformation of ZON to ZOM-1 a two step mechanism was proposed (Figure 1a). Thereby, first the macrocyclic ring is extended according to a Baeyer-Villiger reaction by insertion of an oxygen next to the carbonyl group C6'. The newly formed lactone intermediate is then opened probably by a lactone esterase in a second reaction step resulting in ZOM-1. It is interesting to note, that this hypothetical lactonase must have high specificity, since the pre-existing lactone in ZON that is targeted by the lactone hydrolase of *G. roseum*, remains unchanged during ZON metabolization by MTV. Unfortunately, our efforts to obtain experimental evidence for the formation of the proposed Baeyer-Villiger intermediate in samples from ZON metabolization by MTV were not successful. It was also not possible to produce this lactone intermediate and use it as an analytical standard to facilitate the screening for that intermediate or to demonstrate that a Baeyer-Villiger oxidation is not involved in the metabolization of ZON by MTV. Thereby, it was found, however, that molecular oxygen is needed for the ZON metabolization of ZON to ZOM-1, otherwise ZOM-1 formation is inhibited.

Finally, the products formed after incubation of ZOM-1 with the purified recombinant lactonohydrolase were studied. The enzyme was shown to be able to cleave the ester bond in the structure of ZOM-1. The formation of the two novel metabolites ZOM-LH1 and ZOM-LH2 (Figure 1d) was monitored and confirmed by LC-DAD-MS/MS.

Besides the study of structure elucidation and isolation of ZON-degradation products, efficient screening methods for the semiquantitative determination of ZON and its related metabolites were established. Using the fragmentation pattern of the substances a LC-DAD-MS/MS method was developed and used successfully for the routine screening of several hundreds of different microorganisms to investigate their potential to degrade ZON to other metabolites than alpha- and beta-ZOL. This LC-DAD-MS/MS in MRM (multiple reaction monitoring) mode method is the first method describing the simultaneous determination of ZON and its metabolites alpha-, beta-ZOL, ZOM-1, LacMet1 and LacMet2.

Table 1: **MS/MS transitions selected for quantification of the targeted compounds. Retention times (RT) and limits of quantification (LOQ) for standard solutions. [a] Numerical values are given in the order quantifier/qualifier.**

Analyte	Precursor ion [m/z]	Product ions[a] [m/z]	RT [min]	LOQ [µg/L] (MS-signal)
ZON	317.1 $[M-H]^-$	130.9/175.1	14.0	18
α-ZOL	319.1 $[M-H]^-$	129.9/160.0	13.5	24
β-ZOL	319.1 $[M-H]^-$	129.9/160.0	12.4	31
ZOM-1	351.2 $[M-H]^-$	237.0/218.9	8.1	29
LacMet1	335.3 $[M-H]^-$	149.1/161.1	8.9	20
LacMet2	291.3 $[M-H]^-$	149.1/161.1	4.8	27

In future work, the scope of the LC-DAD-MS/MS in MRM mode method will be widened for the detection of the metabolites ZOM-LH1 and ZOM-LH2. Furthermore, the EU-registration of any zearalenone inactivating product requires the validation of the method for the quantification of ZON, alpha- and beta-ZOL as well as for ZOM-1, LacMet1 and LacMet2. The validated method will be used for the detection of ZON and its related metabolites after incubation under defined conditions in buffer solutions in the absence and presence of pre-mixtures or feed, in order to evaluate the *in vitro* efficacy of the ZON-bio-transforming microorganisms or enzymes aimed to be used as feed additives.
Recently, eight other microbial stains (data not shown) were found to transform ZON partially into other metabolites than the ones routinely identified by the established LC-DAD-MS/MS in MRM mode method. Our metabolization studies will proceed with the characterization of the metabolites formed by these strains. Additionally, we plan to investigate the biotransformation of LacMet2 after incubation with *T. mycotoxinivorans*. First investigations already revealed that LacMet2 can be fully metabolized in 72 h by MTV.
Since *T. mycotoxinivorans* can be fermented, concentrated, freeze dried, and stabilized without loosing its ZON degradation activity its utilization as a feed additive for mycotoxin detoxification seems technically practicable. By elucidating the genetic basis of the detoxification reaction and cloning of the corresponding gene(s) it may also become feasible to develop enzymatic detoxification systems or to engineer this detoxification pathway in other organisms in the future.

Abstract

Molds are a group of microorganisms of great concern to all segments of the food and feed industries. The most prevalent mycotoxins such as zearalenone (ZON) (potent estrogenic mycotoxin produced by several *Fusarium* species) frequently occur on cereals as well as maize and therefore can be found in food and animal feed. Microbial biotransformation of ZON into non-toxic metabolites is one promising detoxification approach.
Here we report on the development and application of analytical methods in order to identify and characterize the chemical nature of biodegradation products of the mycotoxin zearalenone. One of the most promising findings consists of the identification and full structure characterization of a novel metabolite of ZON formed by *T. mycotoxinivorans*, which we termed ZOM-1. This metabolite was

shown to be non-estrogenic and is therefore attractive for the biological detoxification of ZON. Further investigations involved the biotransformation of ZON by *G. roseum* and the biotransformation of ZON and ZOM-1 by a recombinant lactonohydrolase, as well as the screening of various strains regarding ZON degradation.

Zusammenfassung

Schimmelpilze sind eine Gruppe von Mikroorganismen von großer Bedeutung für alle Bereiche der Lebens-und Futtermittel-Industrie. (ZON) ist ein östrogenes Mykotoxin, das von mehreren Fusarium-Arten am häufigsten auf Mais produziert wird und kann daher in Lebens-und Futtermitteln gefunden werden. Mikrobielle Biotransformation von ZON in nicht-toxischen Metaboliten ist ein vielversprechender Ansatz zur seiner Entgiftung.
In diesem Report wir berichten über Analysemethoden die entwickelt und erfolgreich auf biologische Proben angewendet wurden, zur Identifizierung und Charakterisierung der chemischen Natur der Abbauprodukte des Mykotoxins Zearalenon. Einer der vielversprechendsten Ergebnisse beruht auf der Identifizierung und Strukturaufklärung eines neuen Metaboliten (genannt ZOM-1) von ZON, der von *T. mycotoxinivorans* DSM 14143 gebildet wird. Es konnte gezeigt werden, dass dieser Metabolit nicht östrogen und daher sehr attraktiv für die biologische Entgiftung des ZON ist.
Weitere Untersuchungen beschäftigten sich mit der Biotransformation von ZON durch *G. roseum* MA918 und der Biotransformation von ZON und ZOM-1 durch eine rekombinante Lactonohydrolase, sowie mit dem Screening von verschiedenen Stämmen in Bezug auf ZON Abbau.

Acknowledgments

This work was supported by grants from the Christian Doppler Research Association (CDG) and the Austrian Research Promotion Agency (FFG) and was done in cooperation with Biomin Holding. We are grateful to Martin Täubel, Alexander Frank, Sebastian Fruhauf and Patricia Fatjl for their assistance with the degradation experiments and to Dieter Moll for providing the microbial strains and recombinant enzyme.

References

EL-SHARKAWY SH, ABUL-HAJJ Y, 1987: Microbial cleavage of zearalenone., Xenobiotica, 18, 365-371.
FINK-GREMMELS J, 1999: Mycotoxins: their implications for human and animal health. Vet. Q. 21, 115-120.

SCHATZMAYR G, TÄUBEL M, VEKIRU E, BINDER EM, Publication date: 2006-05-26: Microorganism for decontaminating fumonisins and its use, method for decontaminating fumonisins and feed additives containing micro-organism., Patent, Publication number: WO2006053357, Application number: WO2005AT00453 20051115, Priority number(s): AT20040001912 20041116

SCHATZMAYR G, ZEHNER F, TÄUBEL M, SCHATZMAYR D, KLIMITSCH A, LOIBNER AP, BINDER EM, 2006: Microbiologicals for deactivating mycotoxins. Mol. Nutr. Food Res. 50, 543-551.

TAKAHASHI-ANDO N, KIMURA M, KAKEYA H, OSADA H, YAMAGUCHI I, 2002: A novel lactonohydrolase responsible for the detoxification of zearalenone., Enzyme purification and gene cloning, Biochemical J., 365, 1-6.

VEKIRU E, FRUHAUF S, FRANK A, MOLL W.-D, HAMETNER C, KRSKA R, SCHUHMACHER R, 2007: Investigation of zearalenone transformation by *Gliocladium roseum* using LC-MS/MS. International IUPAC Symposium on Mycotoxins and Phycotoxins, Istanbul, May 21.-25., (Poster) Tagungsband.

VEKIRU E, 2009: Towards the development of a novel biological feed additive for mycotoxin degradation: Isolation, structural elucidation and quantification of biotransformation-products of the estrogenic zearalenone. PhD Thesis, TU-Wien.

VEKIRU E, HAMETNER C, MITTERBAUER R, RECHTHALER J, ADAM G, SCHATZMAYR G, KRSKA R, SCHUHMACHER R, 2010: Cleavage of Zearalenone by *Trichosporon mycotoxinivorans* to a Novel Nonestrogenic Metabolite. Appl. Environ. Microb. 76, 2353–2359.

ZINEDINE A, SORIANO JM, MOLTÓ JC, MAÑES J, 2007: Review on the toxicity, occurrence, metabolism, detoxification, regulations and intake of zearalenone: An oestrogenic mycotoxin. Food Chem. Toxicol. 45, 1–18.

Author's Adresses

[1] Christian Doppler Laboratory for Mycotoxin Metabolism, Department for Agrobiotechnology (IFA Tulln), Center for Analytical Chemistry, University of Natural Resources and Life Sciences Vienna, Konrad Lorenz Str. 20, A-3430 Tulln

[2] Institute of Applied Synthetic Chemistry, Vienna University of Technology, Getreidemarkt 9/163, A-1060 Vienna

[3] Department of Applied Genetics and Cell Biology, University of Natural Resources and Life Sciences Vienna, Muthgasse 18, A-1190 Vienna

[4] University of Applied Sciences Wr. Neustadt, Konrad Lorenz Str. 10, A-3430 Tulln

[5] Biomin Research Center,Technopark 1, 3430 A-Tulln

[6] Department for Agrobiotechnology (IFA Tulln), Center for Analytical Chemistry, University of Natural Resources and Life Sciences Vienna, Konrad Lorenz Str. 20, A-3430 Tulln

[†] Present address: Sandoz GmbH, Biochemiestraße 10, A-6250, Kundl

* Corresponding author: Dr. Elisavet KUNZ-VEKIRU, elisavet.vekiru@boku.ac.at

ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR LEBENSMITTEL-, VETERINÄR- UND AGRARWESEN

Der erweiterte Vorstand der
Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel-, Veterinär- und Agrarwesen
hat in seiner Sitzung vom 2. März 2011 beschlossen

Frau Dipl.-Ing. Elisabeth VARGA

den

ALVA-Förderpreis 2011

zu verleihen.

Der Vorstand der ALVA bekundet Ihnen hiermit, sehr geehrte
Frau Dipl.-Ing. Elisabeth Varga,
eine hervorragende Diplomarbeit abgefasst zu haben, die jene
Fachgebiete betrifft, die von der ALVA vertreten und bearbeitet
werden und daher für die weitere wissenschaftliche Arbeit
innerhalb der ALVA von großer Bedeutung ist.

Graz, am 23. Mai 2011

Univ.-Doz. Dr. Gerhard BEDLAN
Präsident

Mag. Dr. Harriet DECHANT-KOLLER
Vizepräsidentin

Dipl.-Ing. Wolfgang PALME
Geschäftsführer

Validierung und Anwendung einer auf LC-MS/MS basierenden Multi-Methode zur Bestimmung von Mykotoxinen in Rosinen und verschiedenen Nüssen

Validation and application of an LC-MS/MS based multi-method for the determination of mycotoxins in dried grapes and different nuts

Elisabeth Varga[1*], Michael Sulyok[2], Rainer Schuhmacher[2] und Rudolf Krska[2]

Einleitung

Analysenmethoden für den simultanen Nachweis von mehreren Mykotoxinen in Futter- und Lebensmitteln werden immer wichtiger. Ein Großteil dieser Methoden basiert auf Hochleistungs-Flüssigkeitschromatografie (HPLC) gekoppelt mit massenspektrometrischer Detektion (MS(/MS)). Während es für getreidebasierte Produkte eine größere Zahl von Publikationen gibt, wurden Methoden für andere Lebensmittel noch kaum veröffentlicht. In diesem Beitrag werden die Validierung und Anwendung einer Methode zur Bestimmung von 186 Mykotoxinen und anderen Stoffwechsel-produkten von Schimmelpilzen und Bakterien in verschiedenen Nüssen (Mandeln, Haselnüsse und Pistazien) und Rosinen vorgestellt.

Material und Methoden

Probenvorbereitung: Die Nussproben wurden gemahlen und 5.00±0.01 g wurden für die Analyse eingesetzt. Die Extraktion erfolgte mit der vierfachen Menge (20 mL) an Extraktionsmittel (Acetonitril-Wasser-Essigsäure, 79:20:1 v:v:v) für 90 min auf einem Rotationsschüttler bei Raumtemperatur. Die Rohextrakte wurden 1:2 mit einer Mischung aus Acetonitril-Wasser-Essigsäure (20:79:1, v:v:v) verdünnt und 5 µL wurden ohne weitere Probenaufreinigung in das LC-MS/MS System injiziert.
LC-Parameter: Die chromatografische Trennung erfolgte bei Raumtemperatur mit einer Gemini® C18 Säule (150 x 4.6 mm, 5 µm; Phenomenex, Torrance, CA, USA) und einem 1100-HPLC System von Agilent Technologies (Waldbronn, Deutschland). Beide Laufmittel bestanden aus einem Methanol-Wasser-Essigsäuregemisch (A: 10:89:1 v:v:v und B: 97:2:1 v:v:v) und enthielten 5 mM Ammoniumacetat. Die Flussrate betrug 1 mL/min und ein chromatografischer Lauf dauerte 22 min. Nach einer Haltezeit von 2 min bei 100 % A folgten ein linearer Gradient auf 100 % B innerhalb von 12 min, eine Haltezeit von 4 min und eine Rückkehr zu den Anfangsbedingungen innerhalb von 0.1 min. Anschließend wurde der Lauf mit einer Equilibrierungszeit von 4 min mit 100 % A abgeschlossen.
MS-Parameter: Für die massenspektrometrische Detektion wurde ein 4000 QTrap Instrument von ABSciex (Foster City, CA, USA) mit einer TurboIonSpray-Quelle verwendet. Die Analyse erfolgte im „scheduled multiple reaction monitoring (sMRM)“ Modus in zwei chromatografischen Läufen, einmal nach negativer und einmal nach positiver Ionisierung. In Übereinstimmung mit der Entscheidung 2002/657/EG der Europäischen Kommission wurden pro Analyt zwei MRM-Übergänge aufgenommen, was vier Identifikationspunkten entspricht.
Validierungsparameter: Blindproben von Modellmatrizes (0.50±0.01 g) wurden auf fünf Levels an mehreren Tagen mit einer Multi-Mykotoxinlösung dotiert. Das Spiken erfolgte sowohl vor als auch nach der Extraktion und ermöglichte die Bestimmung der Wiederfindung (R_A), der Extraktionseffizienz (R_E) und der Matrixeffekte (SSE), die durch eine Erhöhung oder Erniedrigung des analytischen Signals durch die Matrix hervorgerufen werden. Die Präzision innerhalb eines Tages (intra-day) wurde durch eine Dreifachbestimmung und jene zwischen den Tagen (inter-day) durch die Messung von drei Spike-Serien an verschiedenen Tagen bestimmt. Außerdem wurde die Nachweisgrenze (NWG) anhand des Signal-zu-Rausch-Verhältnisses (S/N) abgeschätzt, wobei als NWG die einem S/N von drei entsprechenden Konzentrationen herangezogen wurde. Die Ermittlung der Validierungskenndaten wurde auf jene Mykotoxine, für die Grenzwerte existieren, sowie einige andere häufig vorkommende Stoffwechselprodukte von Schimmelpilzen beschränkt.

Ergebnisse und Diskussion

Wiederfindungen und Matrixeffekte: Signifikante Abweichungen von 100 % Wiederfindung (R_A) wurden durch unvollständige Extraktion oder Matrixeffekte hervorgerufen und variierten abhängig von Analyt und Matrix (siehe Tabelle 1). Ein kritischer Punkt bei Multi-Methoden ist die Auswahl des Extraktionsmittels, da für alle Analyten eine ausreichende Extraktion erzielt, aber gleichzeitig möglichst wenig Matrix extrahiert werden sollte. Als bester Kompromiss bewährte sich Acetonitril-Wasser-Essigsäure (79:20:1 v/v/v) (SULYOK et al. 2006, MOL et al. 2008). Die Verwendung von 79 % Acetonitril bewirkt die Ausfällung von Proteinen und ein Wasseranteil von 20 % verhindert die Extraktion von Fetten. Die Extraktionseffizienzen (R_E) lagen für die meisten Analyt-Matrix-Kombinationen zwischen 80 und 100 %. Unvollständige Extraktion (R_E-Werte zwischen 60 und 80 %) wurde für Fumonisine und Kojisäure sowie für einzelne weitere Analyt-Matrix-Kombinationen beobachtet. Hinsichtlich der Matrixeffekte bedeutet ein SSE-Wert von 100 %, dass das analytische Signal nicht von der Matrix beeinflusst wird. Ein Wert darüber resultiert aus Signalverstärkung, ein Wert darunter aus Signalunterdrückung durch gleichzeitig eluierende Matrixbestandteile. Signifikante Matrixeffekte (> 15 % Abweichung) wurden in einigen wenigen Fällen in Haselnüssen und Rosinen, aber häufiger in Mandeln und Pistazien (z.B. für Aflatoxine) festgestellt. Die zur Abschätzung der Präzision innerhalb und zwischen den Tagen bestimmten relativen Standardabweichungen waren für den Großteil der Analyten akzeptabel und vergleichbar mit jenen Werten, die für Semmelbrösel ermittelt wurden (SULYOK et al. 2007).

Tabelle 1: **Verfahrensparameter in Analytgruppen zusammengefasst**

Matrix	Analytgruppe	R_A [%]	SSE [%]	R_E [%]	NWG [µg/kg]
Mandeln	Aflatoxine	60-86	67-89	96-108	2-7
	Alternaria-Toxine	99-121	109-127	91-95	1-6
	A-Trichothecene	96-103	97-104	99-100	12-24
	B-Trichothecene	73-95	77-108	88-94	26-30
	Fumonisine	69-80	102-103	67-79	46-61
	Ochratoxin A	95	103	93	8
	Zearalenon	103	109	94	3
Haselnüsse	Aflatoxine	70-101	85-118	79-86	2-5
	Alternaria-Toxine	89-97	102-105	87-92	1-7
	A-Trichothecene	90-92	104-105	86-88	13-22
	B-Trichothecene	84-90	101	83-89	22-31
	Fumonisine	55-72	111-112	49-64	84-100
	Ochratoxin A	79	103	77	16
	Zearalenon	87	103	85	4
Pistazien	Aflatoxine	51-71	53-84	85-88	4-10
	Alternaria-Toxine	91-100	122-124	73-82	1-7
	A-Trichothecene	96-98	107-113	87-90	13-20
	B-Trichothecene [1)]	81	86	94	25
	Fumonisine	63-81	107-116	59-70	40-92
	Ochratoxin A	87	121	72	17
	Zearalenon	89	111	80	5
Rosinen	Aflatoxine	51-94	52-101	83-100	2-8
	Alternaria-Toxine	94-100	97-102	97-98	0,3-3
	A-Trichothecene	86-95	90-105	91-95	7-15
	B-Trichothecene	59-82	95-97	62-84	29-61
	Fumonisine	68-75	101-104	67-72	24-44
	Ochratoxin A	97	104	93	8
	Patulin	95	106	89	110
	Zearalenon	99	102	97	1

Aflatoxine (AFB_1, AFB_2, AFG_1, AFG_2, AFM_1); *Alternaria*-Toxine (Alternariol, Alternariolmonomethylether), A-Trichothecene (HT-2 Toxin, T-2 Toxin); B-Trichothecene (Deoxynivalenol, Nivalenol), Fumonisine (FB_1, FB_2); R_A – Wiederfindung; SSE – Signalunterdrückung/-erhöhung; R_E – Extraktionseffizienz; NWG – Nachweisgrenze

[1)] Die Bestimmung von Deoxynivalenol in Pistazien war aufgrund einer Matrixinterferenz nicht möglich.

Nachweisgrenze: Die Nachweisgrenzen (NWG) befanden sich im niedrigen µg/kg-Bereich. Zwischen den einzelnen untersuchten Matrizes wurden teilweise signifikante Unterschiede festgestellt. Im Ver-

gleich zu den Höchstgehalten in Lebensmitteln, festgelegt in der Verordnung (EG) 1881/2006 der Europäischen Kommission sowie deren Änderungen und Erweiterungen, liegen die bestimmten NWG weit unter den Grenzwerten für die Trichothecene und Fumonisine. Im Fall von Ochratoxin A ist die ermittelte NWG für Rosinen ebenfalls unter dem Höchstgehalt. Bei den Aflatoxinen befindet sich die Nachweisgrenze von Aflatoxin B_1 bei Haselnüssen und Rosinen am Grenzwert, bei den anderen zwei Matrizes darüber. Im Fall von Aflatoxinen ist für die quantitative Bestimmung daher die Verwendung einer speziellen Methode (z.B. anreichernde Probennahme) zu empfehlen.

Zusammenfassung

Eine Multi-Methode für den Nachweis von 186 mikrobiellen Metaboliten (Mykotoxine und andere Stoffwechselprodukte von Schimmelpilzen oder Bakterien) wurde erfolgreich für Mandeln, Haselnüsse, Pistazien und Rosinen validiert und angewandt. Die Verfahrensparameter variierten abhängig vom Analyten und der Matrix. Die mittlere Extraktionsausbeute betrug zwischen 80 und 100 % für die meisten Analyt-Matrix-Kombinationen. Eine signifikante Änderung (> 15 %) des analytischen Signals aufgrund von Matrixeffekten wurde selten in Haselnüssen und Rosinen, aber häufiger in Mandeln und Pistazien (z.B. für Aflatoxine) festgestellt. Die Nachweisgrenzen lagen für die meisten Analyten im niedrigen µg/kg-Bereich und überschritten 100 µg/kg nur in zwei Fällen (Kojisäure und Patulin). Die Methode ist für die quantitative Bestimmung der untersuchten Mykotoxine in Nüssen und Rosinen geeignet. Die erhaltenen Analysenergebnisse sollten mit der Wiederfindung korrigiert werden und für quantitative Analysen ist eine Matrix-korrigierte Kalibration oder die Verwendung von internen Standards empfehlenswert.

Abstract

A multi-method for the determination of 186 substances (mycotoxins and other fungal or bacterial metabolites) was successfully validated and applied for almonds, hazelnuts, pistachios, and dried grapes. Method performance parameters varied depending on analyte and matrix. Mean extraction efficiencies ranged between 80 and 100 % for the most analyte-matrix combinations. Significant alteration (> 15 %) of the analytical signal due to matrix effects occurred seldom in hazelnuts and raisins, but more frequently in almonds and pistachios (e.g. aflatoxins). The detection limits were in the low µg/kg range for most analytes and exceeded 100 µg/kg in only two cases (kojic acid and patulin). Concluding, the method is applicable for the investigated types of nuts and dried grapes. The results should be corrected for recovery and for accurate quantitative analysis matrix-matched calibration or internal standards are necessary.

Literatur

MOL HG, PLAZA-BOLAÑOS P, ZOMER P, DE RIJK TC, STOLKER AA, MULDER PP, 2008: Toward a Generic Extraction Method for Simultaneous Determination of Pesticides, Mycotoxins, Plant Toxins, and Veterinary Drugs in Feed and Food Matrixes. Anal. Chem. 80, 24, 9450-9459.

SULYOK M, BERTHILLER F, KRSKA R, SCHUHMACHER R, 2006: Development and validation of a liquid chromatography/tandem mass spectrometric method for the determination of 39 mycotoxins in wheat and maize. Rapid Commun. Mass Spectrom. 20, 18, 2649-2659.

SULYOK M, KRSKA R, SCHUHMACHER R, 2007: A liquid chromatography/tandem mass spectrometric multi-mycotoxin method for the quantification of 87 analytes and its application to semi-quantitative screening of moldy food samples. Anal. Bioanal. Chem. 389, 5, 1505-1523.

Adressen der Autoren

[1] Universität für Bodenkultur Wien, Department IFA-Tulln, Analytikzentrum, Christian Doppler Labor für Mykotoxin-Metabolismus, Konrad Lorenz Straße 20, A-3430 Tulln

[2] Universität für Bodenkultur Wien, Department IFA-Tulln, Analytikzentrum, Konrad Lorenz Straße 20, A-3430 Tulln

* Ansprechpartner: DI Elisabeth VARGA, elisabeth.varga@boku.ac.at

VORTRÄGE

Herausforderungen für die Agrar- und Lebenswissenschaften – Forschung für die Zukunft

Challenges for agro- and life sciences – research for the future

Martin H. Gerzabek

Einleitung

Die Menschheit sieht sich großen Herausforderungen für die nahe Zukunft gegenüber. Die weitere Zunahme der Weltbevölkerung von derzeit knapp 7 Mrd. Menschen auf etwas über 9 Mrd. im Jahr 2050 ist hier ebenso zu nennen, wie die stark wachsende Zahl der unterernährten und hungernden Menschen (~ 1 Mrd.). Naturkatastrophen und der zunehmende Klimawandel verschärfen die Situation und machen Zukunftsprognosen schwieriger. Für die Agrar- und Lebenswissenschaften ergibt sich aus dieser Situation ein hohes Potenzial, die Zukunft der Menschheit positiv mitgestalten zu können.

Material und Methoden

Der vorliegende Beitrag fasst wichtige Literatur zusammen und leitet davon Forschungsbedarf im Fachbereich ab. Zusätzlich werden einige rezente Beispiele für Forschungsaktivitäten der Universität für Bodenkultur vorgestellt.

Ergebnisse und Diskussion

Die bereits in der Einleitung angesprochenen Problemstellungen werden durch den zunehmenden Wassermangel - und zwar den Mangel an Zugänglichkeit von sauberem und ausreichendem Wasser, sowie den zunehmenden Bodenverlust verstärkt. Die Ackerflächen haben sich durch Desertifikation, Erosion, Degradation und Inanspruchnahme von fruchtbaren Böden für Infrastrukturzwecke in den letzten Jahrzehnten auf 0,35 ha pro Person weltweit verringert. Die Auswirkungen der Armut sind insbesondere in Asien und Afrika, aber auch in Lateinamerika spürbar (ASAHI GLASS FOUNDATION, 2007). Gerade in Gebieten mit sehr hohen Bevölkerungsdichten sind die Landnutzungskonflikte spürbar und die nutzbaren Bodenressourcen äußerst knapp (HABERL et al., 2007). Auch in Österreich droht sich die Situation zu verschärfen. Bis 2050 wird eine zunehmende Konzentration der Bevölkerung im Großraum Wien – und in geringerer Form in Linz und Graz – prognostiziert. Die Bevölkerungsdichte könnte dort auf mehr als 130%, verglichen mit dem Jahr 2009 steigen (STATISTIK AUSTRIA, 2009). Das heißt, dass die Konkurrenz verschiedener Ansprüche um die Landnutzung weiter zunehmen wird. Insbesondere wird national und international neben der Ausweitung der Infrastruktur sich auch die Konkurrenz zwischen Nahrungsmittelproduktion, Produktion nachwachsender Rohstoffe und Energie weiter verschärfen. Gleichzeitig beeinflussen die hohen Stoffflüsse der Menschheit (z.B.: Rohstoffe, Abfall, Abwasser, Düngemittel, Chemikalien) die Umwelt und Ökosysteme. So ist z.B. mit einer weiteren Zunahme der globalen Stickstoffdeposition zu rechnen (GALLOWAY et al., 2004), die sich insbesondere in sensiblen Ökosystemen, wie etwa alpinen Flächen und Waldökosystemen auswirken kann. Unter diesen allgemeinen Vorraussetzungen muss es der Menschheit gelingen, die durchschnittlichen Erträge für die Nahrungsmittelproduktion bis 2050 fast zu verdoppeln. LAL (2006) rechnet z.B. mit der Notwendigkeit, die durchschnittlichen Getreideerträge von 2,64 Mg/ha (Jahr 2000) auf mindestens 4,30 Mg/ha im Jahr 2050 zu steigern. Diese Zahlen beinhalten allerdings noch nicht eine notwendige Steigerung der erneuerbaren Energie aus nachwachsenden Rohstoffen.

Die Rahmenbedingungen kurz zusammengefasst: Wir sehen uns rasanten gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Veränderungen, sowie einer zunehmenden Auswirkung des Klimawandels gegenüber. Der Druck auf die Nutzung der natürlichen Ressourcen steigt ständig. Dabei sind sowohl die Bodenressourcen, aber auch ganz wesentlich die Wasserressourcen zu beachten. Die Entwicklungen haben eine globale Dimension, rein nationale Lösungen sind nicht ausreichend.

Wo ergeben sich nun Lösungen für die großen Herausforderungen? Ein wesentliches Ziel muss es sein, die Effizienz der Ressourcennutzung signifikant zu verbessern - natürlich unter Beachtung der

Grundsätze der Nachhaltigkeit. Die Menschheit muss sich in Richtung der „Low-Carbon Society“ weiterentwickeln, molekular Methoden müssen verstärkt in die Technologien einbezogen werden, die „Grüne Chemie“, also die Entwicklung nachhaltiger Produktionsverfahren, Reduktion gefährlicher Substanzen und die Nutzung des molekularen Lebenszyklus sind hier wichtige Aspekte. Ein weiterer Punkt ist die effizientere Landnutzung selbst und die Verringerung der Bodenverluste.

Für die Forschung ergeben sich zahlreiche Herausforderungen. Auf der einen Seite müssen die Modelle zur Vorhersage zukünftiger Umweltbedingungen verbessert, Beobachtungs- und Monitoringsysteme implementiert werden, um globale Umweltveränderungen und deren Auswirklungen besser managen tigkeit weiter beschritten und Innovationen auf allen Ebenen unterstützt werden (REID et al., 2010). Die Denkschrift der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG, 2005) betont zusätzlich die „Molekularisierung“ des Bereiches Lebenswissenschaften, die Agrarlandschaftsforschung und globale Nahrungssicherung, sowie den systemwissenschaftlichen Ansatz.

Die Universität für Bodenkultur Wien hat mit Ihrem Entwicklungsplan und der Leistungsvereinbarung 2010-2012 auf etliche dieser Herausforderungen bereits reagiert. Abbildung 1 zeigt das gegenwärtige Themen- und Kompetenzspektrum der Universität für Bodenkultur.

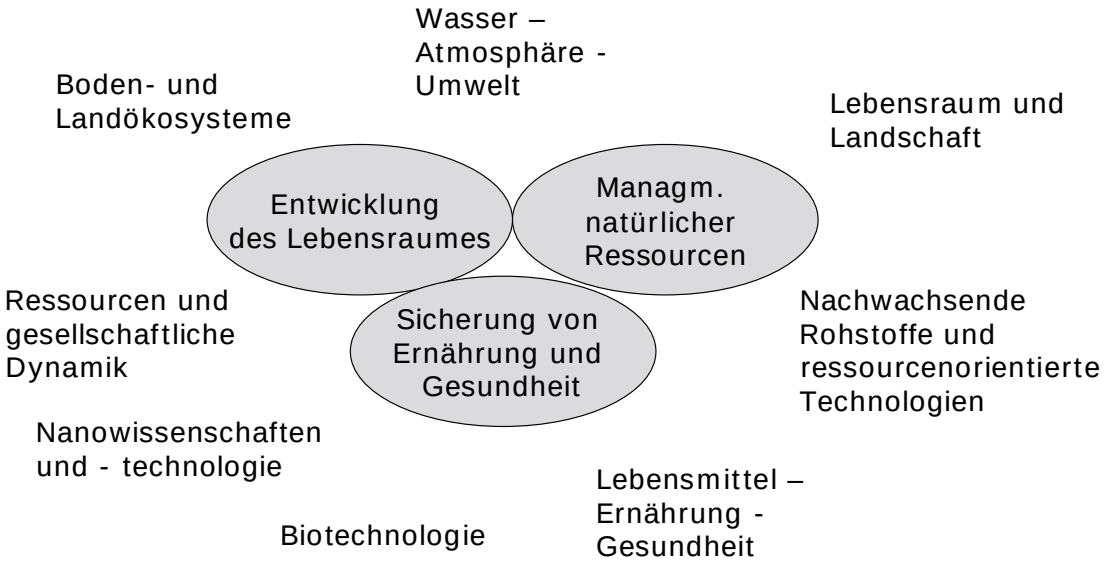


Abbildung 1: **Themen und Kompetenzspektrum der Universität für Bodenkultur.**

Die Antworten, die die BOKU in Ihrem Forschungsspektrum zu geben sucht, umfassen u.a. folgende Bereiche:

- Wissenschaftliche Basis für eine nachhaltige Land- und Forstwirtschaft
- Konzepte für benachteiligte Regionen – Raumentwicklung, Verkehr
- Erneuerbare Energien und nachwachsende Rohstoffe, Biorefinery; kaskadenartige Nutzung der Biomasse
- Globaler Wandel/Klimawandel
- Schutz vor Naturgefahren, Adaptierungs- und Mitigationsmaßnahmen
- Industrielle Biotechnologie
- Zellulose- bzw. Stärkechemie zur Substitution der Petrochemie
- Verbesserung der Ressourcennutzung durch (Nano-) Biotechnologie, Genetik, Molekularbiologie
- Gesunde Lebensmittel
- Medizinische Anwendungen der (Nano)Biotechnologie

Strukturell hat die BOKU durch Einrichtung wissenschaftlicher Initiativen (Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit, BOKU Zentrum für Agrarwissenschaften, Vienna Institute of Biotechnology) und des Centre for Development Research reagiert. Die Einrichtung des Schwerpunktes Biores-

sourcen und biobasierte Technologien im neuen Universitäts- und Forschungszentrum Tulln stellt in diesem Zusammenhang einen weiteren wichtigen Schritt dar.

Zusammenfassung

Wichtige Forschungsfragen im Zusammenhang mit den Agrar- und Lebenswissenschaften stellen sich insbesondere auf folgenden Gebieten:

- Generelle Steigerung der Flächenproduktivität
  - quantitativ
  - qualitativ (Inhaltsstoffe, Mikronährstoffe)
- Meliorierung degradierter Agrar- und Forstökosysteme
- Flächenrecycling kontaminierter Standorte
- Entwicklung ökonomisch sinnvoller Systeme nachhaltiger Bodennutzung (Vermeidung von Beeinträchtigungen der Ökosystemfunktionen)
- Ressourceneffiziente Systeme (Nährstoffeffizienz, Energieeffizienz)
- Gesamtsystembetrachtung: kaskadenartige Nutzung von Biomasse: Nutzung für Lebensmittelproduktion, industrielle Rohstoffe und Energie; industrielle Biotechnologie

Abstract

Important research questions in the agro- and life sciences can be summarized as follows:

- General improvement of productivity in agricultural production
  - quantitative
  - qualitative (e.g. micronutrients, nutritional contents)
- Melioration of degraded agricultural and forest ecosystems
- Remediation and recycling of brownfield sites
- Development of economically sound systems for sustainable soil use – mitigation of adverse effects on the environment
- Resource efficient systems (nutrient efficiency, energy efficiency)
- Holistic approach of biomass use: cascade of utilisation; biomass use for human nutrition, renewable resources and energy; use of methods of industrial biotechnology

Literatur

ASAHI GLASS FOUNDATION (2007): Detrimental Outcome of Poverty (2006): „ Questionnaire on Environmental Problems and the Survival of Humankind – 15 Year Summary, The Asahi Glass Foundation, Japan.

DEUTSCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT (2005): Perspektiven der agrarwissenschaftlichen Forschung; Future Perspectives of Agricultural Science Research: Denkschrift/Memorandum (Denkschrift (DFG)); Wiley-VCH, pp.162.

GALLOWAY, J.N., DENTENER, F.J., CAPONE, D.G., BOYER, E.W., HORWATH, R.W., SEITZINGER, S.P., ASNER, G.P., CLEVELAND, C.C., GREEN, P.A., HOLLAND, E.A., KARL, D.M., PORTER, J. H., MICHAELS, A.F., TOWNSEND, A. R., VOROSMARTY, C. J. (2004): Nitrogen cycles: past, present and future. Biogeochemistry 70, 153-226.

HABERL, H.,, ERB, H.H., KRAUSMANN, F., GAUBE, V., BONDEAU, A., PLUTZAR, C., GINGRICH, S., LUCHT, W., FISCHER-KOWALSKI, M. (2007): Quantifying and mapping the global human appropriation of net primary production in Earth's terrestrial ecosystem.
Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA. 104, 12942-12947.

LAL, R. (2006) Soil Science in the Era of Hydrogen Economy and 10 Billion People. In: IUSS: The Future of Soil Science, IUSS, 76-79.

REID, W. V., CHEN, D., GOLDFARB, L., HACKMANN, H., LEE, Y.T., MOKHELE, K., OSTROM, E., RAIVIO, K., ROCKSTRÖM, J., SCHELLNHUBER, H.J., WHYTE, A. (2010): Earth System Science for Global Sustainability: Grand Challenges. Science 330, 6006, 916-917.
STATISTIK AUSTRIA (2009): Bevölkerungsprognose 2009, Österreichische Raumordnungskonferenz.

Adresse des Autors

Rektor Univ.-Prof. DI Dr. Martin H. GERZABEK, Universität für Bodenkultur Wien, Peter-Jordan-Straße 70, A-1190 Wien, Österreich; martin.gerzabek@boku.ac.at

Veterinärmedizin:
Vom Tier bis zur Volksgesundheit – Forschung im Wandel

Veterinary Medicine: from animal health to public health – research for the future?

Petra Winter*

Einleitung

Die Veterinärmedizinische Universität (vetmeduni vienna) ist eine von 22 Universitäten in Österreich. Sie ist die einzige Ausbildungsstätte in Österreich und somit für die wissenschaftliche Ausbildung, für die Federführung in der Wissenschaft und die Vermittlung der Erkenntnisse zum Wohle der Tiere und der Volksgesundheit verantwortlich.
Das Anforderungsprofil an die Universität hat sich durch die Erweiterung des Anforderungsprofiles an den Beruf Veterinärmedizin wesentlich geändert. Stand die kurative Tätigkeit gerade im Nutztierbereich viele Jahre im Vordergrund, so ist heute ein breites Forschungsfeld am Sektor Veterinärmedizin abzudecken. Expertise zu den Themen Tiergesundheit, Tierschutz, Tierhaltung am Nutztier- und Heimtiersektor bis hin zu Lebensmittelsicherheit, Zoonosen, Epidemiologie und Prävention erfordert neue Strategien in der Forschung.

Herausforderungen

Tiergesundheit beeinflusst sowohl die menschliche Gesundheit, die Lebensmittelsicherheit und das wirtschaftliche Wohlergehen als auch die ethischen Werte. Die Tiergesundheit ist dabei kein einmal zu erreichendes und dann lediglich zu konservierendes Gut, sondern bedarf ihrer ständigen Sicherung und Erweiterung in der Konfrontation mit den Herausforderungen einer sich kontinuierlich ändernden Welt.

Um in dieser Auseinandersetzung erfolgreich zu bestehen, bedarf es der permanenten Erforschung und des unentwegten Erkenntnisgewinns durch Wissenschaft und Technologie. Angesichts der zunehmenden Komplexität und Spezialisierung der Wissenschaften, den finanziellen und infrastrukturbedingten Erfordernissen von Spitzenforschung und wissenschaftlicher Produktivität, und im Gegensatz dazu, angesichts zunehmend begrenzter personeller, infrastruktureller und (am wichtigsten) ökonomischer Ressourcen, ist bei gleichzeitig steigendem Bedarf an inter- oder transdisziplinärer Forschung eine strategische Schwerpunktsetzung unverzichtbar.

Zusätzlich ist es im Sinne einer auf wissenschaftlichen Grundlagen basierenden Politik unumgänglich, eine intensive Vernetzung zwischen Wissenschaft und staatlicher Veterinärverwaltung herzustellen. Dies betrifft sowohl den Wissenstransfer von der Wissenschaft zur Verwaltung in Form von umsetzbaren Erkenntnissen wie auch reziprok von der Verwaltung zur Wissenschaft in Form von Bedürfnissen und Prioritäten. Forschung im Sinne der Aufgaben des Bereichs Verbrauchergesundheit muss sich dabei heute auf die Themen fokussieren, die morgen die Basis des behördlichen Handelns bilden sollen.

Unter diesen Prämissen und vor dem Hintergrund einer Welt, die geprägt ist durch eine stetig anwachsende Komplexität ihrer Quervernetzungen, ist ein reines Erzeugen wissenschaftlicher Einsichten jedoch nicht mehr ausreichend. Vielmehr bedarf es zu einer wirksamen Umsetzung neuer Erkenntnisse nicht nur der streng wissenschaftlich fundierten Evidenz, sondern zunehmend darüber hinaus zusätzlich einer Untersuchung der Wirksamkeit, der Effizienz und der ökonomischen Bedeutung in der praktischen Umsetzung. Um die praktische und politische Handlungsfähigkeit zu gewährleisten, muss anwendungsorientierte Forschung dem Entscheidungsträger und den Industriepartnern ein umfassendes Instrumentarium in die Hand geben, die auch wirtschaftliche, ökonomische oder gesellschaftspolitische Dimensionen mit einbezieht.

Diese Kooperationen sind jedoch sehr stark von den Bedürfnissen und Interessen der Partner und/oder Förderinstrumente geprägt, so dass eine Lukrierung dieser Mittel nur über eine starke Anbindung an die strategischen Anliegen und akuten Erfordernissen der wirtschaftlichen oder wissenschaftlichen Partner möglich ist.

Verständlicherweise sind diese Kooperationen überhängend im Bereich der angewandten Forschung angesiedelt oder befassen sich mit Erkenntnisgewinnen die für die Gesunderhaltung der Nutztierpopulation und die Wettbewerbsfähigkeit der Landwirtschaft in Österreich oder auch der Erhaltung der Lebensmittelsicherheit oder der öffentlichen Gesundheit dringend notwendig sind, wie z.B. Prävalenzstudien und anderen tiergesundheitsrelevante Fragestellungen.

Dass diese Studien jedoch eine enorm wichtige, wirtschaftliche und auch volksgesundheitliche Bedeutung haben zeigen die entsprechenden Fakten: Allein 2009 wurden nach den Berechnungen der Statistik Austria von der heimischen Landwirtschaft 908.700 t Fleisch, 3,26 Mio. t Kuh-, Schaf- und Ziegenmilch, 1,51 Mrd. Stück Eier und 3.000 t Fisch für den in- und ausländischen Markt produziert. Das Agraraußenhandelsvolumen Österreichs betrug 2009 15,3 Mrd. Euro, Importwert 8,1 Mrd. Euro, Exportwert 7,2 Mrd. Euro. Dies entsprach einem Anteil von 8,0% am gesamten Außenhandelsvolumen (191,3 Mrd. Euro).

Unter Berücksichtigung des Außenhandels mit Lebensmitteln standen den ÖsterreicherInnen für die Ernährung rund 836.200 t Fleisch, 765.900 t Trinkmilch, 159.800 t Käse, 43.300 t Butter, 1,94 Mrd. Stück Eier und 62.700 t Fisch zur Verfügung. Somit ist in Österreich der Fleischkonsum 2009 auf ziemlich genau 100 Kilo pro Kopf gestiegen. Der Blick auf die weltweite Dynamik ist noch signifikanter.

Die Gewährleistung der Versorgung mit stetig steigenden Mengen an gesunden Lebensmitteln, gewonnen von gesunden Tieren in einer nachhaltig geschützten Umwelt, bedarf zum Erhalt der notwendigen wirtschaftlichen Lebensfähigkeit und Wettbewerbsfähigkeit entsprechend ausgerichteter Forschung und enger Anbindung an die gesundheitlichen und ökonomischen Gegebenheiten. Dass solche Forschung nicht zum Nulltarif vom Himmel fällt, ist im Bewusstsein der involvierten Branchen, Ministerien und Verbraucher zu verankern, und das Verständnis dafür und entsprechende Unterstützungsbereitschaft in Form bereitgestellter (finanzieller) Mittel zu fördern.

Universitäre Forschung an der Schnittstelle Tiergesundheit/Lebensmittelproduktion hat jedoch nicht nur die Aufgabe, als Hilfsmotor der ökonomischen Entwicklung landwirtschaftlicher Nutztierhalter zu fungieren, sondern insbesondere die Aufgabe, weit vorausschauend fundamentale Grundlagen und Kenntnisse sowie neue, innovative Möglichkeiten und Technologien der Gesunderhaltung zukünftiger Nutztierproduktion aufzuzeigen, zu entwickeln und zu explorieren. Selbstverständlich erfordern auch die Schnittstellen Mensch/Haus- und Heimtiere und Mensch/Haustiere/Wildtiere fundierte und angewandte Forschung.

Die Steuerung physiologischer und pathophysiologischer Vorgänge tierischer Organismen spielt eine zentrale Rolle für nachhaltige, innovative Forschung. Erkenntnisse zum Einfluss exogener Faktoren auf die Physiologie und Pathophysiologie tierischer Organismen sowie auf die Reproduktion und Signalübertragung ermöglichen zielgerichtete und zeitgerechte diagnostische und präventive Maßnahmen. Fundiertes Wissen über mikrobielle Genome und die Wirt-Erreger-Interaktionen gewährleistet neue Strategien zur epidemiologischen Überwachung von Krankheiten und zur Bekämpfung bzw. Therapie durch die Entwicklung von Impfstoffen. Diese Forschungserkenntnisse führen letztendlich zur Lösung des Problems antimikrobieller und anderer Arzneimittelresistenzen und zur Minimierung des Risikos von Zoonosen.
Für die Gesundheit des Menschen leistet die Erforschung verschiedener Signalwege und Mechanismen bei Labortieren wesentliche Beiträge zur Klärung der Zusammenhänge von Immunität, Entzündung und Krebs. Die Entwicklung und Abklärung innovativer Therapiekonzepte in der Medizin ist ebenso im Gebiet der Labortiermedizin und comparativen Medizin verankert.

Lösungsansätze

- Wahrnehmung aller Kernkompetenzen der Veterinärmedizin durch Schaffung und Etablierung von nationalen und internationalen Schwerpunkten.
- Zusammenführung der Expertisen in Kompetenzzentren
- Bildung von intra- und interuniversitären Technologieplattformen
- Etablierung von nachhaltigen nationalen und internationalen Kooperationen mit Ministerien, Forschungseinrichtungen Industrie und anderen Universitäten
- Erweiterung der Kernkompetenzen der vetmeduni um die Bereiche Compartive Medicine und Mensch-Tier-Beziehung

Abstract

The social and legal status of animals, once mere chattels to be used and exploited at will by owners, is changing rapidly. For a variety of reasons including a rapidly growing world population, increasing urbanization, and mounting concern about environmental deterioration, most classes of animals, both domestic and wild, are becoming more important to people. With increasing public concern about food safety, a growing understanding of the importance of companion animals to human health and well-being, and continuing importance of animals and zoonoses to human health is demanded. Research in veterinary medicine has to be focused on animal and public health, delivering fundamental as well as applied knowledge. Therefore it will be necessary to establish competence centers, partnerships and international cooperation. A new focus on human-animal interface should be founded.

Adresse der Autorin

Veterinärmedizinische Universität Wien, Veterinärplatz 1, A-1210 Wien

* Ansprechpartner: Ao.Univ.Prof. Dr. Petra WINTER, petra.winter@vetmeduni.ac.at

Österreichische Forschung im europäischen Netzwerk

Austrian research in European networking

Elfriede Fuhrmann

Einleitung

Seit dem EU-Beitritt 1995 ist Österreich mit seiner Vollmitgliedschaft der Union an der Gestaltung der gemeinschaftlichen Politikbereiche beteiligt. Dazu zählen auch die EU-Forschungsprogramm. Das 7. EU-Forschungsrahmenprogrammn stellt das weltweit größte kooperative Forschungsprogramm dar und ist zentrales Instrument zur Entwicklung des Europäischen Forschungsraumes. Die österreichische Beteiligung an den europäischen Programmen stellt auf allen Ebenen beginnend bei der strategischen politischen Orientierung bis hin den Beteiligten österreichischer WissenschafterInnen eine Herausforderung in der Ausrichtung und vorausschauende Planung dar

Material und Methoden

Der vorliegende Beitrag fasst ausgewählte Abschnitte und wichtige Instrumente der nationalen Forschungsförderung und Integration in das Europäische Forschungsnetzwerk zusammen. Ein Ausblick auf die derzeit in Entwicklung befindlichen und kommenden transnationalen Forschungsprogrammentwicklungen zeigt den Weg einer weiteren Integration auf.

Entwicklung und Diskussion

Forschung wurde seit der Gründung des Europäischen Wirtschafsraumes als wichtiges Instrument zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit und Integration gesehen. Mit der Gründung des Ständigen Agrarforschungsausschusses-SCAR Regulation (EEC) No. 1728/74 of the Council of 27 June 1974 wurde der erste wichtige Schritt in der Koordinierung der Agrarforschung in Europa gesetzt. Zuvor wurde im Jahre 1971 mit der Initiative von 19 Ländern und den Europäischen Gemeinschaften COST – European Cooperation in Science and Technology gegründet, um die Zusammenarbeit und den Informationsaustausch von ForscherInnen zu ermöglichen. 1981 wurde das Agrarforschungsprogramm und 1984 das erste Forschungsrahmenprogramm verabschiedet, das in der Folge bis zu den derzeit laufenden fortgesetzt wurde. Die Wichtigkeit der europäischen Forschung als Instrument der Politikausrichtung und Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit Europas erfuhr mit der Bündelung in der GD Research im Jahre 1998 eine Verstärkung.
SCAR wurde 2004 in die GD Research integriert und hat mit seinen neuen Aufgaben und Instrumenten viel zur Schaffung des Europäischen Forschungsraumes beigetragen.

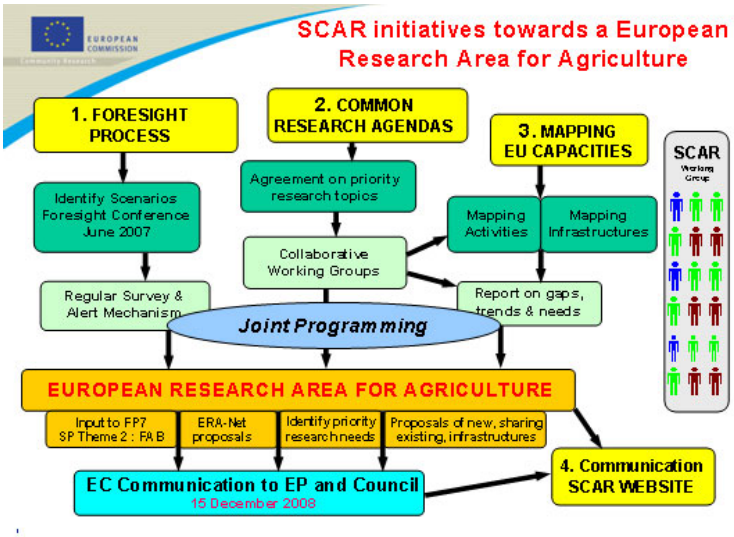


Abbildung 1: **Aufgaben, Instrumente von SCAR sowie seine Verknüpfung**.

Der Foresight Prozess, der 2007 mit der Installierung einer Expertengruppe, die bestehende Forschungsergebnisse einer Analyse unterzogen hat und die wichtigsten Einflüsse „major driving forces“ zusammengestellt hat, gestartet wurde befindet sich derzeit in der 3. Prozessphase, in der der Schwerpunkt auf die Lebensmittelproduktion gelegt wurde.

Die großen Herausforderungen mit Ende der 1999er Jahre, Energieversorgung und Klimawandel, zeigten, dass die Ebene gemeinsamer Forschungsprojekte zur Bewältigung „Globaler Herausforderungen“ nicht ausreicht. Die Vision des Europäischen Forschungsraumes versucht die Vielfalt Europas zu einem Standortvorteil im globalen Wettbewerb zu machen. Die Realisierung des Europäischen Forschungsraumes bedarf der Mitarbeit aller Akteure auf regionaler, nationaler und europäischer Ebene.
Zur operativen Umsetzung bedarf es dem Zusammenspiel der folgenden Ebenen:

- ein Europäischer Binnenmarkt für Forschung ohne Grenzen für die Forschenden, Technologien und Wissen;
- eine effektive europaweite Koordinierung einzelstaatlicher und regionaler Forschungstätigkeit, -programme und –strategien, und
- Initiativen, die auf europäischer Ebene umgesetzt und finanziert werden.

Im Jahre 2002 haben die Mitgliedsländer konkrete zahlenmäßige Ziele zur Lissabon Strategie im Rahmen des Europäischen Rats in Barcelona mit einer Erfüllung bis 2010 vereinbart. Darin sollten die staatlichen Ausgaben für F&E auf einen Anteil von 3% des Bruttoinlandsprodukts herangeführt werden. Der Anteil der Forschungsausgaben des privaten Sektors sollte auf zwei Drittel angehoben werden. In der Folge hat auch Österreich seine Bemühungen zur Anhebung der Forschungsaufwendungen gesteigert (2008 2,76 % BIP).
Mit dem Instrument ERA-Net der Integration von nationalen Forschungsprogrammen wurde im 6. EU-Forschungsrahmenprogramm ein wesentlicher Anreiz geschaffen.
Das 7. EU-Forschungsprogramm (2007 – 2013) ist weiterhin ein wesentliches Instrument der Forschungsförderung auf europäischer Ebene. Zusätzlich unterstützt die Schaffung weiterer Instrumente die Zusammenführung nationaler Programme, wie z.B. JPI-Joint Technology Initiatives und Joint Programming Initiatives.
Der Ljubljana-Prozess“ 2008 zeichnet einen weiteren Meilenstein in der Umsetzung des Europäischen Forschungsraumes. Der Rat der Europäischen Union hat dazu Ende 2008 die „Vision 2020“ für den Europäischen Forschungsraum verabschiedet. Ergänzung dazu bilden auch die Überlegungen vom „European Research Area Board“ ERAB mit dem im Oktober 2009 veröffentlichen Überlegungen „Europa muss auf eine neue Renaissance hinarbeiten – strategische Perspektiven für den Europäischen Forschungsraum“, in dem die Weiterentwicklung bis 2030 im Interesse EU und der internationalen Gemeinschaft vorangerieben werden soll.

Eine rein monetäre Betrachtung der EU-Forschungsausgaben im Verhältnis zur Summe der nationalen Forschungsausgaben in Europa mit 6% zu 94% so greift diese Gegenüberstellung viel zu kurz und wird den Bemühungen der Forschungsintegration nicht gerecht. Wenn öffentliche Basisfinanzierungen z.B. Universitäten nicht in die Summe der nationalen F&E Ausgaben einbezogen werden, so steigt der Anteil des EU-Forschungsrahmenprogramms je nach verglichenem Mitgliedsland auf zwischen 20 und 30% der öffentlichen F&E Ausgeben.

Seit der Vollmitgliedschaft Österreichs bei der EU konnte die Beteiligung österreichische Organisationen sowohl hinsichtlich Anzahl, Qualität und Volumen von Forschungsrahmenprogramm zu Forschungsrahmenprogramm deutlich gesteigert werden. Mit Stand 2009 – zwei Jahre nach Beginn des 7. Forschungsrahmenprogramms- stellten Österreichische Forscherteams einen Anteil von 2,5 % aller geförderten Beteiligungen dar. Die Gründe für diesen Erfolg sind vor allem auf zwei Ebenen zu finden:

1. Österreichische ForscherInnen und Teams an Universitäten, Forschungsorganisationen und Unternehmen haben hinsichtlich ihrer Leistungen in Qualität und Fähigkeit zur Kooperation gegenüber den europäischen Wettbewerbern überzeugt und konnten ihre Leistung auch zunehmend steigern.

2. Die Politik hat ihren erforderlichen Beitrag zu den Rahmenbedingungen geschaffen. Dazu zählen u. a. nachhaltige starke Informations- und Beratungsstrukturen auf nationaler und regionaler Ebene.

Das Lebensministerium ist mit seinem Forschungsprogramm PFEIL Partner in diversen ERA-Nets und unterstützt transnationale Ausschreibungen.

6. Forschungsrahmenprogramm (2002 – 2006)

- SNOWMANN
- ERA-ARD
- CORE-Organic
- SKEP
- CRUE
- EUPHRESCO

7. Forschungsrahmenprogramm (2007 -2013)

- ERA-ARD II
- CORE-Organic II
- EUPHRESCO II
- RURAGRI

Das Lebensministerium ist Partner in der JPI Agriculture, Food Security and Climate Change - FACCE sowie auch Partner in der CSA FACCE.

Zusammenfassung

Die EU Mitgliedsländer haben sich in der „Vision 2020“ zu einem Europäischen Forschungsraum bekannt. Instrumente zur Implementierung des ERA erfordern gemeinsame Anstrengungen in eine Richtung. Die Wissenschaft und ihre Institutionen, die Industrie wie auch die Forschungsförderer und die Politik haben den ERA zu gestalten. Österreichische WissenschafterInnen sind im ERA gut integriert. Neue Instrumente, wie JPI müssen erst erarbeitet und implementiert werden.

Abstract

The Member States of the European Union have agreed on a common 2020 vision for the European Research Ares (ERA). To implement the ERA vision, it is vitally important all actors of the European Research Area operate jointly or at least in the same direction. The scientific community, its institutions, as well as companies, the administration and research funders and Policy have to take part in the implementation of the ERA. Austrian scientists are well integrated in the ERA. New initiatives like JPI have to be created and implemented now.

Literatur

EU COMMISSION: Hin zu einem Europäischen Forschungsraum, KOM (2000) 6, 18.1.2000, Mitteilung der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen
EU COMMISSION: Der Europäische Forschungsraum: Neue Perspektiven, Grünbuch, 4.4.2007, KOM (2007) 161
EU COMMISSION: Vision 2020 für den Europäischen Forschungsraum: http://ec.europa.eu/research/era/2020_era_VISION_DE:HTML
EU COMMISSION: Towards Joint Programming in research working together to tackle common challenges more efficiently, COM (2008) 468 final
EU COMMISSION: Preparing Europe for a new reneissance; A strategy view of the European Research Area; First report of the ERA Board; October 2009
EU COMMISSION: SCAR Foresight Report; http://ec.europa.eu/research/agriculture/scar/index

SABINE HERLITSCHKA (Hrsg); Hinaus aus dem Schrebergarten – Die Europäisierung der österreichischen Forschung; StudienVerlag, 2010 Wien

Adresse der Autorin

Dipl.-Ing. Elfriede FUHRMANN, Abteilung II/1 Forschung und Entwicklung, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Stubenring 1, A-1012 Wien, Österreich; elfriede.fuhrmann@lebensministerium.at

Forschungstendenzen in der Lebensmittelwissenschaft

Tendencies in Food Science Research

Werner Pfannhauser

Einleitung

Lebensmittelwissenschaft ist eine angewandte Wissenschaft, die sich mit den chemischen, biochemischen, physikalischen und physikochemischen Eigenschaften von Lebensmitteln befaßt.
(ENZYKLOPEDIA 2)

Activities of food scientists include the development of new food products, design of processes to produce these foods, choice of packaging materials, shelf-life studies, sensory evaluation of the product with trained expert panels or potential consumers, as well as microbiological and chemical testing. Food scientists at universities may study more fundamental phenomena that are directly linked to the production of a particular food product and its properties.
(WIKIPEDIA)

In diesem Vortrag werden Entwicklungstendenzen in drei Bereichen, die übergreifend sind und zurzeit auch im Fokus der Öffentlichkeit stehen beispielhaft dargestellt.

- Ernährung
- Bioaktive, gesundheitsfördernde Inhaltsstoffe von Pflanzen
- Nanotechnologie

Ernährung

Natürlich will sich jeder gesund ernähren.
Die Regeln und Empfehlungen zur gesunden Ernährung sind Legion, teilweise einander widersprechend und in der Praxis schwer zu verwirklichen.

Sehr oft wird die Fiktion einer definierbaren „Ausgewogenen Ernährung“ beschworen.
Als Beispiel diene die apodiktische Aussage auf der Internetzseite des deutschen Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR), auf der zu lesen ist: „*Grundsätzlich sind Nahrungsergänzungsmittel für gesunde Personen, die sich normal ernähren, überflüssig. Bei ausgewogener Ernährung bekommt der Körper alle Nährstoffe die er braucht, - eine zusätzliche Zufuhr einzelner Nährstoffe ist deshalb normalerweise nicht erforderlich.*“ Punktum !
Als Beispiel, dass mit der berufenen „normalen Ernährung“ „der Körper alle Nährstoffe, die er braucht“ eben nicht bekommt, sei die Folatversorgung angeführt.
Der tägliche Bedarf beträgt 300 µg / Tag (ÖSTERREICHISCHER ERNÄHRUNGSBERICHT 2008)
Die höchsten Folatgehalte weisen Kohlsprossen (110 µg/100g), Spinat (90 µg/100g) und Broccholi (70 µg/ 100g) auf.
Demnach sind entweder 250 g Kohlsprossen oder 300 g Spinat oder 450 g Broccholi zur Bedarfsdeckung täglich erforderlich. Wer kann und will das praktizieren?
Ähnliche Beispiele lassen sich auch für andere Nährstoffe wie Vitamin B-12, Magnesium, Kalzium anführen.(W.PFANNHAUSER)
Die obligatorische Jodierung des Speisesalzes hat das Thema der Jodunterversorgung zum Nutzen der Bevölkerung praktisch auf Null verringert.
Die Fiktion einer „ausgewogenen Ernährung“, die alles an Nährstoffen für jeden liefert, läßt sich nicht aufrechterhalten.
Eine differenziertere, individuelle Sicht des Nährstoffbedarfs (hier sei ausdrücklich angemerkt, das bedeutet nicht nur Vitamine und Mineralstoffe) ist dringend erforderlich.

Darauf kommt der Abschnitt „Bioaktive, gesundheitsfördernde Inhaltsstoffe von Pflanzen“ noch zurück.

Der Stehsatz von der „ausgewogenen Ernährung“ suggeriert eine Möglichkeit, die nicht besteht,: ohne Supplemente auszukommen.
Wie undefiniert dieser Begriff ist, zeigt das Ergebnis einer Umfrage bei österreichischen Ernährungsexperten und Fachgesellschaften. (W. PFANNHAUSER)

Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) hat auf der Basis aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisse 10 praxisorientierte Regeln formuliert.

Vielseitig essen

Genießen Sie die Lebensmittelvielfalt. Merkmale einer ausgewogenen Ernährung sind abwechslungsreiche Auswahl, geeignete Kombination und angemessene Menge nährstoffreicher und energiearmer Lebensmittel.

1. Reichlich Getreideprodukte – und Kartoffeln

Brot, Nudeln, Reis, Getreideflocken, am besten aus Vollkorn, sowie Kartoffeln enthalten kaum Fett, aber reichlich Vitamine, Mineralstoffe, Spurenelemente sowie Ballaststoffe und sekundäre Pflanzenstoffe. Verzehren Sie diese Lebensmittel mit möglichst fettarmen Zutaten.

2. Gemüse und Obst – Nimm "5" am Tag

Genießen Sie 5 Portionen Gemüse und Obst am Tag, möglichst frisch, nur kurz gegart, oder auch eine Portion als Saft – idealerweise zu jeder Hauptmahlzeit und auch als Zwischenmahlzeit: Damit werden Sie reichlich mit Vitaminen, Mineralstoffen sowie Ballaststoffen und sekundären Pflanzenstoffen (z. B. Carotinoiden, Flavonoiden) versorgt. Das Beste, was Sie für Ihre Gesundheit tun können.

3. **Täglich Milch und Milchprodukte, ein- bis zweimal in der Woche Fisch; Fleisch, Wurstwaren sowie Eier in Maßen**

Diese Lebensmittel enthalten wertvolle Nährstoffe, wie z.B. Calcium in Milch - Jod, Selen und Omega-3-Fettsäuren in Seefisch. Fleisch ist wegen des hohen Beitrags an verfügbarem Eisen und an den Vitaminen B_1, B_6 und B_{12} vorteilhaft. Mengen von 300 – 600 g Fleisch und Wurst pro Woche reichen hierfür aus. Bevorzugen Sie fettarme Produkte, vor allem bei Fleischerzeugnissen und Milchprodukten.

4. Wenig Fett und fettreiche Lebensmittel

Fett liefert lebensnotwendige (essenzielle) Fettsäuren und fetthaltige Lebensmittel enthalten auch fettlösliche Vitamine. Fett ist besonders energiereich, daher kann zu viel Nahrungsfett Übergewicht fördern, möglicherweise auch Krebs. Zu viele gesättigte Fettsäuren fördern langfristig die Entstehung von Herz-Kreislauf-Krankheiten. Bevorzugen Sie pflanzliche Öle und Fette (z. B. Raps- und Sojaöl und daraus hergestellte Streichfette). Achten Sie auf unsichtbares Fett, das in Fleischerzeugnissen, Milchprodukten, Gebäck und Süßwaren sowie in Fast-Food- und Fertigprodukten meist enthalten ist. Insgesamt 70 – 90 Gramm Fett pro Tag reichen aus.

5. Zucker und Salz in Maßen

Verzehren Sie Zucker und Lebensmittel, bzw. Getränke, die mit verschiedenen Zuckerarten (z. B. Glucosesirup) hergestellt wurden, nur gelegentlich. Würzen Sie kreativ mit Kräutern und Gewürzen und wenig Salz. Bevorzugen Sie jodiertes Speisesalz.

6. Reichlich Flüssigkeit

Wasser ist absolut lebensnotwendig. Trinken Sie rund 1,5 Liter Flüssigkeit jeden Tag. Bevorzugen Sie Wasser – ohne oder mit Kohlensäure – und andere kalorienarme Getränke. Alkoholische Getränke sollten nur gelegentlich und nur in kleinen Mengen konsumiert werden.

7. Schmackhaft und schonend zubereiten

Garen Sie die jeweiligen Speisen bei möglichst niedrigen Temperaturen, soweit es geht kurz, mit wenig Wasser und wenig Fett – das erhält den natürlichen Geschmack, schont die Nährstoffe und verhindert die Bildung schädlicher Verbindungen.

8. Nehmen Sie sich Zeit, genießen Sie Ihr Essen

Bewusstes Essen hilft, richtig zu essen. Auch das Auge isst mit. Lassen Sie sich Zeit beim Essen. Das macht Spaß, regt an vielseitig zuzugreifen und fördert das Sättigungsempfinden.

9. Achten Sie auf Ihr Gewicht und bleiben Sie in Bewegung

Ausgewogene Ernährung, viel körperliche Bewegung und Sport (30 bis 60 Minuten pro Tag) gehören zusammen. Mit dem richtigen Körpergewicht fühlen Sie sich wohl und fördern Ihre Gesundheit.

Diese allgemeinen und durchaus vernünftigen Regeln, wie auch beispielsweise die empfohlenen täglichen Aufnahmedosen (RDA = Recommended Dietary Allowances)) greifen jedoch zu kurz.

Nutrigenomics ist das neue Zauberwort.
Nutrigenomic kann definiert werden als die Wissenschaft, die die Beziehung zwischen Genom, den individuellen Genen und Nahrungsbestandteilen herstellt.

Die Definition von Nutrigenomics beinhaltet die Ermittlung des individuellen Bedarfs basierenden auf dem eigenen Genoms. Weiters wird die Beziehung zwischen Ernährung und chronischen Erkrankungen erforscht.
Nutrigenomics wird zu einer stürmischen Entwicklung maßgeschneiderter neuer Lebensmittel führen.
Damit werden Landwirtschaft, Züchtung und Lebensmitteltechnologie neue Impulse erhalten.
Nutrigenomics ist Teil einer breit angelegten Tendenz in Richtung einer personalisierten Medizin, die sich auf eine personalisierte Ernährung gründet.
Mit anderen Worten: Gesunde Ernährung ist individuell zu definieren.

Bioaktive, gesundheitsfördernde Inhaltsstoffe von Pflanzen

Zu den sogenannten sekundären Pflanzeninhaltsstoffen zählen viele verschiedene pflanzliche Nahrungsinhaltsstoffe. Sie sind in Struktur und Wirkung sehr unterschiedlich und üben im Körper verschiedene gesundheitsfördernde Wirkungen aus.
Jahrhundertealte Erfahrung und Kenntnis von Pflanzen, die das Wohlbefinden und die Gesundheit fördern erlengt neue Aktualität.
Zu den sekundären Pflanzeninhaltsstoffen zählen beispielsweise Carotinoide, Phytosterine, Glukosinolate und Polyphenole. Carotinoide wirken teils krebshemmend und können im Körper in unterschiedlichem Ausmaß in Vitamin A umgewandelt werden. Eine hohe Carotinoidaufnahme über die Nahrung kann das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen senken.
Die Phytosterine ähneln in ihrem Aufbau dem Cholesterin und kommen in pflanzlichen Ölen wie dem Sonnenblumenöl vor. Ihnen wird eine cholesterinsenkende Wirkung zugeschrieben.
Glukosinolate, die für den typischen Geruch von Kohlarten und Senf verantwortlich sind, wirken beispielsweise krebshemmend und gegen Bakterien.
Polyphenole kommen in den Randschichten von Obst, Gemüse und Vollkorngetreide vor. Sie wirken unter anderem krebshemmend und entzündungshemmend.

Diese Pflanzeninhaltsstoffe sind wichtige Nährstoffe.
Die Gesetzgebung hinkt da ziemlich nach und verwendet zum Teil unhaltbare veraltete Definitionen.
Diese sind hinderlich, wenn es darum geht innovative pflanzliche Nahrungsergänzungsmittel zu entwickeln.
Der dynamisch sich entwickelnde Nährstoffbegriff umfaßt heute alle unmittelbar oder mittelbar in physiologische Prozesse (den Stoffwechsel) positiv eingreifende Lebensmittel(inhaltsstoffe).
(W.PFANNHAUSER, D. PFANNHAUSER).
Die Ansicht, daß Nährstoffe ledigliche dem Ausgleich von offensichtlichen Mängeln bei offenbaren klinischen Symptomen dienen, ist Stand des 19. Jahrhunderts

Die Lebensmittelwissenschaft entwickelt sich in diesem Bereich stürmisch weiter.

Tendenzen gehen in folgende Richtungen:

- die Wirksamkeit von bioaktiven Pflanzeninhaltsstoffen besser zu erforschen
- die Qualität der Inhaltsstoffe zu erhöhen, z.B. durch bessere Anbaubedingungen und Sortenauswahl
- die wissenschaftliche Nachweisbarkeit der gesundheitsfördernder Wirkung von bioaktiven Pflanzeninhaltsstoffen weiterzuentwickeln
- Forschung und mittelständische Industrie stärker zu vernetzen und dadurch Synergien zu schaffen
- die Verbraucher besser über die bioaktiven pflanzlichen Inhaltsstoffe und deren positive Wirkungen zu informieren

Bioaktive Substanzen und ihre möglichen Wirkungen

Bioaktive Substanzen	antikanzerogen	antimikrobiell	antioxidativ	antithrombotisch	immunmodulierend	entzündungshemmend	Blutdruck regulierend	Cholesterinspiegel senkend	Blutglukosespiegel senkend	verdauungsfördernd
Sekundäre Pflanzenstoffe										
Carotinoide	X		X		X			X		
Phytosterine	X							X		
Saponine	X	X			X			X		
Glukosinolate	X	X						X		
Polyphenole	X	X	X	X	X	X	X		X	
Protease-Inhibitoren	X		X							
Monoterpene	X	X								
Phytoöstrogene	X		X							
Sulfide	X	X	X	X	X	X	X	X		X
Phytinsäure	X		X		X				X	
Ballaststoffe	X				X			X	X	X
Substanzen in fermentierten Lebensmitteln	X	X	X		X			X		

Aufgrund ihrer positiven Wirkung auf Gesundheit und Wohlbefinden sind diese bioaktiven Pflanzeninhaltsstoffe wertvolle und notwendige Nährstoffe.

Nano –Technologie in der Lebensmittelwissenschaft

Nanotechnologie ist die Wissenschaft von der Handhabung von Materie in Bereich der Nano-Dimension. Diese liegt im Bereich von 100 Milliardstel Millimeter und darunter.
Wir begeben uns damit in Bereiche der Abmessungen der größeren Moleküle.
In diesen Dimensionen können sich physikalische Eigenschaften bedingt durch die extrem vergrößerte Oberfläche und verstärkte Wechselwirkungen mit Begleitstoffen stark verändern.
Völlig neue Wirkungen werden damit geschaffen.
Die Möglichkeit der Absorption und Zellgängigkeit sind grundlegende Risken, die es abzuschätzen gilt.
Damit verändern sich auch toxikologische Eigenschaften.
Diese müssen anhand von Modellen, aber auch realiter von Fall zu Fall geprüft werden um Risken erfassen zu können.

Gleich eingangs sei es gesagt:
Ein Technologie- und Forschungsfeindliches Klima in Europe behindert die Entwicklung.
Mehr Augenmaß und eine tabulose Risikobewertung anstelle des Berufens von dumpfen und rückwärtsgewandten Ängsten täte gut.
Der Rückgriff auf die „gute alte Zeit“ bringt nichts. Im Übrigen war sie nicht gut. „Zu Tode gefürchtet ist auch gestorben!“

Der Ansatz, den die Europäische Union diesmal – sehr im Gegensatz zur Gentechnik – wählt ist ein „prospektiver Ansatz“.
Zuerst werden die Risken und Potentiale grundsätzlich erhoben, dann jeweils für den Einzelfall („Case by case“) die Risikoanalyse, Risikoabschätzung, Risikobewertung und – ganz wichtig – auch die Risikokommunikation vorgenommen.
Die frühzeitige Information der Öffentlichkeit vermindert die Gefahr einer unterschwelligen und daher leicht zu manipulierenden Angst vor dem Neuen.

In der Kategorie „Lebensmittel“ finden sich 96 Eintrage in *Woodrow Wilson Int. Center for Scholars* – DATENBANK (Stichtag 15. Mai 2010), wobei aber nur vier davon direkt Lebensmittel betreffen. Der Hauptanteil entfällt auf Nahrungserganzungsmittel, Küchengeschirr und Lebensmittelverpackungen.
Eine spezielle Erhebung nur für die Schweiz führt folgende existierende Nanoprodukte im Lebensmittelbereich an: Nanopartikularem Siliziumdioxid (E 551), nanopartikulare Carotinoidpraparate (8 Herstellerfirmen), Polysorbatmicellen (E 433) und s-Cyclodextrine (E 459). Bezuglich Lebensmittelverpackungen gibt es auf dem Schweizer Markt bereits Verbundfolien und PET-Flaschen, bei denen Nanotechnologie Verwendung findet.

Abb. 3: Einsatzbereiche der Nanotechnologie

Aus: http://wien.arbeiterkammer.at/bilder/d136/Nanotechnologie1.pdf

Der Verpackungsbereich ist beim Einsatz von Nanomaterialien führend.
Vertraute Packstoff sind Kunststoff-Folien, denen eine Aluminium- oder neuerdings eine Siliziumdioxidschichte im Nanometerbereich aufgedampft wurde. Solche Materialien dienen zur aromadichten Verpackung aromareicher Lebensmittel, wie z. B. Gewürze oder Kaffee.(E. BERGHOFER).

Die Tendenz geht zu einer Einarbeitung von Nanopartikel in Kunststoffolien zur Verbesserung der Barriereeigenschaften, zur Verbesserung der Haltbarkeit durch Integration von Enzymen oder Absorbern für Ethylen, die die Lagerdauer von Obst und Gemüse verlängern.
Weiters der Einbau von Sensoren in Packmaterial, die Überschreitung der Lagerfristen anzeigen.

Die Potentiale, aber auch die Risken dieser neuen Technologie müssen sorgfältig, aber immer auch in Hinblick sauf deren ungeahnten Möglichkeit kritisch aber im Geist des menschlichen Fortschritts und nicht des Verharrens geprüft werden.

Abstract

As examples for tendencies in Food Science Research three areas has been selected.

Nutrition
Bioactive plant constituents
Nanotechnology

In the area of human nutrition a lot of suggestions and rules exist.
It is – also from a legal point of view – not really clear what nutrients definitely are. But it is obvious that we are lacking several nutrients in our common diet.
Also opinions about that what a “balanced diet” is are sometimes misleading.
The importance of nutrigenomics is emerging.
Nutrigenomics point out that the individual need based on its genome is the new direction to create food which is individually suitable preventing illness.

Bioactive plant constituents become more and more important.
Due to their benefits they serve as nutrients maintaining or regaining health and wellbeing.
Botanicals from various sources will be in future more than before in the focus.

Nanotechnology offers tremendous opportunities for food science and a lot of benefits to the consumer.
A careful approach via risk analysis to risk assessment and risk communication to the public may prevent mistakes, which has been made in introducing gene technology.

Literatur

(http://encyclopedia2.thefreedictionary.com/food+science

(http://en.wikipedia.org/wiki/Food_science)

BfR :
http://www.bfr.bund.de/de/presseinformation/1996/15/bei_ausgewogener_ernaehrung_sind_nahrungserganzungsmittel_ueberfluessig_-794.html

ÖSTRERREICHISCHER ERNÄHRUNGSBERICHT 2008, BMG Wien, ISBN 978-3-901861-99-4

DGE
http://www.dge.de/pdf/10-Regeln-der-DGE.pdf

WERNER PFANNHAUSER, ÖAZ, 2011, 5, 36-41

WERNER PFANNHAUSER, Lebensm. Biotechnol. 2007, 1, 15-18

WERNER PFANNHAUSER, DIETHER PFANNHAUSER, Nährstoffe – wissenschaftliche und rechtliche Bewertung
Ernährung / nutrition 33, 5, 219, 2009

E. BERGHOFER in
AK Broschüre, 2010, Artikelnummer 506 / 1
http://wien.arbeiterkammer.at/bilder/d136/Nanotechnologie1.pdf

Woodrow Wilson Int. Center for Scholars –DATENBANK
http://www.wilsoncenter.org/

Adressen des Autors

O. Univ. Prof. Dr. Werner PFANNHAUSER, 1180 Wien, Kreuzgasse 79,

werner.pfannhauser@tugraz.at

Auswirkung einer Bio- und kombinierten IP-Bio Sommer Pflanzenschutzstrategie auf Fruchtqualität und Pflanzenschutzmittelrückstände bei alten Apfelsorten

Effect of an organic and a combined integrated-organic summer plant protection strategie on fruit quality and pesticide residues at old apple varieties

Lothar Wurm[1*] und Thomas Rühmer[2]

Einleitung

Die genetische Verengung des aktuellen Frischmarktapfelsortiments geht einher mit geringer Vitalität moderner Apfelsorten und damit verbunden der Notwendigkeit hoher Intensität direkter Pflanzenschutzmaßnahmen (BANNIER 2011). Gleichzeitig fordern viele Handelsketten Programme zur weiteren Reduzierung von Pflanzenschutzmittelrückständen (PALM 2009). Zurzeit wird untersucht, ob zukünftig auch Integrierte Produktion Rückstandsfreiheit garantieren kann bzw. unter welchen Ertrags- und Qualitätseinbußen eine solche Garantie abgegeben werden könnte (CREEMERS 2009, EGGER UND NAEF 2009, HARZER 2009). Viele alte Apfelsorten weisen eine hohe Feldresistenz gegen Schorf, Mehltau und Krebs, einige auch gegen Feuerbrand, Blatt- und Blulaus auf und zeigen ein weites Spektrum interessanter Aromen. Die positive Besetzung von Apfel und Biologischer Produktion mit den alten Apfelsorten zugeschriebenen Assoziationen zu verbinden, ist das Ziel aktueller Marketingstrategien (SCHNEEWEIS et al. 2007).

Material und Methoden

Versuchsanlage: Die Versuchsbäume wurden 2005 als randomisierter Exaktversuch auf der Unterlage M9 ausgepflanzt. Erzogen wird das im heimischen Anbau übliche System einer Schlanken Spindel mit einem Pflanzabstand von 3,5 x 1m. Es wurden Ananas Renette, llzer Rosen, Kronprinz Rudolf, Maschanzker, Goldparmäne, R. Boskoop, Ribston Pepping, St. Schafnase, Winterbananenapfel, Lavanttaler Bananenapfel, Himbeerapfel und Florianer Rosmarin ausgewählt. Dieses Sortiment wurde 2009 durch R. Berlepsch, Cox Orange und Kanada Renette ergänzt.

Tabelle 1: **Wirkstoffe und Behandlungsanzahl (in Klammer) bei verschiedenen Pflanzenschutzstrategien in der Saison 2010 am Versuchsstandort**

Pflanzenschutzstrategie	Zeitabschnitt /Indikation	Wirkstoffe und Behandlungsanzahl
Biologische Produktion	Primärsaison Krankheiten	Kupfer (1), Schwefelkalk (7), Kupfer + Schwefel (2)
	Primärsaison Schadinsekten	Azadirachtin (3), natürliches Pyrethrum + Rapsöl (2), Bacillus thuringiensis (1)
	Apfelwickler	Verwirrung (Isomate) + Granulosevirus (11)
	Sekundärsaison Krankheiten	Schwefel (4), Ulmasud (10)
Integrierte Produktion in Primärsaison + Biologische Produktion in Sekundärsaison	Primärsaison Krankheiten	Kupfer (1), Captan (1), Pyrimethanil (1), Dithianon (7), Mancozeb (1), Triadimenol (3), Fluquinconazol+ Pyrimethanil (2), Cyprodinil + Fludioxinil (1), Dodine (1), Schwefel (1), Kresoxim-methyl (2)
	Primärsaison Schadinsekten	Fenoxycarb (1), Thiacloprid (2), Chorpyrifos (1)
	Sekundärsaison Krankheiten	Schwefelkalk (1), Schwefel (3), Ulmasud (10)
	Apfelwickler	Verwirrung (Isomate) + Granulosevirus (11)
Integrierte Produktion (nur Rückstandsanalyse; Golden Delicious)	Primär- und Sekundärsaison	Während Primärsaison gleiche Wirkstoffe wie Variante „IP+Bio Sekundärsaison“ + Tebufenozide (2), Indoxacarb (2), Captan (5) in Sekundärsaison

Versuchsdurchführung: In Klosterneuburg werden diese Sorten im Rahmen einer Leistungsprüfung unter biologischen und integrierten Rahmenbedingungen seit 2006 getestet (GOBER 2006, SCHNEEWEIS 2006, KLÖCKL 2009). 2010 wurden die Pflanzenschutzstrategien abgeändert: Im Bioquartierteil (Variante: „Biologische Produktion“) wurde während der Primärsaison (laut Schorfprognosemodell Rim Pro) entsprechend den Richtlinien für Biologische Produktion (Tab. 1) behandelt. In der Sekundärsaison wurde der Schwerpunkt der Krankheitsbekämpfung auf saure Tonerde (Präparat :Ulmasud)

gelegt und Apfelwickler mittels Verwirrung kombiniert mit Granulosevirusbehandlungen bekämpft. Im IP-Quartierteil (Variante 2010: „IP in Primärsaison + Bio Produktion in Sekundärsaison“) wurde während der Primärsaison eine Standard-IP-Bekämpfung durchgeführt und anschließend auf dieselbe Bekämpfungsstrategie wie bei der Variante „Bio Produktion“ umgestellt, um die Auswirkungen auf die Fruchtqualität und Rückstände bei dieser Kombinationsstrategie zu untersuchen. Früchte wurden zur Ernte und nach dreimonatiger Lagerdauer auf Schalenfehler hin untersucht. Weiters wurden Früchte ausgewählter Sorten mittels Multimethode (staatlich akkreditierte Prüfmethode SOP P301) auf Pflanzenschutzmittelrückstände getestet.

Ergebnisse und Diskussion

Alle Bio-Varianten und bis auf Schafnase auch alle „IP-Primär- + Bio Sekundärsaison“-Varianten waren rückstandsfrei geblieben, bei der IP Golden Delicious Vergleichsprobe wurden vier Wirkstoffe, alle deutlich unter dem gesetzlichen Höchstwert, nachgewiesen (Tab. 2). Die Voraussetzung bei Bio-Produktion bzw. das Ziel bei kombinierter IP-Bio-Produktion rückstandsfrei zu bleiben war also im Wesentlichen erreicht worden.

Tabelle 2: **Ergebnis der Rückstandsanalysen verschiedener Pflanzenschutzstrategien zum Erntezeitpunkt 2010 (HW: gesetzlicher Höchstwert)**

Pflanzenschutzstrategie	Ergebnis der Rückstandsanalysen
Biologische Produktion	Alle getesteten Varianten (Kronprinz Rudolf, R. Boskoop, Cox Orange, Winterbanane, Schafnase, Goldparmäne, R. Berlepsch) rückstandsfrei
Integrierte Produktion in Primärsaison + Biologische Produktion in Sekundärsaison	Alle getesteten Varianten (Kronprinz Rudolf, R. Boskoop, Cox Orange, Winterbanane, Goldparmäne, R. Berlepsch, Golden Delicious) rückstandsfrei bis auf : Schafnase (< 0,01ppm Cyprodinil; < 0,01 ppm Dodine)
Integrierte Produktion (nur Golden Delicious)	Captan 0,54 ppm (HW 3 ppm); Chlorpyriphos <0,01ppm (HW 0,5 ppm) Indoxacarb 0,014 ppm (HW 0,5 ppm);Tebufenozid 0,017ppm (HW 1 ppm)

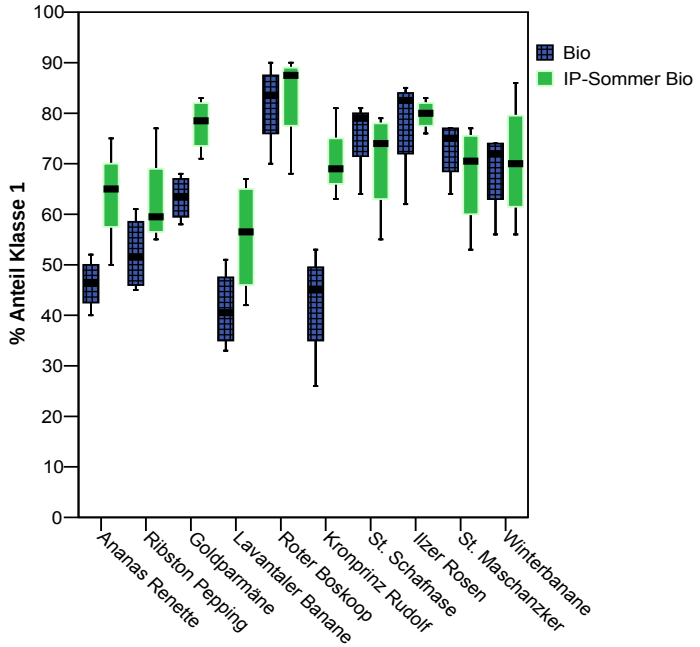


Abbildung 1: **% Anteil Früchte der Klasse 1 bei den Pflanzenschutzstrategien „Bio“ und „IP Primärsaison -Bio Sekundärsaison“(=IP-Sommer Bio) zur Ernte 2010**

Zur Ernte wurde noch wie in den Vorjahren ein signifikant niedrigerer Anteil von Früchten der Klasse 1 bei der Variante „Biologische Produktion“ festgestellt (Abb. 1). Vor allem bei Kronprinz Rudolf, Lavanttaler, Ananasrenette, Goldparmäne und Ribston Pepping schnitt die Variante „IP Primärsaison – Bio Sekundärsaison“ deutlich besser ab. Hauptursachen für Schalenfehler waren Raupenfraß, Apfelwicklerbefall und speziell bei der Bio-Variante Berostung. Der Prozentsatz wicklerbefallener Früchte lag zur Ernte je nach Sorte zwischen 0,8 und 4,6. Ein Sorten- oder Pflanzenschutzstrategieein-

fluss auf den Wicklerbefall wurde nicht festgestellt. Im Lagerverhalten zeigten sich allerdings 2010 keine hochsignifikanten Unterschiede zwischen den Pflanzenschutzstrategien mehr. Der Sorteneinfluss auf Lagerverluste blieb hingegen wesentlich. Unabhängig von der Pflanzenschutzstrategie war der Verlust durch parasitäre Lagerkrankheiten bei Lavanttaler Bananenapfel, Ananasrenette und Himbeerapfel signifikant höher als bei den anderen Sorten.

Zusammenfassung

2010 wurden in einem Versuchsquartier des LFZ Klosterneuburg die Auswirkungen einer „Bio"- und einer kombinierten „IP Primärsaison-Bio Sekundärsaison" Pflanzenschutzstrategie auf Fruchtqualität und Pflanzenschutzmittelrückstände bei alten Apfelsorten untersucht. Früchte beider Pflanzenschutzstrategien blieben rückstandsfrei. Nur bei Schafnase der Variante „IP Primärsaison-Bio Sekundärsaison Bio" konnten zwei Wirkstoffe nachgewiesen werden. Zur Ernte schnitten die Früchte der Bio-Variante in Hinblick auf Schalenfehler signifikant schlechter ab. Die Verluste durch parasitäre Krankheiten während der Lagerung waren stark sortenabhängig, aber nicht wesentlich von der Pflanzenschutzstrategie beeinflusst.

Abstract

In 2010 the effect of an organic and a combined "integrated-organic summer" plant protection strategie on fruit quality and pesticide residues at old apple varieties was tested. No pesticide residues were detected in fruits of both plant protection strategies, expect on fruits of "integrated-organic summer" Schafnase. At harvest the bio-variant showed a significantly higher percentage of fruits with skin defects. The losses due to parasitic diseases during storage were strongly depending on the cultivar, but hardly affected by the plant protection strategy.

Literatur

BANNIER, H.J., 2011: Moderne Apfelzüchtung: Genetische Verarmung und Tendenzen zur Inzucht. Erwerbs-Obstbau (2011) 52:85–110

CREEMERS, P., 2009: Alternative Strategien zur Vermeidung von Pflanzenschutzmittelrückständen. In: 10. Steirisches Kernobstseminar Tagungsband

EGGER, S. und NAEF, A., 2009: Low-Input Versuch - Qualitätsproduktion mit möglichst geringem Pflanzenschutzmitteleinsatz. In: 10.Steirisches Kernobstseminar Tagungsband

GOBER, E. M. 2006: Fruchtqualität ausgewählter alter Apfelsorten aus integriertem und biologischem Anbau. Diplomarbeit am LFZ Klosterneuburg

HARZER, U., 2009: Bekämpfungsstrategien beim Apfel unter Berücksichtigung der Rückstandsproblematik. In: 10. Steirisches Kernobstseminar Tagungsband

KLÖCKL, V. 2009: Untersuchung von Festigkeit, Stärkegehalt, gelöster Trockensubstanz, Säuregehalt, Vitamin C-Gehalt und Gerbstoffen bei der Lagerung von ausgewählten alten Apfelsorten aus biologischem und integriertem Anbau. Diplomarbeit am LFZ Klosterneuburg

PALM, G., 2009: Pflanzenschutzmittelrückstände im Kernobst. Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau 21, S. 8 - 11

SCHNEEWEIS, T. 2006: Lagerfähigkeit ausgewählter alter Apfelsorten aus integriertem und biologischem Anbau. Diplomarbeit am LFZ Klosterneuburg

SCHNEEWEIS, T., GOBER, E. M. und WURM, L. 2006: Alte Apfelsorten für den Frischmarkt – Nostalgie oder reelle Marktchance? Besseres Obst 9, S. 8 - 10

Adressen der Autoren

[1] Lehr- und Forschungszentrum für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, Institut für Obstbau, Wienerstr. 74, 3400 Klosterneuburg

[2] Landesversuchszentrum der Steiermark Haidegg, Fachabteilung 10B landwirtschaftliches Versuchszentrum, Referat Obst- und Weinbau

[*] Ansprechpartner: Dr. Lothar WURM, lothar.wurm@weinobst.at

Einfluss des Erntezeitpunkts und der Lagerung auf den Trübungsgehalt naturtrüber Apfelsäfte

Influence of varying harvest times and storage on the amount of cloudiness in cloudy apple juices

Elke Sophie Groll[1*] und Manfred Gössinger[1]

Einleitung

Naturtrübe Apfelsäfte erfreuen sich großer Konsumentenbeliebtheit, weshalb der Trübungsgehalt und die Trubstabilität wichtige Faktoren in der Produktion sind. In dieser Arbeit wurden fünf Apfelsorten zu drei verschiedenen Erntezeitpunkten geerntet. Es wurde der Trübungsgehalt sofort nach dem Pressen und nach 24 Stunden gemessen. Zusätzlich wurde auch der Einfluss der Lagerdauer der Äpfel untersucht. Ziel dieser Arbeit war es, optimale Ernte- und Reifezeitpunkte für naturtrübe Apfelsäfte zu finden.

Material und Methoden

Es wurden die Trübungsgehalte der Apfelsorten Gala Brookfield, Evelina, Golden Delicious Klon B, Fuji x Kiku 8 und Elstar x Elista untersucht, die aus dem Versuchsgut Haschhof stammten. Jede Sorte wurde zu drei verschiedenen Reifezeitpunkten geerntet – bei der Lagerreife, Genussreife und der Überreife.
Die lagerreifen Äpfel wurden zu dem Zeitpunkt geerntet, an dem sie für den Markt zum Lagern optimal sind. Die genussreifen Äpfel wurden vom Baum vollreif geerntet und die überreifen Äpfel wurden nach der Vollreife noch für einen Zeitraum von einer Woche am Baum belassen. Anschließend wurde jede Sorte zu jedem Reifezeitpunkt sofort verarbeitet, bzw. nach einem und zwei Monaten Lagerzeit zerkleinert und gepresst.
Es wurde bei jeder Variante der Streifindex (Zuckergehalt, Fruchtfleischfestigkeit, Stärketest) bestimmt und der Trübungsgehalt sofort nach dem Pressen gemessen. Weiters wurde die Trübung 24 Stunden danach wiederholt gemessen. Die Äpfel wurden mit einer Rätzmühle zerkleinert und mit einer Bandpresse gepresst. Die HTST Erhitzung wurde mit einem Röhrenwärmetauscher durchgeführt. Die Probenentnahme erfolgte jeweils aus dem mittleren Teil der Gesamtprobe.

Ergebnisse und Diskussion

Bei allen Sorten gemeinsam konnten zwischen der Trübungsmessung 24 Stunden nach dem Pressen (2. Trübungsmessung) signifikante Korrelationen mit dem Zuckergehalt, der Fruchtfleischfestigkeit, dem Stärkegehalt und dem Streifindex berechnet werden.
Betrachtet man die einzelnen Apfelsorten gesondert, so sieht man bei der Sorte Gala und Elstar bei der ersten Trübungsmessung, dass jeweils die sofort nach dem Ernten gepressten Äpfel die geringste Trübung aufweisen. Bei den Varianten die ein Monat bzw. zwei Monate nach der Ernte gepresst wurden, sind höhere Trübungsgehalte festzustellen. Auch bei der zweiten Trübungsmessung sieht man die Trübungserhöhung. Bei der Sorte Fuji ist bei den überreifen, sofort gepressten Äpfeln ein höherer Trübungsgehalt zu erkennen, als bei den ein Monat gelagerten. Sonst erhöhen sich die Trübungsgehalte mit den Lagerzeiten. Bei der zweiten Trübungsmessung sind beim Fuji bei allen Erntezeitpunkten die Trübungsgehalte der sofort gepressten Äpfel am höchsten. Beim Golden Delicous sowie bei der Evelina waren keine eindeutigen Tendenzen zu erkennen, wobei bei Evelina oft die ein Monat gelagerten Äpfel die höchsten Trübungsgehalte zeigten.

Bei der Sorte Gala gibt es statistisch signifikante Korrelationen der 2. Trübungsmessung ($\alpha = 0{,}05$) zur 1. Trübungsmessung, dem Zuckergehalt und dem Stärkegehalt. Die 2. Trübungsmessung von Golden Delicious zeigt signifikante Korrelationen zur 1. Trübungsmessung, zur Fruchtfleischfestigkeit, zum Stärkegehalt und zum Streifindex und die 2. Trübungsmessung von Elstar korreliert signifikant mit der 1. Trübungsmessung und der Fruchtfleischfestigkeit. Bei Fuji und Evelina (innerhalb der jeweiligen Sorten) gibt es keine signifikanten Korrelationen der 2. Trübungsmessung mit der 1. Trübungsmes-

sung, dem Zuckergehalt, der Fruchtfleischfestigkeit, dem Stärkegehalt und dem Streifindex. Bei der Sorte Golden Delicious zeigte sich eine signifikante Korrelation zwischen dem Trübungsgehalt und dem Streifindex. Einzelne Parameter wie der Stärkegehalt und Zuckergehalt (bei Gala) und die Fruchtfleischfestigkeit (bei Elstar und Golden Delicious) zeigten eine signifikante Korrelation.

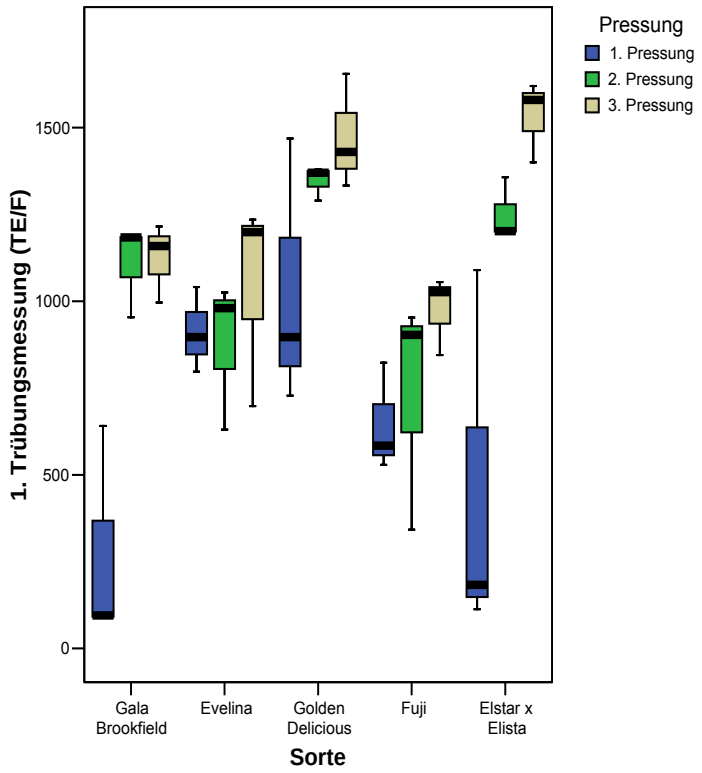


Abbildung 1: **Trübungsgehalte in Abhängigkeit der Sorte und des Presszeitpunktes (alle Reifegrade zusammengefasst)**

In der obigen Abbildung erkennt man, dass jeweils bei der ersten Pressung (sofortiges Pressen nach der Ernte) die geringsten Trübungen vorhanden sind. Bei der 2. Pressung (nach einem Monat Lagerzeit) bzw. bei der 3. Pressung (nach zwei Monaten Lagerzeit) erhöhen sich die Trübungsgehalte.

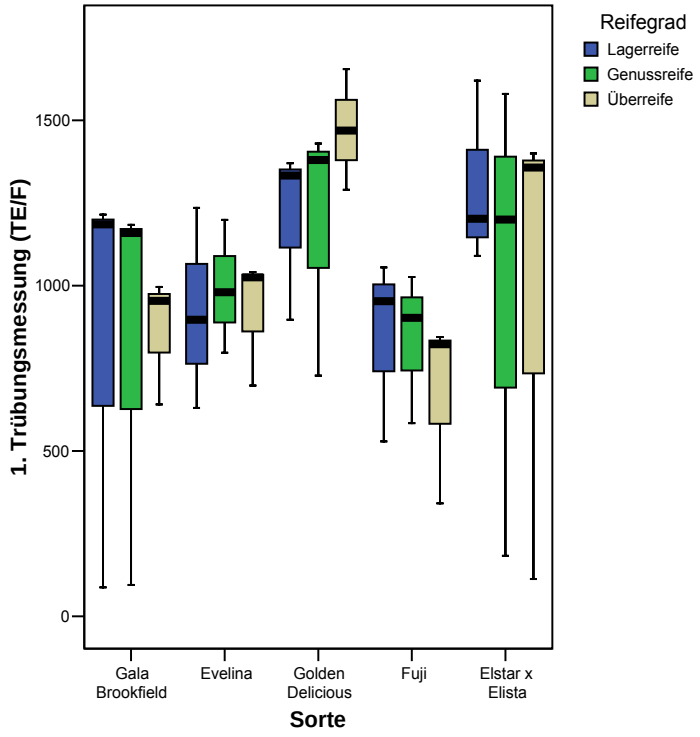


Abbildung 2: **Trübungsgehalte in Abhängigkeit der Sorte und des Reifegrades (alle Pressungen zusammengefasst)**

Der Reifegrand der Äpfel (Lagerreife, Genussreife und Überreife) hat nur wenig Einfluss auf die Trübungsgehalte. Werden die sofortige Pressung nach der Ernte, die Pressung nach einem Monat und zwei Monaten Lagerzeit zusammengefasst, ergeben sich nur sortenspezifische Unterschiede bei den Trübungsgehalten.

Zusammenfassung

Es wurden die Sorten Gala Brookfield, Evelina, Golden Delicious, Fuji x Kiku und Elstar x Elista auf ihren Trübungsgehalt untersucht. Dabei wurden die Äpfel zu drei verschiedenen Reifezeitpunkten geerntet und sofort gepresst, einen Monat bzw. zwei Monate gelagert und danach gepresst. An den Trübungsgehalten kann man erkennen, dass die sofort gepressten Äpfel niedrigere Trübungsgehalte aufweisen, als die zuerst gelagerten Äpfel. Der Reifezustand der Äpfel (Lagerreife, Genussreife, Überreife) wirkt sich nur sehr gering auf die Trübungsgehalte aus. Sortenspezifische Unterschiede haben einen größeren Einfluss.

Abstract

The cultivars Gala Brookfield, Evelina, Golden Delicious, Fuji x Kiku and Elstar x Elista got analysed on their amount of cloudiness in the apple juices. The apples were harvested at three degrees of ripeness and got pressed either immediately, or stored for one month and two months and were pressed afterwards. The amount of cloudiness shows less clouds in immediately pressed cloudy apple juices, than in stored and later pressed apple juices. The degree of ripeness (ripe for storage, ripe and overripe) shows little effect on the amount of cloudiness. Cultivars show bigger effects.

Adressen der Autoren

[1] LFZ für Wein- und Obstbau, Abteilung Obstverarbeitung, Wienerstraße 74, A-3400 Klosterneuburg

[*] Ansprechpartner: Elke Sophie GROLL, elke.groll@weinobst.at

Die innere Qualität der Erdbeere in Abhängigkeit von Herkunft, Sorte, Erntezeitpunkt und Reife

Internal quality of starwberries from different locations, varieties, time of harvest and degree of ripeness

Manfred Gössinger[*1], Julia Grünewald[1], Claudia Kampl[1], Sylvia Wendelin[1], Karl Stich[2] und Emmerich Berghofer[3]

Einleitung

Die innere Qualität von Erdbeeren ist ein wichtiger Parameter für die Obstverarbeitung. Neben dem Zucker- und Säuregehalt spielen der Gehalt an Anthocyanen und die Farbstabilität der Verarbeitungsprodukte eine entscheidende Rolle bei der Beurteilung der Güte der Erdbeeren. Frühere Ergebnisse (Gössinger et al., 2010) haben gezeigt, dass die Farbstabilität der Erdbeerprodukte zum Teil vom Erntezeitpunkt und Reifegrad der Erdbeeren abhängig ist.
In diesem Projekt sollen wichtige Parameter der Erdbeere in Abhängigkeit der Herkunft, Sorte, Erntezeitpunkt und Reifegrad bestimmt werden. Weiters soll die Farbstabilität der daraus hergestellten Nektare beurteilt werden.

Material und Methoden

Für den Versuch standen Erdbeeren von vier verschiedenen Standorten der Ernte 2010 zur Verfügung (Niederösterreich (Fa. Zachhalmel), Steiermark (Fa. Edlinger), Serbien und Polen). In Niederösterreich wurden an einem Standort die Sorten *Elsanta, Alba, Madleine, Clery* und *Symphonie* untersucht, in der Steiermark die Sorte *Elsanta*, in Serbien und Polen die Sorten *Elsanta* und *Senga Sengana*.
Es wurden sowohl die Festigkeit, das Gewicht von 5 Erdbeeren und die Respiration, sowie die wertbestimmenden Inhaltsstoffe wie der Gehalt an Anthocyanen, Flavonolen und L-Ascorbinsäure, Trockensubstanz und Titrierbare Säure untersucht. Am Standort NÖ wurden zusätzlich die Aktivitäten von Polyphenoloxidase und Peroxidase und der Proteingehalt der Erdbeeren analysiert.
Die Erdbeeren wurden an 3 Ernteterminen geerntet (erste Ernte, mittlere Ernte und letzte Ernte am Standort) sowie die Früchte dem Reifegrad reif bzw. vollreif zugeordnet und getrennt analysiert und verarbeitet.
Um den Einfluss der Witterung an den Standorten berücksichtigen zu können, wurden auch die Wetterdaten während der Ernte erfasst und ein Wetterkennwert für jede Sorte und Erntetermin (letzten 5 Tage inkl. Erntetag) ermittelt (sonnig, bewölkt, regnerisch).
Die Erdbeeren wurden im Pilot Maßstab zu Nektar (14 °Br, TA: 7g/l, Fruchtanteil: 40 %) verarbeitet. Die Farbveränderungen der Nektare während der Lagerung bei 20 °C wurden mittels Spektralphotometer Minolta 3500 D im Auflichtverfahren gemessen. Die Beurteilung der Erdbeerfarbe erfolgte mittels Akzeptanzfaktor (AF= a*/h°)) (Gössinger et al., 2009).

Ergebnisse und Diskussion

Die Respirationswerte der Erdbeeren lagen zwischen 300 und 1300 mg CO_2/kg h. Es gab deutliche Unterschiede innerhalb der Standorte und Erntezeitpunkte.
Das Gewicht von fünf Erdbeeren schwankte zwischen 14 und 33 g. Die Festigkeit der Erdbeeren variierte zwischen 1,0 und 1,8 kg/cm².

Wertbestimmende Inhaltsstoffe
Zur Ermittlung des Einflusses des Standortes auf die innere Qualität der Erdbeeren wurde die Sorte *Elsanta* (Hauptsorte in Mitteleuropa) herangezogen.
Die Trockensubstanzwerte der Erdbeeren variierten zwischen 5,5 und 11,5 °Br. Die höchsten Werte wurden in Polen gemessen (10,0 – 11,5 °Br). Die Erdbeeren aus Österreich wiesen Werte zwischen 6,0 und 8,0 °Br auf. Die niedrigsten Werte hatten die Erdbeeren aus Serbien.

Die Werte der Titrierbaren Säure lagen zwischen 5,3 und 8,2 g/l. Der pH-Wert des Marks lag zwischen 3,25 und 3,65.
Die Gehalte an L-Ascorbinsäure schwankten im Bereich von 150 bis 580 mg/l. Die höchsten Gehalte wurden in Erdbeeren aus Österreich (erste Ernte) gemessen.
Generell gibt es innerhalb der unterschiedlichen Erntezeitpunkte zum Teil signifikante Unterschiede in den Gehalten wertbestimmender Inhaltsstoffe. Dies liegt darin begründet, dass das Wetter während der Erntezeit 2010 (8.Juni bis 11. Juli) sehr unterschiedlich war. Vor allem die Witterung bei der letzten Ernte in Österreich war sehr schlecht. Die Ergebnisse deuten auf den besonderen Einfluss der Witterung auf die Inhaltsstoffe der Erdbeeren hin.
Die vollreifen Erdbeeren wiesen generell etwas geringere Gehalte an Titrierbarer Säure und höhere pH-Werte auf als die reifen Erdbeeren. Auch die Gehalte an Anthocyanen waren signifikant höher als bei den reifen Erdbeeren. Geringere Unterschiede wurden bei den Gehalten an L-Ascorbinsäure und den Flavonolen zwischen den Reifegraden festgestellt.

Farbstabilität

Die Nektare von den Erdbeeren aus Serbien wiesen die signifikant beste Farbstabilität auf.

Trotz schlechter Witterung wiesen die Nektare des letzten Erntetermins der Sorte *Elsanta* in Niederösterreich die beste Farbstabilität auf (Abbildung 1). Dies bestätigt die Ergebnisse früherer Versuche (Gössinger et al., 2010), wo ebenfalls die bessere Farbstabilität von Nektaren aus spät geernteten Erdbeeren beobachtet wurde.

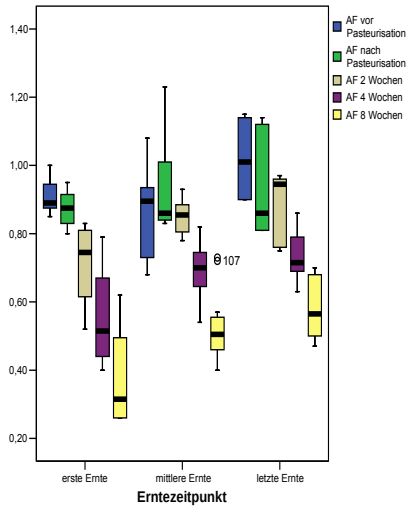


Abbildung 1: **Farbstabilität (Änderung des AF-Wertes) der Nektare in Abhängigkeit des Erntetermins bei der Sorte *Elsanta* aus Niederösterreich (vollreif)**

Zusammenfassung

Untersucht wurde der Einfluss von vier Standorten in Europa, sechs Sorten, drei Ernteterminen und zwei Reifegraden auf physikalische und chemische Parameter von Erdbeeren und der Farbstabilität der daraus hergestellten fruchtfleischhältigen Nektare.
Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl der Standort, als auch der Erntetermin einen signifikanten Einfluss auf die Inhaltsstoffe der Erdbeeren haben. Auch innerhalb der Sorten und des Reifegrades konnten zum Teil Unterschiede in wertbestimmenden Inhaltsstoffen gefunden werden. Hinsichtlich der Farbstabilität lagen die Erdbeeren aus Serbien vor denen aus Österreich und Polen. Die Sorte *Senga Sengana* wies eine signifikant bessere Farbstabilität aus als die übrigen untersuchten Sorten. Die höchsten L-Ascorbinsäurewerte wurden bei österreichischen Erdbeeren der ersten Ernte gemessen.

Abstract

The effect of four locations in Europe, six varieties, three different harvest times and two degrees of ripeness on physical and chemical parameters of strawberries and the colour stability of strawberry nectars made from puree were investigated. Results show that the ingredients of the strawberries differ caused by different location and harvest time. Moreover strawberries of different varieties and degree of ripeness differ in value enhancing ingredients, too. With regard to the colour stability of the nectars strawberries from Serbia were significantly better than those from Poland and Austria. *Senga Sengana* showed the highest colour stability from all tested varieties. The highest content of l-ascorbic acid was measured in Austrian strawberries from the first harvest time.

Literatur

Gössinger, M., Koch, C., Wendelin, S., Kickenweiz, M., Stich, K. und Vogl, K. 2010. Einfluss der Sorte, des Reifegrades und des Erntezeitpunktes auf die Farbstabilität von fruchtfleischhältigem Erdbeernektar. Tagungsband 150 Jahr Feier, Mitteilungen Klosterneuburg 60: 127 – 133

Gössinger, M., Mayer, F., Radocha, N., Höfler, M., Boner, A., Groll, E., Nosko, E., Bauer, R and Berghofer, E. 2009. Consumer`s color acceptance of strawberry nectars from puree. Journal of sensory studies. 24. 78 – 92

Adressen der Autoren

1 .. LFZ für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, Wienerstrasse 74, 3400 Klosterneuburg,
2 .. TU Wien, Institut für Verfahrenstechnik, Umweltechnik und Technische Biowissenschaften, 1060 Wien
3 .. BOKU Wien, Department für Lebensmitteltechnologie, 1190 Wien

*Ansprechpartner: Dr. Manfred GÖSSINGER, manfred.goessinger@weinobst.at

Plant growth-promoting bacteria (PGPB): eine innovative Methode zur biologischen Kontrolle von *Fusarium* spp. an Spargel?

Plant growth-promoting bacteria (PGPB): an innovative method for biological control of Fusarium spp. on asparagus?

Julia-Kristin Plate*, Alexandra Scholz, Monika Goßmann,
Martina Bandte und Carmen Büttner

Einleitung

Im Rahmen dieser Untersuchungen soll der Einsatz von *Enterobacter radicincitans* und *Bacillus amyloliquefaciens* zur Bekämpfung von bodenbürtig auftretenden *Fusarium* spp. an Spargel (*Asparagus officinalis)* untersucht werden. Pilze der Gattung *Fusarium* rufen an Spargel die weltweit auftretende Wurzel-, Kronen- und Stängelfäule hervor, welche zu hohen Ertragsausfällen und Qualitätsverlusten führen kann. Ein Ansatz zur Kontrolle von *Fusarium* spp. ist die Applikation von PGPB. Diese kommen in der Phyllos- und Rhizosphäre von Pflanzen vor und sind in der Lage die Nährstoffversorgung zu verbessern und den Befall mit Pathogenen zu reduzieren (COMPANT et al. 2005). Der Nachweis zur Besiedelung von Spargel durch *E. radicincitans* ist bereits erfolgt. Es werden sowohl *in vitro* als auch *ad planta* Untersuchungen unter kontrollierten Bedingungen durchgeführt

Material und Methoden

In **Dualkulturentests** wurden jeweils zwei Impfstücke der Isolate *F. proliferatum* [Fpro-227-Sp und Fpro-241-Sp] und *F. oxysporum* [Foxy-155-Sp und Foxy-378-Sp]) auf Waksman-Agar ausgelegt und mittig *E. radicincitans* (Konz.: 10^8 cFu/ml) aufgebracht. Die Inkubation der Platten erfolgte bei 15 °C und 20 °C im Dauerdunkel. Die Messung des radialen Mycelwachstums der *Fusarium* spp.-Isolate wurde nach 7 und 14 Tagen durchgeführt. Der **Infektionsversuch** *ad planta* umfasste die Spargelsorten Mondeo, Primaverde und Violetta (Herkunft Deutsche Spargelzucht, Alt-Mölln). Es erfolgte eine Tauchbehandlung der Spargelsamen (*E. radicincitans* [$1x10^8$ cfu/ml] bzw. *B. amyloliquefaciens* [$2x10^6$ cfu/ml] für 5 bzw. 10 Minuten und eine Gießbehandlung der acht Wochen alten Spargeljungpflanzen (jeweils 25 ml Bakteriensuspension von *E. radicincitans* [10^8 cFu/Pflanze], *B. amyloliquefaciens* [$4x10^7$ cFu/Pflanze] an die Triebbasis). Die Inokulation mit 25 ml Sporensuspension (10^6 Sporen/ml) von *Fusarium* spp. (Foxy-155-Sp bzw. Fpro-241-Sp) wurde zehn Wochen nach Aussaat des Spargelsaatgutes vorgenommen. Einschließlich der Kontrollen (Mock-Inokulation) ergeben sich 15 Varianten mit jeweils drei Wiederholungen (30 Pflanzen pro Variante/Sorte). Ausgewertet wurden die Parameter Triebanzahl sowie oberirdische Frisch- und Trockenmasse. Der Nachweis der Infektion der Spargeljungpflanzen durch *Fusarium* spp. erfolgte über die **Reisolierung** von *Fusarium* spp. aus 10 Pflanzen pro Variante/Sorte und einer lichtmikroskopischen Identifizierung anhand morphologischer Merkmale (GERLACH und NIRENBERG , 1982)

Ergebnisse und Diskussion

In den **Dualkulturentests** konnte nach 14-tägiger Inkubation bei 15 °C und 7-tägiger Inkubation bei 20 °C eine leichte Hemmung des radialen Wachstums von *Fusarium* spp. durch *E. radicincitans* nachgewiesen werden (Abb. 1). Nach diesem Zeitraum überwuchs das Mycel von *Fusarium* spp. in allen Varianten die Kultur von *E. radicincitans*, was auf eine schwache antifungale Wirkung hinweist. Der **Infektionsversuch** zeigte, dass die die Sorten Mondeo und Primaverde bei einem vergleichbaren Trockenmassegewicht mehr Triebe aufwiesen als die Sorte Violetta (Abb. 2). Die Applikation der PGPB führte sortenabhängig zu einer leichten Zunahme der Triebanzahl. Die Sorte Primaverde bildete nach beiden Behandlungen im Mittel einen Trieb mehr als die Kontrolle. Eine Tauchbehandlung der Samen führte bei der Sorte Mondeo zu einer erhöhten Triebanzahl. Bei der Sorte Violetta konnte kein Einfluss der Behandlung festgestellt werden (Abb. 2). Es ergaben sich keine Veränderungen bezüglich der Biomasseentwicklung.

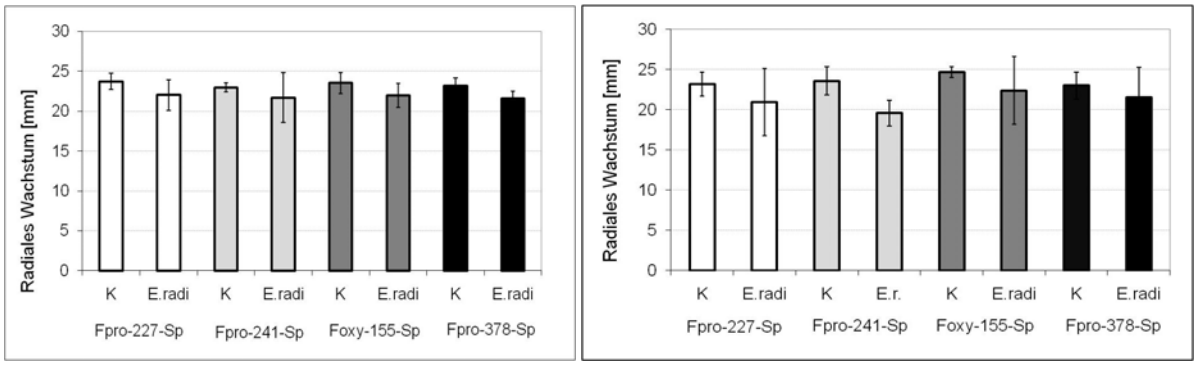


Abbildung 1: **Mittleres radiales Wachstum (K = Kontrolle, E.radi = *Enterobacter radicincitans*) der *Fusarium* spp. Kulturen nach 14-tägiger bei 15 °C (links) und 7-tägiger Kultivierung bei 20 °C (rechts)**

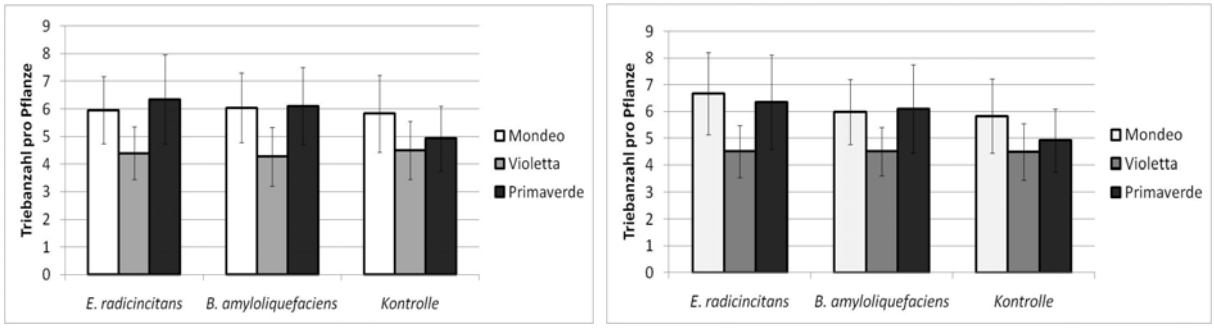


Abbildung 2: **Mittlere Anzahl der Triebe von Spargeljungpflanzen in Abhängigkeit von der Behandlung mit PGPB (n=30). links: Tauchbehandlung der Samen, rechts: Gießbehandlung der Jungpflanzen**

Die **Reisolierung** erwies eine geringe Übertragungsrate von *Fusarium* spp. (Abb. 3). Dies ist vermutlich auf die sehr guten Wachstumsbedingungen der Spargeljungpflanzen zurückzuführen. Alle mit *Fusarium* spp. infizierten Spargelpflanzen wiesen eine geringere Triebanzahl und eine verminderte Biomasseentwicklung auf gegenüber den Kontrollen auf (Abb. 3). Die Behandlung mit PGPB bewirkt keine Änderung der Infektionsrate von Spargeljungpflanzen durch *Fusarium* spp (Abb. 3). Es deutet sich an, dass eine Infektion mit *Fusarium* spp. nicht durch die Behandlung mit *E. radicincitans* bzw. *B. amyloliquefaciens* zu verhindern ist. Inwieweit sich die Symptomausprägung nach einer Infektion mit *Fusarium* spp. unter suboptimalen Wachstumsbedingungen verändert, bleibt zu klären.

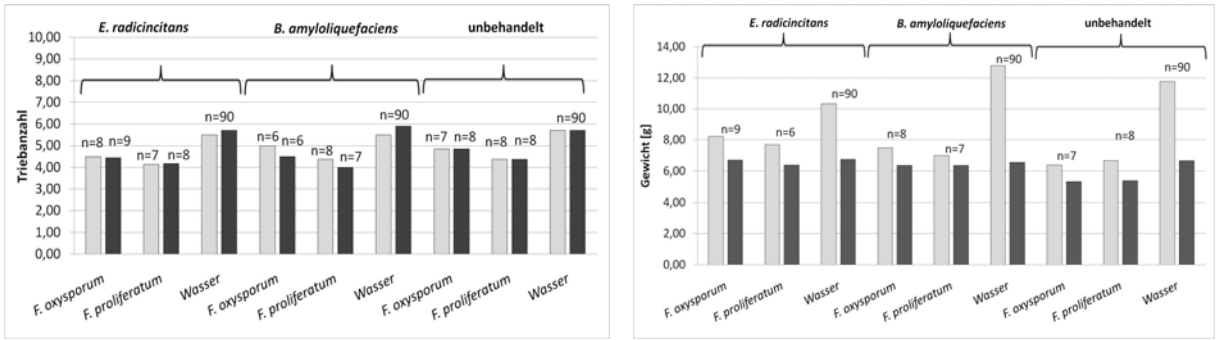


Abbildung 3: **Triebanzahl (hellgrau) und Trockengewicht (dunkelgrau) der mit *E. radicincitans* bzw. *B. amyloliquefaciens* behandelten Jungpflanzen der Spargelsorten Mondeo, Violetta und Primaverde nach Inokulation mit *Fusarium* spp.nach 14 Wochen**

Zusammenfassung

Untersuchungen *in vitro* und *ad planta* sollen das Potential von *E. radicincitans* und *B. amyloliquefaciens* zur biologischen Kontrolle von *Fusarium* spp. an Spargel prüfen. In den Dualkulturentests konnte temperaturabhängig eine schwache Hemmung von *Fusarium* spp. durch *E. radicincitans* nachgewiesen werden. Der Infektionsversuch zeigte eine verringerte Triebanzahl der Sorte Violetta gegenüber den Sorten Mondeo und Primaverde. Abhängig von den Behandlungen führte die Applikation der PGPB bei den Sorten Mondeo und Primaverde zu einer erhöhten Triebausbildung gegenüber den Kontrollen. Es konnte keine Wirkung auf die Biomasseentwicklung festgestellt werden. Die, mit *Fusarium* spp. infizierten Spargelpflanzen, bildeten weniger Triebe und eine geringere Biomasse aus als die nicht mit *Fusarium* spp. infizierten Spargelpflanzen. Die Behandlung mit *E. radicincitans* bzw. *B. amyloliquefaciens* konnte die Infektion der Spargelpflanzen mit *Fusarium* spp. nicht verhindern. Die Symptomausprägung unter suboptimalen Wachstumsbedingungen für die Spargeljungpflanzen bleibt zu klären.

Abstract

In these studies the potential of *E. radicincitans* and *B. amyloliquefaciens* for the biological control of *Fusarium* spp. on asparagus should be evaluated. Dual-culture tests showed that *E. radicincitans* has a low inhibiting and temperature-depending effect on the radial growth of *Fusarium* spp.. The experimental infection of asparagus with *Fusarium* spp. revealed a reduced number of shoots of the variety Violetta comparing to the varietys Mondeo and Primaverde. Depending on the treatments the different applications resulted in an increasing number of shoots comparing with the control plants. There were no effects on the biomass development found. The *Fusarium* spp. infected asparagus plants produced less shoots and a lower biomass than the non-infected asparagus plants. The application of *E. radicincitans* respectively *B. amyloliquefaciens* did not prevent the infection of asparagus plants with *Fusarium* spp. The expression of symptoms under suboptimal conditions for the asparagus plants remain to be clarified.

Literatur

COMPANT S, DUFFY B, NOWAK J, CLEMENT C & BARKA EA, 2005: Use of Plant Growth-Promoting Bacteria for Biocontrol of Plant Diseases: Principles, Mechanisms of Action, and Future Prospects. Applied and Environmental Microbiology 71, 9, 4951-4959.

GERLACH W & NIRENBERG H, 1982: The Genus *Fusarium* – a Pictorial Atlas. In: Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, Heft 209.

PLATE J, SCHOLZ A, GOßMANN M, BANDTE M & BÜTTNER C, 2010: Erste Versuche zur Nutzung von "plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR)" zur biologischen Kontrolle an Spargel. 65. ALVA-Jahrestagung Tagungsband, Puchberg/Wels (Österreich)

Adressen der Autoren

Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Department für Nutzpflanzen- und Tierwissenschaften, Fachgebiet Phytomedizin, Lentzeallee 55-57, 14195 Berlin, phytomedizin@agrar.hu-berlin.de

Dankenswerterweise dürfen wir unsere Arbeiten, seit Beginn der Großbaumassnahmen unseres Institutsgebäudes in der Letzteallee 55-57, am Julius Kühn-Institut in Dahlem durchführen und haben dort unseren vorübergehenden Sitz in der Königin-Luise-Str. 19, 14195 Berlin

[*] Ansprechpartnerin: Julia-Kristin PLATE, phytomedizin@agrar.hu-berlin.de

Interaktionen von pflanzenpathogenen Pilzen und arbuskulären Mykorrhizapilzen in der Rhizosphäre

Interaction of plant pathogenic fungi and arbuscular mycorrhizal fungi in the rhizosphere

Siegrid Steinkellner[1*], Karin Hage-Ahmed[1], Horst Vierheilig[2]

Einleitung

Bodenbürtige pflanzenpathogene Pilze führen weltweit zu enormen quantitativen und qualitativen Ernteverlusten. Für die meisten bodenbürtigen Erreger stehen derzeit nur sehr eingeschränkte Gegenmaßnahmen zur Verfügung. Diese bestehen vorrangig in der Ausnutzung aller vorbeugenden, pflanzenhygienischen Maßnahmen und der raschen Eliminierung erkrankter Pflanzen. Geeignete chemische Bekämpfungsmittel sind derzeit am Markt nur sehr eingeschränkt verfügbar. Den Interaktionen zwischen Pflanzen und Mikroorganismen im Boden liegt ein komplexes Kommunikationssystem in der Rhizosphäre zugrunde. Trotz intensiver Forschung und des Einsatzes einer breiten Methodenpalette versteht man die Kommunikation im Wurzelbereich der Pflanze erst ansatzweise.
Anhand eines multitrophischen Modellsystems, bestehend aus der Kulturpflanze Tomate, dem Tomatenpathogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici (Fol)* und dem arbuskulären Mykorrhizapilz *Glomus mosseae* wurden Auswirkungen der Besiedelung der Wurzel mit den verschiedenen Pilzen auf die Interaktionen in der Rhizosphäre untersucht. Mit der Tomate wurde eine Modellpflanze eingesetzt, die weltweit zu den beliebtesten Gemüsekulturen zählt und als Hauptkultur im Österreichischen Erwerbsgartenbau von großer wirtschaftlicher Bedeutung ist. *Fusarium oxysporum* ist ein weltweit vorkommender Pilz, der an zahlreichen Pflanzenarten Welkeesymptome hervorrufen kann. Hervorzuheben ist seine Wirtspezifität mit über 100 beschriebenen *formae speciales* (Leslie und Summerell 2006). Arbuskuläre Mykorrhizapilze bilden Symbiosen mit über 80 % aller Landpflanzen. Neben dem Schutz vor Pflanzenkrankheiten werden diesen Symbiosen auch Vorteile wie der Austausch von Nährstoffen, eine erhöhte Widerstandskraft der Pflanzen gegenüber Stress und eine Verbesserung der Bodenstruktur zugeschrieben (DEHNE 1982, SMITH & READ 1997, AZON-AGUILAR et al. 2002).

Material und Methoden

Für die Untersuchungen wurden Tomatenpflanzen (und verschiedene andere Kulturpflanzen) im Klimaschrank vorkultiviert in Bioassays unter Zugabe von *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Isolat *Fol 007*) und/oder dem arbuskulären Mykorrhizapilz *Glomus mosseae* (BEG 12) getestet. Die Inokulation mit *Fol* erfolgte durch fünfminütiges Eintauchen der Tomatenpflänzchen in eine Mikrokonidiensuspension (1 x 10^5 Mikrokonidien/ml Sporensuspension). Die Zugabe des Mykorrhizapilzes erfolgte als handelsfertiges Inokulum (Biorize/Agrauxine, Quimper, France). Unbehandelte Tomatenpflanzen wurden jeweils als Kontrollgruppe mitgeführt. Die Pflanzen wurden unter kontrollierten Bedingungen herangezogen und nach Bedarf mit einer Nährlösung gegossen (STEINKELLNER et al. 2005). Für die Herstellung von Wurzelexsudaten wurde das Wurzelsystem der Pflanzen vorsichtig vom Kultursubstrat befreit und ausgewaschen. Die Pflanzenwurzeln wurden für mehrere Stunden in Wasser (bzw. Acetatpuffer) getaucht und das auf diese Weise erhaltene Wurzelexsudat auf eine definierte Konzentration (ml Exsudat/g Wurzelfrischgewicht) eingestellt. Der Fusariumbefall wurde basierend auf WELLMAN (1939) bestimmt. Für die Bestimmung des Mykorrhizierungsgrades wurde die Färbemethode nach VIERHEILIG et al. (1998) sowie die „Gridline intersect method“ nach GIOVANETTI und MOSSE (1980) herangezogen. Die Mikrokonidienkeimung von *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* in Tomatenwurzelexsudaten wurde nach STEINKELLNER et al (2005) erhoben.

Ergebnisse und Diskussion

Interaktionen zwischen Pflanzen und Mikroorganismen in der Rhizosphäre beruhen auf einem komplexen Zusammenspiel zahlreicher Faktoren. Anhand von Sporenkeimversuchen mit dem Tomatenpathogen *Fusarium oxysporum* in Wurzelexsudaten konnte gezeigt werden, dass neben Wirtspflanzen auch Nichtwirtspflanzen als Stimulus für diesen Schaderreger fungieren. Einzelne Isolate zeigten je-

doch ein sehr spezifisches Keimverhalten in Wurzelexsudaten. Weiters konnte bedingt durch Mykorrhizierung von Pflanzenwurzeln eine Veränderung in der stimulierenden Wirkung von Wurzelexsudaten beobachtet werden. Diese Veränderungen zeigten jedoch eine deutliche Abhängigkeit vom Mykorrhizierungsgrad, der Kulturpflanze, Sorte u.a.
Am Beispiel Tomate zeigt das Zusammenspiel von pathogenen und symbiontischen Pilzen nicht nur auf der Ebene von Wurzelexsudaten sondern auch bei Parametern wie Frischgewicht, Mykorrhizierungsgrad oder Fusariumbefall deutliche Unterschiede zwischen einzelnen Sorten. Basierend auf den vorliegenden Ergebnissen ist eine generelle Aussage über wachstumsfördernde Eigenschaften bzw. Biokontroll-Effekte durch Mykorrizierung nicht zulässig.

Zusammenfassung

Anhand eines multitrophischen Modellsystems, bestehend aus der Kulturpflanze Tomate, dem Tomatenpathogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici (Fol)* und dem arbuskulären Mykorrhizapilz (AMP) *Glomus mosseae* wurden Auswirkungen der Besiedelung der Wurzel mit den verschiedenen Pilzen auf die Interaktionen in der Rhizosphäre untersucht. Diese Interaktionen zwischen Pflanzen und Mikroorganismen beruhen auf einem komplexen Zusammenspiel zahlreicher Faktoren. Basierend auf den vorliegenden Ergebnissen ist eine generelle Aussage über z.B. wachstumsfördernde Eigenschaften bzw. Biokontroll-Effekte durch Mykorrizierung nicht zulässig; diese Bewertungen müssen individuell für einzelne Pflanze-Pilz Kombinationen erfolgen.

Abstract

Based on multitrophic system, consisting of the crop plant tomato, the tomato pathogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici (Fol)* and the arbuscular mycorrhizal *Glomus mosseae,* the effects of the root colonization with both fungi and their interaction in the rhizosphere were studied. These interactions are based on a complex mix of several factors. Our data do not allow general conclusions about plant growth promotion or biological control effects due to mycorrhization of tomato plants; the evaluation has to be done individually for each plant-fungus combination.

Literatur

AZON-AGUILAR C, JAIZME-VEGA MC, CALVET C 2002: The contribution of arbuscular fungi to the control of soil-borne plant pathogens. In: Mycorrhizal technology in agriculture: from genes to bioproducts. Gianinazzi, S.; Schüepp, H.; Barea, J.M.; Haselwandter, K. (eds.), Birkhauser Verlag, Basel, pp. 187-197.
DEHNE HW, 1982: Interactions between vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and plant pathogens. Phytopathology 72:1115-1119.
GIOVANETTI M, MOSSE B, 1980: An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytol. 84: 489-500.
LESLIE JF, SUMMERELL BA, 2006: The Fusarium laboratory manual. Blackwell Publishing, Ames, Oxford, Carlton.
SMITH SE, READ DJ, 1997: Mycorrhizal symbiosis. Academic Press, London.
STEINKELLNER S, MAMMERLER R, VIERHEILIG H (2005): Microconidia germination of the tomato pathogen Fusarium oxysporum in the presence of root exudates. J Plant Interact, 1, 23-30
VIERHEILIG H, COUGHLAN AP, WYSS U, PICHÉ Y. 1998: Ink and vinegar, a simple staining technique for arbuscular-mycorrhizal fungi. Appl. Environmental Microbiology 64: 5004-5007.
WELLMAN FL, 1939: A technique for studying host resistance and pathogenicity in tomato fusarium wilt. Phytopathology 29, 945-956.

Adressen der Autoren

[1] Institut für Pflanzenschutz, Department für Angewandte Pflanzenwissenschaften und Pflanzenbiotechnologie, Universität für Bodenkultur Wien, Peter Jordan-Straße 82, 1190 Wien

[2] Departamento de Microbiología de Suelos, Estación Experimental del Zaidín, CSIC, E-18008 Granada, Spain

[*] Ansprechpartnerin: Ao. Prof. DI Dr. Siegrid STEINKELLNER, siegrid.steinkellner@boku.ac.at

Untersuchungen zum phytosanitären Risiko bei der anareoben Vergärung pflanzlicher Biomassen in Biogasanlagen

Investigations on the phytosanitary risk at the anaerobic digestion of plant biomass in biogas plants

Yvonne Schleusner[1*], Martina Bandte[1], Jakob Müller[1], Monika Goßmann[1], Magdalene Pietsch[3], Bernd Rodemann[3], Kerstin Flath[2], Petra Müller[2], Monika Heiermann[4], Matthias Plöchl[4] und Carmen Büttner[1]

Einleitung

Die mit dem Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) festgelegten Förderbedingungen haben in Deutschland zu einem starken Anstieg an Biogasanlagen geführt. Neu installierte Biogasanlagen vergären überwiegend Nachwachsende Rohstoffe (NaWaRos), besitzen häufig hohe Verarbeitungskapazitäten und werden in der Regel kontinuierlich beschickt und mesophil betrieben (Prozesstemperaturen: 35-42°C). Die anfallenden Gärreste finden als organische Dünger Verwendung. Bei unzureichender Hygienisierung stellen sie somit ein potentielles phytosanitäres Risiko dar. Durch ein breit angelegtes Screening soll abgeschätzt werden, ob durch den vermehrten Einsatz von NaWaRos in Biogasanlagen ein Verbreitungsrisiko an Phytopathogenen besteht.

Material und Methoden

Im Rahmen eines Verbundprojektes wurden u.a. Untersuchungen zu den Substrat-Pathogen-Systemen **Hirse** (frisch und siliert) **–** ***Fusarium proliferatum*** und ***Fusarium verticillioides;*** **Weizenkorn –** ***Alternaria alternata***; **Roggen** (frisch und siliert) **–** ***Alternaria alternata***; **Zuckerrübe –** ***Sclerotinia sclerotiorum*** und **Kartoffel –** ***Rhizoctonia solani*****,** ***Potato Virus Y*** **(PVY)** und ***Synchytrium endobioticum*** durchgeführt. Die in den Modellversuchen generierten Ergebnisse wurden an ausgewählten Substrat-Pathogen-Systemen in einer Praxisanlage validiert. Für die Versuchsdurch-führung wurde ausschließlich mit den jeweiligen Erregern infiziertes Pflanzenmaterial verwendet.

Modellversuche in Rührkesselreaktoren

Die Anzucht der für die Modellversuche benötigten Hirse- und Roggenpflanzen erfolgte im Gewächshaus. Das zu testende Pflanzenmaterial wurde entweder per Injektion einer Sporensuspension (Hirse), per Sprühinokulation (Roggen) oder durch auflegen pilzbewachsener Agarstückchen (Zuckerrübe, Kartoffel) inokuliert. Als PVY-infiziertes Material wurden Augenstecklinge verwendet. Für die Untersuchungen mit dem Quarantäneerreger *Synchytrium endobioticum*, wurde zertifizierter, mit Dauersori des Pathotyp 1 kontaminierter Quarzsand verwendet (Dichte: 4.000-5.000 Dauersori/g Quarzsand). Das pilzinfizierte Probenmaterial wurde mit Hilfe von Diffusionskeimträgern in den Fermentationsprozess eingebracht. Die Keimträger haben ein Füllvolumen von 15 ml und wurden mit einer Raumbelastung von 30 kg_{oTM}/m^3 bestückt. Nach dem Einwiegen des Pflanzenmaterials wurden die Probenträger mit vorher aktiviertem unverdünntem Fermenterinhalt aufgefüllt. Der Nachweis der Erreger in den Gärresten erfolgte mit mikrobiologischen bzw. serologischen Arbeitsmethoden (Pilze: Auslegen auf Nährmedium bzw. Isolation (*S. endobioticum*) und visuelle Bonitur am Durchlichtmikroskop; PVY: DAS-ELISA). Die Pathogenität der in den Gärresten nachgewiesenen Erreger erfolgte stichprobenartig über einen Pathogenitäts- bzw. Biotest. Während der Modellversuche wurden je Pathogen und Einflussparameter 3 Probenträger in den Fermentationsprozess eingebracht und mindestens 2 Wiederholungen durchgeführt. Für den Nachweis pilzlicher Erreger wurden 25 Aliquote je Probenträger entnommen und auf vermehrungsfähige Erregerstrukturen untersucht. Somit wurden je Pathogen, Einflussparameter und Wiederholung 75 Aliquote ausgewertet. Für die Erreger PVY und *S. endobioticum* wurde jeweils der gesamte Inhalt der Probenträger herangezogen.

In den Modellversuchen wurden Expositionszeiten von 6 Stunden, 24 Stunden und 138 Stunden getestet. Eine Gärrestlagerung wurde simuliert, indem ein Teil der entnommenen Probenträger für 4 Wochen bzw. 6 Monate bei 20 °C gelagert wurde.

Versuche in einer Praxisbiogasanlage

Unter Praxisbedingungen wurden die Substrat-Pathogen-Systeme **Hirse** (frisch und siliert) – ***F. proliferatum*** bzw. ***F. verticillioides*** und **Zuckerrübe – *S. sclerotiorum*** getestet, wobei für die Untersuchungen physiologisch reifes Pflanzenmaterial verwendet wurde. Die im Mai 2010 im Freiland ausgesäten Hirsepflanzen wurden im Juni 2010 inokuliert. Ab September wurden aus dem infizierten Bestand fortlaufend Pflanzen entnommen und siliert. Die Probenträger wurden mit einer Raumbelastung von 50 kg_{oTM}/m^3 bestückt. Sowohl der Nachweis der Erreger in den durch den Fermentationsprozess gelaufenen Proben, als auch der Nachweis der Pathogenität dieser, erfolgte äquivalent zu den Untersuchungen in den Rührkesselreaktoren. Bei den in der Biogasanlage vorgenommenen Untersuchungen standen die Validierung der über die Modellversuche gewonnenen Ergebnisse, das Prüfen des Einflusses der Silierdauer auf die Inaktivierung der Pathogene und das weitere Eingrenzen der für eine vollständige Inaktivierung notwendigen Expositionszeiten im Vordergrund. In der ersten Versuchsreihe wurden jeweils 10 Probenträger, in der zweiten Versuchsreihe 5 Probenträger je Pathogen und Einflussparameter in den Hauptfermenter eingebracht. Die Versuchsreihen wurden zweimal wiederholt. Somit wurden für die erste Versuchsreihe jeweils 250 Aliquote/Wdh. und für die zweite Versuchsreihe 125 Aliquote/Wdh. ausgewertet.

Ergebnisse und Diskussion

Tabelle 1 zeigt eine Übersicht mit den in den Versuchen ermittelten Verweilzeiten, die für eine vollständige Inaktivierung der eingebrachten Erreger notwendig waren. Während der Modellversuche konnte der größte Teil der in den Fermentationsprozess eingebrachten Erreger bereits während einer Expositionszeit von sechs Stunden inaktiviert werden. Die Inaktivierung der endophytisch lebenden Pilze *F. proliferatum* und *F. verticillioides* erfolgte im Modellversuch während einer Expositionszeit von 24-138 Stunden. Die Erreger scheinen hier durch das pflanzliche Gewebe länger vor Abbauprozessen geschützt zu sein. *S. endobioticum* konnte nicht inaktiviert werden.

Tabelle 1: **Erforderliche Verweilzeiten für eine vollständigen Inaktivierung der in den Fermentationsprozess eingebrachten Phytopathogene in der Modell- bzw. Praxisbiogasanlage**

Substrat	**Pathogen**	**Modellversuche** Gärrestlagerung			**Praxisversuche**	
		keine	4 Wochen	6 Monate	Versuchsreihe 1	Versuchsreihe 2
Hirse, frisch	*F. proliferarum*	24 – 138 h	6 – 24 h	< 6 h	24 – 138 h	96 – 138 h
	F. verticillioides	24 – 138 h	6 – 24 h	< 6 h	24 – 138 h	48 – 138 h
Hirse, siliert	*F. proliferarum*	6 h – 24 h	6 – 24 h	< 6 h	24 – 138 h	48 – 138 h
	F. verticillioides	< 6 h	< 6 h	< 6 h	6 – 138 h	6 – 24 h
Zucker-rübe	*S. sclerotiorum*	< 6 h	< 6 h	nicht ausgewertet	< 6 h	nicht getestet
Roggen , frisch	*A. alternata*	< 6 h	< 6 h	nicht ausgewertet		
Roggen siliert	*A. alternata*	**Inaktivierung durch Silierung**				
Weizen-korn	*A. alternata*	< 6 h	< 6 h	nicht ausgewertet		
Kartoffel	*R. solani*	< 6 h	< 6 h	nicht ausgewertet		
	PVY	< 6 h	< 6 h	nicht ausgewertet		
	S. endobioticum	**keine Inaktivierung**				

Wurden mit *F. proliferatum* bzw. *F. verticillioides* infizierte Hirsepflanzen siliert (Silagealter 28 Tage), konnten die Erreger bereits während einer Verweilzeit von 6-24 Stunden im Fermentationsprozess inaktiviert werden. Auch durch Lagerung der Gärreste ließ sich die notwendige Expositionszeit ver-

kürzen. Die in den Modellversuchen generierten Ergebnisse ließen sich in den Praxisversuchen zum größten Teil bestätigen und weiter eingrenzen. Ein positiver Effekt der Silierung auf die Inaktivierung der Erreger zeichnete sich auch hier ab, es waren jedoch wesentlich längere Expositionszeiten notwendig, obwohl die Silagen älter waren als in den Modellversuchen (Silagealter 49 - 70 Tage).

Zusammenfassung

In Rahmen eines Verbundprojektes wird u.a. untersucht, ob durch den vermehrten Einsatz von Nachwachsenden Rohstoffen (NaWaRos) in Biogasanlagen ein Verbreitungsrisiko an Phyto-pathogenen besteht. Die in Rührkesselreaktoren durchgeführten Modellversuche zeigten, dass ein Großteil der getesteten Erreger *(Alternaria alternata, Sclerotinia sclerotiorum, Rhizoctonia solani* und *Potato Virus Y)* bereits während einer Verweilzeit von 6 Stunden im Fermentationsprozess vollständig inaktiviert werden können. Für die Inaktivierung von *Fusarium proliferatum* und *Fusarium verticillioides* wurden längsten 138 Stunden benötigt. Der Erreger des Kartoffelkrebses, *Synchytrium endobioticum,* konnte nicht inaktiviert werden. Die Modellversuche zeigten auch, dass sich die notwendige Verweilzeit möglicher Weise verringert, wenn die pflanzlichen Einsatzstoffe vorher siliert werden bzw. wenn die Gärreste mindestens 4 Wochen gelagert werden. Die in den Modellversuchen generieten Ergebnisse konnten über Versuche in einer Praxisanlage überwiegend bestätigt werden. Auch in den Praxisversuchen zeichnete sich ein positiver Effekt der Silierung auf die Expositionszeit, die für eine vollständige Inaktivierung der Erreger im infizierten Pflanzenmaterial notwendig ist, ab. Der Einfluss der Gärrestlagerung wurde im Praxisversuch nicht geprüft.

Abstract

The phytosanitary risk of spreading plant pathogens with the digestate after anaerobic digestion of renewable vegetable raw materials has to be evaluated in the context of a joint project. Small-scale trials were conducted in stirred tank reactors. The investigations showed that majority of the tested pathogens *(Alternaria alternata, Sclerotinia sclerotiorum, Rhizoctonia solani* and *Potato Virus Y)* can be completely inactivated during an exposition time of 6 h. The inactivation of *Fusarium proliferatum* and *Fusarium verticillioides* require 138 h. *Synchytrium endobioticum* the causal agent of potato wart disease could not be inactivated. The investigations indicate that the necessary dwell time possibly can be reduced by i) using ensiled substrates or ii) storage of the digestates prior using as a fertiliser. The results gained in the small-scale system could mainly be confirmed in large scale biogas plants. Likewise ensiled substrates supposed to be suitable to reduce the necessary dwell time in commercial biogas plants. The influence of storage of the digestates onto the required dwell time was not testet.

Adressen der Autoren

[1] Humboldt-Universität zu Berlin, FG Phytomedizin; Lentzeallee 55/57, D-14195 Berlin

[2] Julius Kühn-Institut (JKI), Institut für nationale und internationale Angelegenheiten der Pflanzengesundheit; Stahnsdorfer Damm 81, D-14532 Kleinmachnow

[3] Julius Kühn-Institut (JKI), Institut für Pflanzenschutz im Ackerbau und Grünland – Außenstelle Kleinmachnow; Stahnsdorfer Damm 81, D-14532 Kleinmachnow

[4] Julius Kühn-Institut (JKI), Institut für Pflanzenschutz im Ackerbau und Grünland, Messeweg 11/12, D-38104 Braunschweig

[*] Ansprechpartner: Yvonne SCHLEUSNER, y.schleusner@agrar.hu-berlin.de

Einsatz nematodentoleranter Sorten im österreichischen Zuckerrübenanbau

Use of nematode tolerant varieties in the Austrian sugar beet production

Gerhard Sigl*, Friedrich Kempl und Herbert Eigner

Einleitung

Der Rübenzystennematode *Heterodera schachtii* ist unter mitteleuropäischen Bedingungen der verbreitetste und wirtschaftlich wichtigste Schadnematode an Zuckerrüben und in nahezu allen Rübenanbaugebieten zu finden (SCHLANG 1997, BÜRCKY 2004). Das Auftreten wird u.a. durch Zuckerrübenanbau in kurzen Fruchtfolgeabständen gefördert. Zunehmende Schäden aufgrund eines Nematodenbefalles wurden in Österreich als auch in Deutschland (MÜLLER und RUMPENHORST 2000) in den 1980ern festgestellt. Nach Jahren mit nur unbedeutendem Befall werden seit der Jahrtausendwende wieder vermehrt Schäden beobachtet. Ziel der Arbeit war der vergleichende Einsatz einer Sorte mit unvollständiger Resistenz, dh einer „toleranten Sorte" mit einer anfälligen Sorte im österreichischen Zuckerrübenanbaugebiet.

Material und Methoden

Für die Auswertung wurden Daten von 7 Standorten im Jahr 2008 und von 9 Standorten im Jahr 2009 herangezogen. Diese Standorte gelten für die Hauptrübenanbaugebiete Weinviertel, Marchfeld sowie Burgenland als repräsentativ. Auf allen Flächen wurden als Standardsorte Valentina (anfällig gegenüber Rübenzystennematoden) sowie Pauletta als gegenüber Rübenzystennematoden tolerante Sorte in Form einer Streifenanlage betriebsüblich angebaut. Nach der Aussaat wurden Parzellenpaare mit einer Größe von 7,5 m² pro Sorte ausgesteckt und auf den Ausgangsbesatz mit Rübenzystennematoden beprobt. Die Analyse erfolgte mittels Schlupfinduktion (Acetox) und anschließender semiquantitativer PCR. Die jeweiligen Besatzdichten wurden in Befallskategorien eingeteilt (1-500 Larven – geringer Befall, 501-1000 Larven – mittlerer Befall, über 1000 Larven – starker Befall). Im Herbst erfolgte die Ernte der Parzellen mittels Handernte und anschließender Bestimmung der Ertrags- und Qualitätsparameter. Die Auswertung erfolgte nach Relativwerten, wobei als Referenz (=100%) die anfällige Sorte Valentina gewählt wurde.

Ergebnisse und Diskussion

Beim relativen Rübenertrag konnte ein signifikanter Einfluss der Befallskategorie festgestellt werden. Es zeigt sich, dass mit steigendem Nematodenbesatz der Vorteil der toleranten Sorte im Rübenertrag zunimmt. Feldversuchsergebnisse aus Deutschland bestätigen diesen Einfluss (HEINICKE und WARNECKE 2006). Ein Vorteil der anfälligen Sorte unter befallsfreien Bedingungen in Bezug auf den Rübenertrag konnte nicht ausgewiesen werden.

Tabelle 1: **Relative Erträge von Pauletta im Vergleich zu Valentina (Mittelwert und Standardfehler) bei unterschiedlichem Befall mit Rübenzystennematoden in den Jahren 2008 und 2009**

Relativ-Werte Pauletta/Valentina		Rel.Ertrag Rübe in %	Rel.Ertrag Zucker in %	Rel.BZE in %
kein Befall (n=17)	MW	102,45 a	99,37 a	98,2 a
	SE	3,58	3,45	3,93
geringer Befall (n=39)	MW	134,12 ab	133,51 b	131,66 a
	SE	5,83	6,33	6,44
mittlerer Befall (n=8)	MW	130,84 b	127,41 b	123,83 a
	SE	12,24	11,93	11,63
Signifikanz		*	*	*

Gleichgerichtete Unterschiede konnten beim Zuckerertrag (rel.) ermittelt werden. Auch hier ist mit steigendem Befall der Vorteil von Pauletta erkennbar. Ohne Nematodenbefall weisen beide Sorten einen annähernd gleichen Zuckerertrag auf. Mit Einbezug der Qualitätsparameter in die Kenngrößen wird der Vorteil von Pauletta geringer. So sinkt die Überlegenheit in der Kenngröße Bereinigter Zuckerertrag (BZE) ab. Unter Nichtbefall weist Pauletta – wenn auch nicht signifikant – einen geringeren BZE aus. Bei Befall liegt Pauletta jedoch noch immer mit 20-30 % Mehrertrag an Weißzucker voran. Die Ergebnisse werden durch Beobachtungen von HEINRICHS 2010 bestätigt.

Eine Differenzierung der Qualitätsparameter (wie Zuckergehalt, Kalium-, Natrium- sowie Amino-N-Gehalt) in Abhängigkeit des Befalles waren statistisch auszuschließen. Die Ergebnisse von OLSSON et al. 2007, dass die tolerante Sorte signifikant ungünstigere Ausprägungen der Qualitätsparameter aufweist, konnten bestätigt werden

Tabelle 2: **Relative Qualitätsparameter von Pauletta im Vergleich zu Valentina (Mittelwert und Standardfehler) bei unterschiedlichem Befall mit Rübenzystennematoden in den Jahren 2008 und 2009**

Relativ-Werte Pauletta/Valentina		Rel. Zuckergehalt in %	Rel. K in %	Rel. Na in %	Rel. Amino-N in %
kein Befall (n=17)	MW	97,06 a	112,31 a	113,39 a	138,88 a
	SE	0,93	2,81	5,27	14,89
geringer Befall (n=39)	MW	99,15 a	116,21 a	113,67 a	143,51 a
	SE	0,81	3,21	3,97	5,81
mittlerer Befall (n=8)	MW	97,4 a	123,68 a	136,58 a	183,84 a
	SE	1,05	3,87	11,04	21,53
Signifikanz		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Zusammenfassung

Seit der Jahrtausendwende werden in Österreich bei Zuckerrüben wieder vermehrt Schäden, hervorgerufen durch den Rübenzystennematoden *Heterodera schachtii,* beobachtet. Mittels Feldversuchen auf 7 Standorten im Jahr 2008 und 9 Standorten im Jahr 2009 wurden Ertrags- und Qualitätsparameter einer Sorte mit unvollständiger Resistenz, dh einer „toleranten Sorte“ und einer anfälligen Sorte verglichen. Die tolerante Sorte konnte mit steigendem Befall einen Vorteil im Rüben-, im Zucker- sowie im Bereinigten Zuckerertrag ausweisen. Ohne Befall können mit beiden Sorten ähnlich hohe Erträge erzielt werden. Die Qualitätsparameter zeigen sich vom Befall unbeeinflusst. Die tolerante Sorte schneidet jedoch immer signifikant ungünstiger als die anfällige Vergleichssorte ab.

Abstract

Since the turn of the millennium increasing infestation caused by *Heterodera schachtii* can be observed in Austria. Beet samples of 7 field trials in 2008 and 9 field trials in 2009 were analyzed to evaluate differences in yield and quality parameters between a variety with incomplete resistance (tolerant variety) and a susceptible variety. The tolerant variety has an advantage in the yield of beet, sugar and white sugar with increasing infestation level. Nevertheless both varieties produced similar yield without infestation. Quality parameters were not influenced by the infestation level. The analyzed quality parameters of the tolerant variety were significantly worse compared to the susceptible variety.

Literatur

BÜRCKY K, 2004: Heterodera schachtii – der Rübennematode. Beilage zur dzz, Die Zuckerrüben Zeitung 37, 1 – 11.
HEINICKE D, WARNECKE H, 2006: Erfolgreiche Produktion von Zuckerrüben trotz Nematoden – ein weiter Weg. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 404, 48 – 54. Berlin: Selbstverlag.
HEINRICHS C, 2010: Biologische Bekämpfung des Rübenzystennematoden *Heterodera schachtii*. Gesunde Pflanzen 62, 101 – 106.
MÜLLER J, RUMPENHORST HJ, 2000: Die Prüfung von Pflanzen auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen Schadorganismen in der Biologischen Bundesanstalt – Teil 1. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 372. Berlin: Parey Verlag Berlin.
OLSSON Å, AYALA GARCIA J, BELTRAMI G, DEWAR A, ERONEN L, HANSEN AL, HOLTSCHULTE B, MUCHEMBLED C, NIHLGARD M, OLSSON R, OSSENKOP A, SCHNEIDER H, WAUTERS A, 2007: Control of Beet Cyst Nematodes in Europe – Problems and possibilities. Proceedings of the 70th IIRB congress, 177 – 183.
SCHLANG J, 1997: Neue Strategien zur biologischen Bekämpfung von Heterodera schachtii. Proceedings of the 60th IIRB congress, 229 – 242.

Adressen der Autoren

Zuckerforschung Tulln Gesellschaft m.b.H., Josef-Reither-Strasse 21-23, A 3430 Tulln

* Ansprechpartner: DI Gerhard SIGL, gerhard.sigl@agrana.com

Esca – eine aktuelle Pilzkrankheit im österreichischen Weinbau

Barbara Schildberger

Einleitung

Während der letzten Jahre war ein deutlicher Anstieg der Krankheit ESCA in den verschiedenen Weinbauregionen zu beobachten. ESCA ist eine komplexe Krankheit und beinhaltet eine ganze Reihe von Symptomen. Diese lassen sich auf strukturelle und physiologische Veränderungen in der Pflanze zurückführen, eine eindeutige Zuordnung als Ursache oder Wirkung ist dabei nur sehr schwer möglich. Beim Auftreten dieser Krankheiten kann es zu Qualitätseinbussen kommen und geht hin bis zur Rodung des kranken Rebstockes. Eine Vermutung für das Auftreten von ESCA ist, dass durch die milden und feuchten Winter das Auftreten dieser Krankheit stark begünstigt wurde. Es gibt schon sehr viele Arbeiten über das Auftreten von Erregern, jedoch weniger über deren Bekämpfung. Folglich ist die Aufgabe Bekämpfungsstrategien zu entwickeln, die zu einer Abschwächung der Befallssituation führen bzw. zu einer Eindämmung der Ausbreitung.
ESCA war schon in der Antike in den Weinbaugebieten der Römer und Griechen im Mittelmeerraum bekannt und gilt als die älteste bekannte Krankheit bei Reben. Lange Zeit fand sie wenig Beachtung, in den letzten Jahren allerdings war ein vermehrtes Auftreten dieser Krankheit auch in Österreich zu beobachten. Ursprünglich wurde die Krankheit vor allem an 20-25 jährigen Rebstöcken diagnostiziert. Besonders problematisch ist die Tatsache, dass infizierte Reben früher oder später absterben und in der Praxis bisher keine zufriedenstellenden Verfahren zur Bekämpfung zur Verfügung stehen.

Symptome und Krankheitserreger: ESCA ist eine komplexe Krankheit und beinhaltet eine ganze Reihe von Holzpilzen. Die daraus ergebenden Symptome lassen sich auf strukturelle und/oder physiologische Veränderungen in der Pflanze zurückführen; eine eindeutige Zuordnung als Ursache oder Wirkung ist dabei zurzeit nur sehr schwer möglich. Die äußerlichen Symptome entwickeln sich üblicherweise im Zeitraum Juni bis September und betreffen ganze Pflanzen oder zumindest Teile davon. Grundsätzlich kann ESCA in zwei Erscheinungsformen auftreten: einer chronischen, die häufiger beobachtet wird in Österreich und einer akuten.
Die chronische Erscheinungsform ist zu erkennen an den hellgrünen chlorotischen Flecken, die sich zwischen den Adern entwickeln und im weiteren Verlauf nekrotisieren. Die Symptome an den Beeren beinhalten kleine dunkle Flecken, die unregelmäßig angeordnet sind. Im Holz lässt sich die Krankheit an einer weichen schwammigen Masse erkennen, meist ist dies die Weißfäule. Im Querschnitt können sich auch kleine braune bis schwarze Flecken oder Ringe bilden.
In Mitteleuropa sind als Erreger die Weißfäule (*Fomitiporia mediterranea*) sowie die endophytischen Pilze *Phaeomoniella chlamydospora* und *Phaeoacremenium aleophilum* bekannt. Eine Reihe von Begleitpilzen lässt sich regelmäßig in Esca-infizierten Reben nachweisen; vor allem gilt dies für *Eutypa lata*, weniger deutlich für *Phomopsis viticola* und *Botrytosphaeria obtusa*.

Übertragungswege: Als wichtigster Infektionsweg für alle an der Krankheit beteiligten Pilze werden Wunden angesehen, die durch den Rebschnitt entstehen. Aufgrund einer verringerten physiologischen Aktivität der Reben im Winter bleiben diese Wunden lange erhalten und können über mehrere Wochen infiziert werden. Weitere Infektionswege könnten Wunden sein, die während des Sommers beispielsweise durch das Ausbrechen von Stocktrieben entstehen. Die Sporenfreisetzung bei den ESCA verursachenden Pilzen ist während dieser Zeit im Vergleich zum Winter deutlich erhöht, weshalb derartige Wunden möglicherweise von Bedeutung sind. In eigenen Versuchen konnte nachgewiesen werden, dass ESCA-Erreger über mehrere Monate in diesen Wunden überleben und sich im Trieb ausbreiten können. Dennoch werden Wunden, die während des Winterschnittes entstehen, als wichtigste Eintrittswege für ESCA-Erreger angesehen. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass eine große Anzahl an Wunden das Infektionsrisiko erhöht (Kortekamp 2010).

Bekämpfung: Geeignete Bekämpfungsmethoden liegen zurzeit nicht vor und entsprechende Pflanzenschutzmittel sind nicht verfügbar. Die derzeitige Bekämpfung stellt überwiegend eine Vermeidungsstrategie dar, bei der besondere Rücksicht auf die Vermeidung von (großflächigen) Schnittwunden

bzw. die Behandlung mit Wundverschlussmitteln genommen wird. Erkrankte Rebstöcke können über der Veredlungsstelle abgesägt werden.
Ein erneuter Stockaufbau ist jedoch nicht immer erfolgreich und wirtschaftlich und sollte daher in Abhängigkeit von der Rebsorte, der angestrebten Standzeit und der Befallssituation geprüft werden.

Material und Methoden

Die Versuche erfolgten am Versuchsgut Agneshof in Klosterneuburg (Punkt 1) und am Weingut Hirtl in Poysdorf (Punkt 2 und 3). Alle Ansätze wurden an der Sorte Grüner Veltliner durchgeführt.
Es wurden drei Ansatzpunkte verfolgt:

1) Vermeidung der Ausbreitung durch Wundverschlussmitteln: Es wurde im Frühjahr der Rebschnitt durchgeführt mit Schwerpunkt Anschnitt ins alte Holz und die Heranführung von großen Wunden. Die Wunden wurden mit zwei Wundverschlussmitteln verstrichen und zwar mit Manicur aktiv (Wundverschlussmittel mit Fungizid) und Lissa (Wundverschlussmittel ohne Fungizid). Im Sommer wurden die befallenen Stöcke visuell erhoben. Es wurden vier Wiederholungen mit je drei Weinstöcken gemacht.
2) Beobachtung der Ausbreitung: Die Ausbreitung wird jährlich visuell erhoben
3) Vermeidung der Ausbreitung durch Rebschnittmaßnahmen: Durch Zapfenschnitt, Schnitt von zwei Strecker und einem Strecker wurde ESCA erhoben, anschließend wurden Reifeparameter mittels FTIR gemessen. Ebenfalls wurde bei der Ernte das Stockgewicht erhoben, sowie die Anzahl der Trauben.

Am Weingut Hirtl wurde die Ausbreitung von ESCA auf der ganzen Fläche erhoben, aus dieser Fläche heraus wurden auf drei Reihen die einzelnen Varianten „Zapfenschnitt", „zwei Strecker" und „ein Strecker" verteilt.
Die statistische Auswertung erfolgte mittels SPSS 17 durch Kreuztabellen.

Ergebnisse und Diskussion

1) Mittels einer Kreuztabelle wurde die Ausbreitung von ESCA in der Anlage am Agneshof statistisch berechnet und es zeigt innerhalb von zwei Jahren, dass sich die Symptome der Rebstöcke, wo Wunden bestrichen wurden in den zwei Jahren verbessert haben. Genauso wurde bei der Kontrolle keine Ausbreitung beobachtet. Im Jahr 2009 waren von den acht Stöcken die mit Manicur aktiv behandelt wurden 4 krank und 4 gesund im darauffolgenden Jahr waren nur mehr 3 Stöcke krank. Bei der Variante Lissa, wo dieselbe Ausgangssituation war konnten im Jahr 2010 sogar nur mehr zwei kranke Stöcke gefunden werden.
2) Bei der Ausbreitung im Weingarten Poysdorf konnte festgestellt werden, dass eine massive Ausbreitung im Weingarten stattfand und von 2,2% sich auch 7.7.% erhöhte
3) Durch den Schnitt konnte festgestellt werden dass die Erhöhung des Stockgewichtes auch der prozentuellen Anteil ESCA geschädigter Stöcke erhöht ist. Bei den anderen Varianten gibt es keinen signifikanten Unterschied (Tab.1).

Abschließend wurde das durchschnittliche Stockgewicht, Traubenanzahl und KMW erhoben und es hat gezeigt, dass der höchste Ertrag bei der Variante „2 Strecker" zu finden war. Das niedrigste Stockgewicht war bei der Variante „einem Strecker" zu finden, wo auch die besten Zuckergrade festgestellt werden konnte.

Tab.1: **Auswertung der befallenen Stöcke in Abhängigkeit zum Rebschnitt**.

	Stöcke	2009	2010
Strecker	174	8 (4,6%)	7(4%)
Zapfen	173	7 (4,6%)	14(5,8%)
2 Strecker	175	4 (2,3%)	10(5,7%)

Diskussion

Die Versuche zur Bekämpfung bzw. zur Verhinderung von ESCA-Befall sind aufgrund der langen Inkubationszeit von 4 bis 7 (10) Jahren sehr zeitaufwendig. Deshalb sind die dargestellten Ergebnisse nicht abschließend, sondern vorläufig zu bewerten. Es ist zu erwarten, dass die Auswertungen der nächsten Jahre noch deutlichere Wirkungsgrade zu Gunsten des Wundverschlusses bringen werden, Ob und wie die versuchsmäßig umständliche Ausbringung eines Wundwachses mit dem zusätzlichen Zeitaufwand in der Praxis umgesetzt werden kann, werden die kommenden Jahre zeigen.
Bezüglich der Stockerträge im Zusammenhang mit der Krankheit ESCA zeigen die entsprechenden Reben etwa doppelt so häufig Symptome wie „Normalpflanzen". Das nicht seltene Auftreten ESCA-betroffener Stöcke nebeneinander ist demnach auch auf die geschilderten Zusammenhänge zurückzuführen; eine in der Vergangenheit oft vermutete Übertragung der Erreger durch Schneidewerkzeuge wäre demgegenüber nachgeordnet

Zusammenfassung

In älteren Anlagen ist von einem beträchtlichen Durchseuchungsgrad im Holz der Reben auszugehen. Ein sichtbarer Ausbruch der Krankheit ist aber eher die Ausnahme als die Regel. Insgesamt können Symptome vermehrt als Folge von Stresssituationen für die Pflanze auftreten. Zum Teil sind ESCA - assoziierte Probleme durch die Bewirtschaftung der Anlage bedingt - auf sie kann entsprechend Einfluss genommen werden, zum Teil beruhen sie auch auf nicht-menschlichem Einfluss - ihr Ausgleich gestaltet sich dann deutlich schwieriger.
Das Überlasten von Stöcken führt oft kurzfristig zu einem sichtbaren Ausbruch von ESCA - Symptomen. Ausbrech- und sonstige Wunden stellen potenzielle Eintrittspforten für ESCA - Erreger dar. Sie sollten demnach so gering und klein wie möglich gehalten werden.

Abstract

In older plants is a significant infestation rate in the wood of the vines to assume. A visible outbreak of the disease is more the exception than the rule. Overall, symptoms may occur as a result of increased stress for the plant. In part, ESCA-associated problems through the management of the plant are due - can be taken according to impact on them, some of them are based on non-human influence - their compensation is made then more difficult. The overload of vines can go rapidly in a visible outbreak of ESCA symptoms. Stripping and other wounds represent potential entry points for ESCA pathogens. They should therefore be kept as low and as small as possible.

Literatur

Fischer M. (2003): Esca jetzt auch in Junganlagen? Der Badische Winzer, 2003(11), 26-27
Kortekamp A. (2010). Die Esca Krankheit der Weinrebe, eine Übersicht, Deutsche Weinbau Jahrbuch 2011:11-20
Mohr Horst Diedrich (2005): Farbatlas, Krankheiten, Schädlinge und Nützlinge an der Weinrebe, Eugen Ulmer KG

Adresse der Autorin

Lehr- und Forschungszentrum für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, Wienerstr. 74, A-3400 Klosterneuburg

Ansprechpartnerin: DI Barbara SCHILDBERGER, barbara.schildberger@weinobst.at

Untersuchungen zum Ertragsverhalten der Sorte Fuji/M9 in Hinblick auf mögliche Auswirkungen auf die Abbundanz von Rostmilbenpopulationen

Effect of crop load on the abundance of the Apple Rust mite on Fuji/M9 apple trees

Manfred Wolf

Einleitung

Die Apfelrostmilbe (*Aculus schlechtendali*: Nal.) gilt im Südtiroler Apfelanbau als ein ernst zu nehmender „Schädling". Durch ihre Saugtätigkeit kann sie Blatt- und Fruchtzellen schädigen (EASTERBROOK et al. 1986) und zum Verlust der Assimilationsfläche führen. Blattschäden äußern sich durch eine Braunfärbung an der Blattunterseite und nach oben gekrümmten Blatträndern. Die Folge: jedes Jahr werden ab der Nachblüte präventive Behandlungen in allen Obstbaulagen durchgeführt.

Abbildung 1: **Rostmilbe (Deutogyne 03/02/2011 400X Durchlicht PH)**

Laut Obstbauberatung treten „Rostmilbenprobleme" vorwiegend in höher gelegenen Obstbaulagen (Lagen über 600 m ü N N) auf. In Tallagen (z.B. das Etschtal mit 200 m ü N N) stellt Rostmilbenbefall eine Ausnahmeerscheinung dar. Häufig werden jedoch ähnliche Blattsymptome, wie sie bei Trockenstress entstehen als Zeichen eines Rostmilbenbefalls gedeutet. Auf diese Weiße werden z. Teil auch in Tallagen Bekämpfungsmaßnahmen durchgeführt.
Als Ursache für den Befall in höher gelegenen Obstbaulagen wurde u.a. eine zu geringe Raubmilbendichte vermutet (Erste Erhebungen laufen in einem gesonderten Projekt). Einen möglichen fördernden Einfluss von Pflanzenwachstum bzw. des Behangs auf die Apfelrostmilbe wurde ebenfalls andiskutiert. Die nun vorliegenden Ergebnisse aus Freilanderhebungen deuten in diese Richtung.

Material und Methoden

Verschiedene Autoren haben bereits früher auf den Einfluss von Wachstum und Behang auf die Entwicklung der Apfelrostmilbe hingewiesen (KOSCHIER E. 1997); gezielte Untersuchungen über die Auswirkungen solcher „physiologischer" Parameter fehlten bisher. Wir konnten erstmals im Jahr 2010 bei Freilanduntersuchungen einen Zusammenhang zwischen dem Fruchtbehang und der Abbundanz der Apfelrostmilbe beobachten. Bei der Versuchsanlage handelte es sich um eine 5 Jahre alte Anlage der Sorte Fuji am Standort Laimburg (Pfatten 200 m ü N N) auf M9 deren Pflanzen z.T. in Ertrags-Alternanz waren. Neben Bonituren zur Entwicklung der Sommergeneration der Apfelrostmilbe wurden ab Herbst an ausgewählten Baumgruppen Ertragserhebungen (Kg/Baum) durchgeführt und weiters ab Spätherbst die Dichte der überwinternden Rostmilbenweibchen (Deutogynen/Knospe) am einjährigen Holz ermittelt.

Ergebnisse und Diskussion

Im vorliegenden Versuch hat sich gezeigt, dass eine erste Vermehrungsphase der Rostmilbe (sie lebt vorwiegend an Blättern des Fruchttriebes) ab der Blüte einsetzt und Mitte Juni endet. Zeitgleich mit dem Wachstum des Augustaustriebes beginnt eine zweite Vermehrungsphase, welche bis in den Herbst andauert und mit der Besiedelung von Holz- und Blütenknospen durch Winterformen endet.
Laut unseren Erhebungen war während der ersten Vermehrungsphase bis Mitte Juni ein Zusammenhang zwischen dem Fruchtbehang und der Apfelrostmilbendichte festzustellen. So konnte man eine deutlich stärkere Populationsentwicklung an Bäumen mit stärkerem Behang (>20 Kg/Baum) im Vergleich zu geringer behangenen Bäumen (<10 Kg/Baum) beobachten.
Auf die ab Einsetzen des Augustaustriebes (zweite Vermehrungsphase) beginnende Entwicklung der Herbstgeneration wirkte sich der Fruchtbehang nicht aus. Allerdings konnte an Knospen des einjährigen Fruchtholzes beobachtet werden, dass an Bäumen mit geringem Fruchtbehang bis zu 50 % mehr Deutogynen überwinterten als an stark behangenen Bäumen.
Im Rahmen weiterer Untersuchungen wurden außerdem Dichteerhebungen zum Rost- und Raubmilbenbesatz in diversen Südtiroler Obstbaulagen durchgeführt. Erste Ergebnisse dazu werden vorgestellt.

Zusammenfassung

Anhand von Freilanduntersuchungen an der Sorte Fuji konnte ein Zusammenhang zwischen Fruchtbehang und Abbundanz der Apfelrostmilbe beobachtet werden. Bäume mit starkem Fruchtbehang hatten während der Frühjahrsentwicklung höhere Individuendichten aufgewiesen als weniger stark behangene Pflanzen. Bäume mit geringem Fruchtbehang hatten im Herbst einen stärkeren Besatz an überwinternden Deutogynen.

Abstract

During field studies we observed a positive correlation between crop-load and the abundance of the Apple Rust Mite (ARM). During spring development trees with heavy crop-load showed higher population densities compared to trees with light crop-load. In autumn trees with light crop-load showed higher densities of hibernating instars of ARM.

Literatur

EASTERBROOK M.A., FULLER M.M. 1986: Russetting of apples caused by apple rust mites *Aculus schlechtendali* (Acarina: Eriophydae). Ann. Appl. Biol. (1986) 109, 1-9.

KOSCHIER E. 1997: Einfluß verschiedener Baumschnittmaßnahmen auf die Populationsdynamik der Obstbaumspinnmilbe (*Panonychus ulmi* KOCH) und der Apfelrostmilbe (Aculus schlechtendali NALEPA) auf Apfelbäumen. Mitteilungen Klosterneuburg. (1997), 47, 44- 55.

Adresse des Autors

Land- und Forstwirtschaftliches Versuchszentrum Laimburg, Pfatten 6, 39040 Auer/Italien, Manfred.Wolf@provinz.bz.it

Aufnahme und Rückhalt des Sprengstoffs Hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazin (RDX) durch Rotfichten (*Picea abies*)

Uptake and retention of the explosive hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazine (RDX) in Norway spruce (Picea abies)

Jakob O. Mueller[1*], Bernd Schoenmuth[1], Detlef Schenke[2], Carmen Büttner[1] und Willfried Pestemer[1]

Einleitung

Der Nitraminsprengstoff Hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazin (Royal Demolition Explosive = RDX, Hexogen) ist Hauptbestandteil der meisten Sprengstoffgemische und zählt zu den wichtigsten Kontaminanten auf Rüstungs-Altstandorten und auch auf derzeit militärisch genutzten Flächen (KWON und FINNERAN 2006). RDX ist ein persistenter Bodenschadstoff mit humantoxischen und karzinogenen Effekten. Durch Niederschlagsauswaschung in Grund- und Oberflächengewässer gefährdet RDX die Trinkwasserressourcen.
Großflächig mit Sprengstoffen belastete Areale sind oft von Nadelwäldern bedeckt (SCHOENMUTH und PESTEMER 2004) und Koniferen zeichnen sich durch hohe Standorttoleranz auf armen Böden aus. Da kaum Ergebnisse zur RDX-Aufnahme von Koniferen bekannt sind, sollte festgestellt werden, ob Rotfichten (*Picea abies* (L.) H. Karst.) durch RDX-Aufnahme einen Beitrag zur Sanierung RDX-belasteter Flächen (Dendroremediation) leisten können. Dazu sollte ermittelt werden, in welchen Pflanzenteilen RDX akkumuliert wird und in welchem Umfang eine Abfuhr der oberirdischen Biomasse, wie dies bei einer Holznutzung der Fall ist, zur Absenkung der RDX-Konzentration auf der Fläche beiträgt.

Material und Methoden

Fünfjährige Bäume von *Picea abies* wurden von an den Wurzeln anhaftender Erde befreit und in hydroponischer Kultur für neun Tage einer wässrigen Lösung mit ^{14}C-markiertem RDX bei einer Konzentration von 30 mg RDX l^{-1} ausgesetzt. Nach dieser neuntägigen ^{14}C-RDX-Applikation erfolgte die Weiterkultivierung der Bäume in RDX-freier Lösung für weitere 19 Tage. Vier Wochen nach Versuchsansatz wurden die Gehölze in ihre Kompartimente (tote und lebende Feinwurzeln, grobe Wurzeln, Wurzelstubben, Holz, Nadeln, Maitriebe) zerlegt, getrocknet und zu Pulver vermahlen. Konzentrationen und Massenanteile RDX-bürtiger ^{14}C-Aktivität wurden durch Oxidizerverbrennung (Biological Oxidizer OX 500, Zinsser, Frankfurt/M., Germany) und anschließender Flüssigszintillationsmessung (LSC, LS 6500, Beckman, Fullerton, CA, USA) bestimmt und als RDX-Äquivalente (RDXeq) angegeben.

Um Gefahren einer potentiellen Wiederauswaschung des in das Pflanzenmaterial aufgenommenen Sprengstoffs abschätzen zu können, erfolgte eine Ermittlung der wasserextrahierbaren Anteile. Hierzu wurde je Kompartiment 0,5 g fein homogenisiertes Pflanzenmaterial in 20 ml de-ionisiertes Wasser gegeben und über 24 h auf einem Rotationsschüttler (180 rpm) bei 25°C inkubiert. Die wassergelösten RDX-Äquivalent-Anteile wurden durch LSC-Messung quantifiziert und zur nicht-extrahierten, durch Oxidizerverbrennung bestimmten Restradioaktivität in prozentuale Beziehung gesetzt.

Ergebnisse und Diskussion

Besonders auffällig ist, dass bei Rotfichten nach der RDX-Aufnahme mit etwa 60 % der größte RDXeq-Massenanteil im Wurzelbereich der Gehölze verbleibt (Abbildung 1). So hielten allein die lebenden und toten Feinwurzeln der Gehölze auf Grund hoher Konzentrationen von 216,3 bzw. 160,9 mg RDXeq kg^{-1} TM schon über die Hälfte der bauminkorporierten RDXeq-Masse zurück. Grobe Wurzeln und der Wurzelstubben trugen weitere 14 % an RDXeq-Massenanteilen zum Rückhalt im unterirdischen Bereich bei.
Innerhalb der oberirdischen Biomasse wurde die höchste RDXeq-Konzentration in den Maitrieben

ermittelt (67,0 mg RDXeq kg^{-1} TM). Aufgrund ihres geringen Anteils an der Gesamtmasse der Bäume betrug die von den Maitrieben zurückgehaltene RDXeq-Masse jedoch nur 3,7 % der aufgenommenen Gesamtaktivität. Höhere Anteile hatten Nadeln mit 20,6 % und das Holz der Stämme und Zweige mit 10 % der Gesamt-Massenbilanz. Insgesamt trugen die oberirdischen Baumteile nur zwei Fünftel zur Massenbilanz der bauminkorporierten Gesamtradioaktivität bei (Abbildung 1).

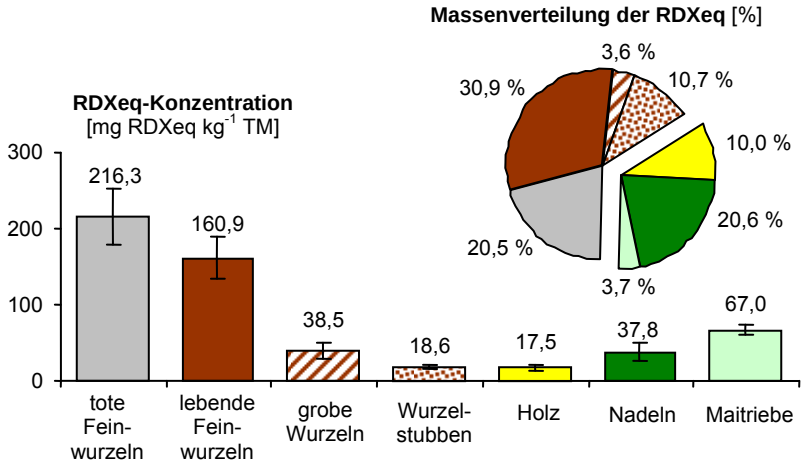


Abbildung 1:
Konzentrationsverteilung und Massenbilanz von RDXeq in *Picea abies*
(± Standardabw., n = 4)

Eine hohe RDX-Wurzelakkumulation der Rotfichten steht im Wiederspruch zu Literaturbefunden an krautigen Pflanzen und jungen Laubbäumen (VILA et al. 2007, THOMSON et al. 1999) bei denen durchgängig eine überwiegende RDX-Akkumulation in oberirdischen Organen festgestellt wurde.

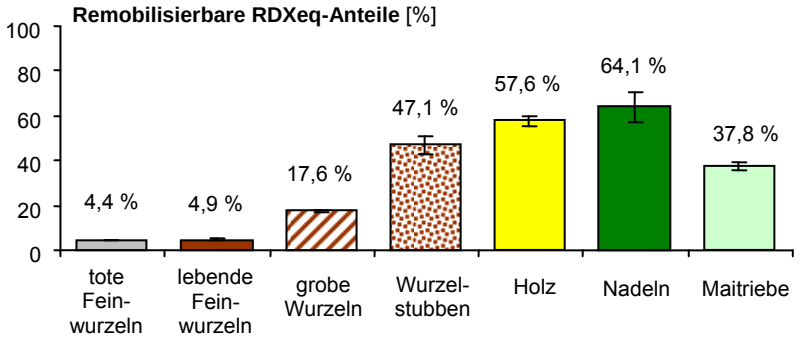


Abbildung 2:
Prozentualer Anteil remobilisierbarer RDXeq in *Picea abies*
(± Standardabw., n = 4)

Die Wiederauswaschbarkeit durch Regenwasser ist ein Maß für die Bindungsstabilität der akkumulierten RDX-Rückstände in Pflanzengeweben. Die prozentuale ^{14}C-RDX-Auswaschbarkeit weist bei Rotfichten eine von den unterirdischen zu oberirdischen Baumteilen hin ansteigende Tendenz auf (Abbildung 2). In der Remobilisierbarkeits-Rangfolge Feinwurzeln (ca. 5 %) < Grobwurzeln (18 %) < Stubben (47 %), Holz (58 %) und Nadeln (64 %) spiegelt sich der aufwärtsgerichtet abnehmende RDX-Rückhalt auf dem Transpirationsweg wider. Lediglich die Maitriebe wichen mit 38 % von der aufgezeigten Tendenz ab.

Eine Abfuhr der gesamten oberirdischen, RDX-beladenen Fichtenmasse zum Zwecke energetischer Nutzung würde einen Teilbeitrag zur RDX-Abnahme kontaminierter Flächen leisten. Eine Kahlschlagsabholzung hätte aber auch zur Folge, dass durch Wegfall des Niederschlagsrückhalts (Kronenrückhalt und Transpiration) eine verstärkte Remobilisierung aus der nadelhaltigen Streuschicht zu befürchten ist.
Die Remobilisierungsgefahr aus den RDX-beladenen Wurzelteilen ist hingegen eher als schwach einzuschätzen, so dass mit der Verrottung abgestorbener Wurzeln eine Mineralisierung wurzelgebundener RDX-Rückstände erfolgen könnte.

Zusammenfassung

Auswaschungen aus militärisch genutzten Liegenschaften, die großflächig mit dem Sprengstoff Hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazin (RDX) kontaminiert sind, bedrohen wegen potentiell humantoxischer und karzinogener Eigenschaften die Trinkwasserressourcen.
Weil Militärstandorte oft von Nadelgehölzen bedeckt sind, wurde die RDX-Aufnahme- und Akkumulationsvermögen von fünfjährigen Rotfichten (*Picea abies*) mit Hilfe von ^{14}C-markiertem RDX untersucht und darüber hinaus die Wiederauswaschbarkeit gehölzinkorporierter RDX-Rückstände quantifiziert.
RDX wird in Rotfichten zu ca. 60 % in den Wurzeln akkumuliert, wobei die Hauptanteile in den Feinwurzeln zu finden sind. Die RDX- Remobilisierungspotenz ist bei Feinwurzeln mit ca. 5 % als gering einzustufen. In die oberirdischen Baumkompartimente Holz, Nadeln und Maitriebe gelangen ca. 40 % der aufgenommenen RDX-Rückstände. Die Wiederauswaschbarkeit ist hier wesentlich höher als in unterirdischen Baumteilen und kann bei Nadeln bis zu 64 % erreichen.
Eine Abfuhr der oberirdischen, RDX-beladenen Fichtenmasse zum Zwecke energetischer Nutzung würde einen Teilbeitrag zur RDX-Abnahme kontaminierter Flächen leisten, birgt jedoch Risiken verstärkter RDX-Auswaschung aus der Streuschicht, den Wurzelresten und dem RDX-belasteten Boden.

Abstract

Large areas of military sites are polluted with the energetic compound RDX (hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazine). Because of human toxic and potentially carcinogenic features of RDX, soil leaching of the explosive comprises a serious hazard for groundwater resources. Since military sites are often covered with forests, the potential of five-year old Norway spruce (*Picea abies*) for uptake and accumulation of ^{14}C-labeled RDX has been investigated. Furthermore, the leaching of RDX residues from RDX-laden tree material was quantified.
In Norway spruce 60% of tree-located ^{14}C-activity are accumulated in roots, predominately in fine roots. RDX residue leaching from homogenized fine roots is relative low (5%). In aerial spruce compartments like wood, needles, and spring sprouts 40% of tree incorporated ^{14}C-RDX residues were recovered. Remobilisation risks in these compartments are considerably higher than in roots, reaching up to 64% in needles.
Removal of aboveground spruce biomass reduces the RDX content on polluted sites to some extend. Vegetation removal, however implies the risk of enhanced leaching of RDX residues from litter, root residues and bare RDX polluted soil.

Literatur

KWON MJ, FINNERAN KT, 2006: Microbially mediated biodegradation of hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazine by extracellular electron shuttling compounds. Appl. Environ. Microbiol. 72, 5933-5941.

SCHOENMUTH B, PESTEMER W, 2004: Dendroremediation of trinitrotoluene (TNT) Part 1: Literature overview and research concept. Environ. Sci. Pollut. Res. 11, 273-278.

THOMPSON PL, RAMER LA, SCHNOOR JL, 1999: Hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazine translocation in poplar trees. Environ. Toxicol. Chem. 18, 279-284.

VILA M, LORBER-PASCAL S, LAURENT F, 2000: Fate of RDX and TNT in agronomic plants. Environ. Poll. 148, 148-154.

Adressen der Autoren

[1] Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Department für Nutzpflanzen- und Tierwissenschaften, FG Phytomedizin, Lentzeallee 55/57, D-14195 Berlin

[2] Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Königin-Luise-Str. 19, D-14195 Berlin

[*] Ansprechpartner: Jakob O. MUELLER, jakob.mueller77@gmx.de

Bienenschutz in Baden-Württemberg – Kontrolle der Behandlungsflüssigkeiten auf bienentoxische Wirkstoffe oder Wirkstoffkombinationen

Protection of Bees in Baden-Württemberg - checks of the plant protection products for bee toxical compounds and mixtures

Armin Trenkle*

Einleitung

Zur Zeit der Blüte im Acker-, Obst- und Weinbau wurden in Baden-Württemberg seit mehr als 30 Jahren insgesamt ca. 100 - 200 Spritzbrühproben bei den Landwirten und Winzern während der Spritzmittelapplikation direkt aus der Tankfüllung gezogen. Auf diese Weise wird in Baden-Württemberg das Anwendungsverbot von bienentoxischen Pflanzenschutzmitteln während der Blütezeit überwacht. Nicht immer waren Fehlanwendungen von Pflanzenschutzmitteln die Ursache von Bienenvergiftungen Vor drei Jahren sorgte im Oberrheingraben clothianidinhaltiges Maissaatgut für die schlimmsten Bienenschäden seit 1975 (MLR, 2008; TRENKLE, 2009; TRENKLE, 2010).

Material und Methoden

1 ml der Behandlungsflüssigkeit bzw. Spritzbrühe werden mit einem Lösemittelgemisch aus Acetonitril, Ethanol und THF im Verhältnis 1:1:1 auf 10 ml aufgefüllt. Dann wird intensiv geschüttelt bis eine homogene Lösung vorliegt. Diese Lösung wird mit gaschromatographischen (GC-EI-MS) und flüssigkeitschromatographischen (LC-MS-MS) massenspektrometrischen Gerätekopplungen untersucht. Die Geräteeinstellungen und die Auswahl der substanzspezifischen Massenfragmente bzw. Massenübergänge wurden in Anlehnung an publizierte Multimatrix- und Multiwirkstoffverfahren ausgewählt (AMTLICHE SAMMLUNG NACH § 64 LFGB, 2007; VDLUFA, 2008).
Bestimmung bienentoxischer und anderer relevanter PSM durch Kopplung eines Gaschromatographen mit einem Massenspektrometer mittels Elektronenstoßionisation (GC-EI-MS):
Acrinathrin, Alphamethrin, Azinphosethyl, Azinphosmethyl, Bifenthrin, Bromophosethyl, Bromophosmethyl, Butocarboxim, Carbaryl, Carbofuran, Carbosulfan, Chlorfenvinphos, Chlormephos, Chlorpyriphosethyl, Chlorpyriphosmethyl, Chlorthion, Chlorthiophos, Cinerin 1+2 (Pyrethrum), Cyfluthrin, Cypermethrin, Cyproconazol, Deltamethrin, Diazinon, Dicrotophos, Dimefox, Dimethoat, Diofenolan, Disulfoton, Esfenvalerat, Fenitrothion, Fenoxycarb, Fenson, Fensulfothion, Fenthion, Fenvalerat, Flucythrinat, Fluquinconazol, Fonophos, Formthion, Furathiocarb, γ-HCH, Heptenophos, Jasmolin 1+2 (Pyrethrum), lambda-Cyhalothrin, Metconazol, Methamidophos, Metolachlor, Monocrotophos, Naled, Paraoxonethyl, Paraoxonmethyl, Parathionethyl, Parathionmethyl, Penconazol, Permethrin, Phentoat, Phosalon, Piperonylbutoxid, Pirimiphosmethyl, Pyrazophos, Pyrethrin 1+2 (Pyrethrum), Quinalophos, Resmethrin, Spirodiclofen, tau-Fluvalinat, Tebuconazol, Teflubenzuron, Terbutylazin, Tetrachlorvinphos, Thiometon, Vamidothion.
Bestimmung bienentoxischer und anderer relevanter PSM durch Kopplung eines Flüssigkeitschromatographen mit einem Tandem-Massenspektrometer (LC-MS-MS): Abamectin, Acephat, Amitraz, Azinphosethyl, Benfuracarb, Butocarboxim, Carbaryl, Carbendazim, Carbofuran, Chlorthiophos, Clothianidin, Demeton, Demeton-S-methyl, Demeton-S-methylsuphon, Dichlorphos, Dicrotophos, Dimethoat, Dinobuton, Dioxathion, Disulfoton, Ethiofencarb, Ethion, Ethofenprox, Etrimpos, Fenoxycarb, Fipronil, Flonicamid, Flusilazol, Formthion, Furathiocarb, Imidacloprid, Malaoxon, Malathion, Mephostolan, Methamidophos, Methidathion, Methiocarb, Methiocarbsulphon, Methiocarbsulfoxid, Mevinphos, Milbemectin A-3, Monocrotophos, Naled, Omethoat, Oxamyl, Oxydemetonmethyl, Phosphamidon, Phoxim, Prochloraz, Promecarb, Propoxur, Prothioconazol, Pymetrozin, Pyridat, Spinosad Spinosyn A, Spinosad Spinosyn D, Teflubenzuron, TEPP, Tetramethrin, Thiacloprid, Thiamethoxam, Thiocylamhydrogenoxalat, Thiometon, Triazophos, Trichlorphon, Vamidothion.

Ergebnisse und Diskussion

Inzwischen werden die Spritzbrühen auf 120 meist bienentoxische PSM oder PSM-Kombinationen untersucht. Seit 1994 wurden nur wenige Verstöße gegen die Bienenschutzverordnung registriert (Abbildung 1). Ein Verstoß bzw. eine Ordnungswidrigkeit liegt vor, wenn die bienentoxische Wirkstoffkonzentration in der Behandlungsflüssigkeit mindestens 1/10 des empfohlenen PSM-Gehaltes in dem Pflanzenschutzmittel erreicht. Dies sind je nach Mittel 0,01% – 0,001 %. In dem dargestellten Zeitraum (Abbildung 1) wurden Alphamethrin mit Tebuconazol, Azinphosmethyl, lambda-Cyhalothrin mit Tebuconazol, Deltamethrin, Demeton-S-methyl, Dimethoat, Fenoxycarb, Fenthion, Imidacloprid, Oxydemetonmethyl, Parathionethyl, Parathionmethyl, Propoxur und Sulfotepp in kritischen Gehalten gefunden.
Die bienentoxischen Wirkstoffkombinationen wie Alphamethrin und Tebuconazol, lambda-Cyhalothrin und Tebuconazol, Alphamethrin und Metconazol, lambda-Cyhalothrin und Metconazol sind Sterol- bzw. Ergosterol-Biosynthesehemmer und dürfen erst abends nach dem Bienenflug in den blühenden Raps appliziert werden (BIENENSCHUTZVERORDNUNG BRD, 1992).

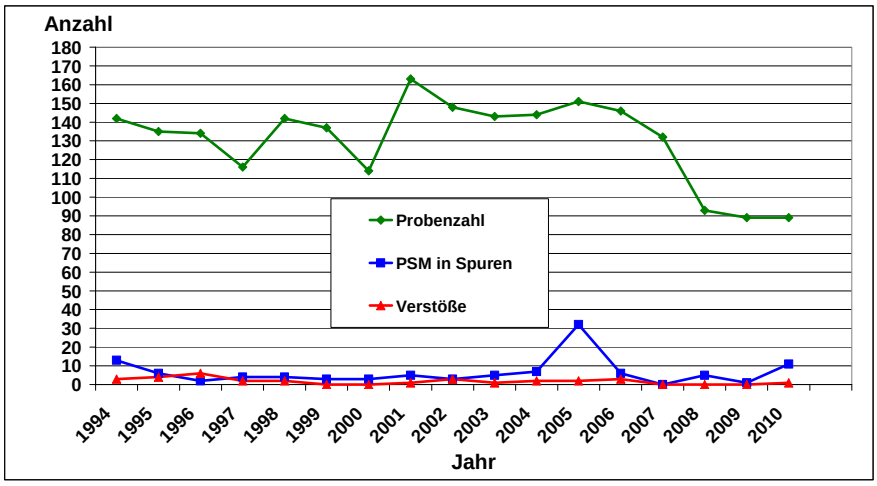


Abbildung 1: **Kontrolle der Behandlungsflüssigkeiten auf bienentoxische Wirkstoffe 1994 - 2010 während der Blüte**

Nachdem während den Kontrollaktionen von 2007 - 2009 keine Fehlanwendungen durch bienengefährliche Pflanzenschutzmittel zur Zeit der Blüte aufgefallen waren, wurden 2010 in einer Probe aus einer Birnenanlage 0,0051 % (51mg/l) Fenoxycarb gefunden (Abbildung 2). Der Landwirtr hatte die Anwendung zugegeben. In der Kultur hatte die Blüte gerade begonnen. Der Löwenzahn unterhalb der bäume war schon in voller Blüte. Dieser Wirkstoff wird gegen den Birnenblattsauger in Konzentrationen von 0,04 % - 0,133 % eingesetzt. Deshalb wurde nach den genanten Vorgaben ein Verfahren eingeleitet. Fenoxycarb hemmt das Wachstum (Störung der Häutung) der Bienenlarven. Dadurch werden diese erheblich geschädigt und sterben meist ab.

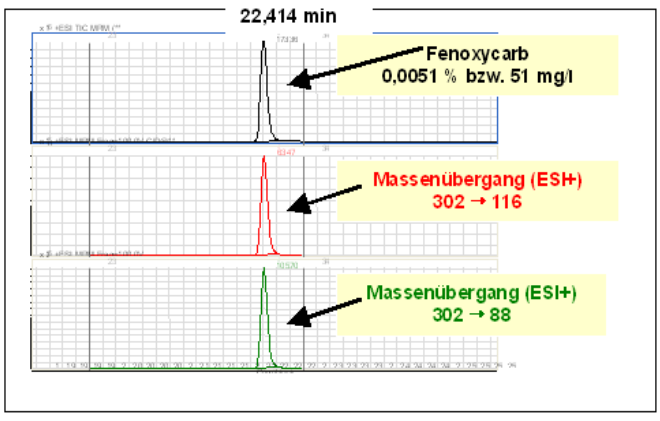


Abbildung 2: **Bestimmung von Fenoxycarb mit LC-MS-MS**

In Spuren d.h. weniger als 1/10 der empfohlenen Wirkstoffkonzentration wurden Alphamethrin, Carbaryl, Chlorfenvinphos, Chlorpyriphos, Chlorpyriphosmethyl, Clothianidin, lambda-Cyhalothrin, Demeton-S-methyl, Ethiofencarb, Fenoxycarb, Fenthion, γ-HCH, Imidacloprid, Methamidophos, Methidathion, Oxydemetonmethyl, Parathionethyl, Parathionmethyl, Permethrin, Phosalon und Sulfotepp in den Behandlungsflüssigkeiten gefunden. Diese Befunde gehen auf Verschleppungen durch nicht ausreichend gereinigte Applikationsgeräte zurück. Letztes Jahr stieg die Anzahl der geringfügig mit bienentoxischen PSM kontaminierten Behandlungsflüssigkeiten deutlich an. In 11 Proben wurden folgende Insektizide mit Gehalten kleiner als 1/10 der Anwendungskonzentration identifiziert: Clothianidin, lambda-Cyhalothrin, Dimethoat, Fenoxycarb, und Spinosad.

Zusammenfassung

In den letzten Jahren war die Zahl der Beanstandungen gering. Dazu haben die erheblichen Fortschritte der instrumentellen Messtechnik insbesondere der massenspektrometrischen Bestimmungsmethoden (mittels GC-MS- und LC-MSMS-Analyse) beigetragen. Mit diesen Verfahren ist anhand der substanzspezifischen Massenfragmente eine zweifelsfreie Identifizierung der Wirkstoffe gewährleistet. Vereinzelte lokale Fälle von Bienenschäden während der letzten Jahre, die auf einen unsachgemäßen Einsatz von bienentoxischen Spritzmitteleinsatz zur Zeit der Blüte zurückgeführt werden konnten, belegen die Notwendigkeit der jährlichen Spritzbrühkontrollen im Raps-, Obst- und Weinbau. Bei Verzicht dieser Kontrolluntersuchungen wäre eine Zunahme an Fehlanwendungen und somit der Bienenschäden zu befürchten.

Abstract

During the last years the number of complaints was little. The reasons were further progresses of the instrumental technique especially of the mass spectrometry methods (with GC-MS and LC-MS-MS). It is possible to identify with these methods bee toxical pesticides without doubt through the specific mass fragments. In the last years single local cases of damages show that it is necessary to check the mixtures for spraying during the blossom in the cultivations of fruit, raps and viniculture. The forbidden treatments with bee toxical plant protection products will increase, if the checks were resigned.

Literatur

AMTLICHE SAMMLUNG NACH § 64 LFGB, 2007: Methode L00.00114, Rückstandsanalyse von Pflanzenschutzmitteln in Lebensmitteln. Tabellarische Auflistung von Precursor-Ionen und typischen Fragmenten sowie weiterer Messparameter von Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen zur Bestimmung mittels gekoppelter Flüssigkeitschromatographie/Tandem-Massenspektrometrie. Methode L00.00115, Multimethode zur Bestimmung von Pflanzenschutzmittelrückständen in pflanzlichen Lebensmitteln mittels GC-MS(/MS) oder LC-MS/MS nach Acetonitrilextraktion/Verteilung und Aufreinigung mittels dispersiver SPE (QuECHERS), BVL-Methodensammlung, Beuth Verlag GmbH.

BIENENSCHUTZVERORDNUNG BRD, 1992: BGBl. I S. 1410

MINISTERIUM LÄNDLICHER RAUM (MLR) BADEN-WÜRTTEMBERG (HRSG.) 2008: Abschlussbericht Beizung und Bienenschäden, poststelle@mlr.bwl.de.

TRENKLE A, 2009: Bienenschäden 2008 im Rheintal – Analytik, Ursachen, Konsequenzen. 121. VDLUFA-Kongress. VDLUFA-Schriftenreihe Bd. 65, 22-41. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

TRENKLE A, 2010: Bienenschäden in der Oberrheinebne – Analytik, Ursachen, Konsequenzen. &5. ALVA-Tagung, Schloss Puchberg. 80-82

VERBAND DEUTSCHER LANDWIRTSCHAFTLICHER UNTERSUCUNGS- und FORSCHUNGS-ANSTALTEN (VDLUFA) HRSG., 2008: Bd VII Methode 3.3.7.1 3. Aufl., VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

Adresse des Autors

[1] Landwirtschaftliches Technologiezentrum (LTZ) Augustenberg, Abteilung 2: Chemische Analysen, Saatgut- und Futtermitteluntersuchungen, Neßlerstr. 23 – 31; D-76227 Karlsruhe

[*] Ansprechpartner: Dr. Armin TRENKLE, armin.trenkle@ltz.bwl.de

Pflanzenschutzmittelrückstände in Bio-Saatgut

Residues of Pesticides in Bioseed

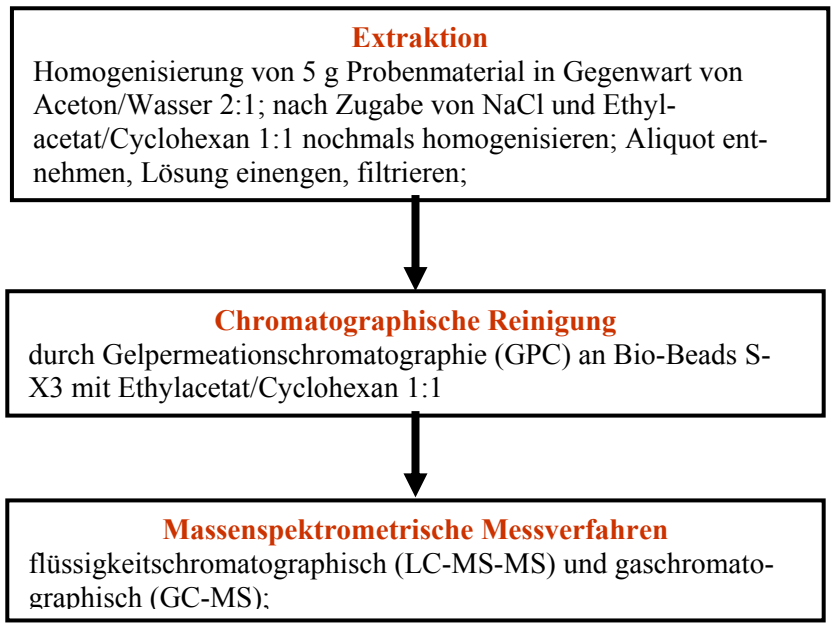
Thomas Nagel* und Armin Trenkle*

Einleitung

Überraschend fand eine deutsche Einzelhandelskette Rückstände an Pflanzenschutzmittelwirkstoffen (PSM) in Bio-Saatguttüten ihres Sortimentes. Nach der Verordnung (EG) Nr. 834/2007 (EG-Öko-Basisverordnung) beschränken sich im Bioanbau die externen Produktionsmittel auf Produktionsmittel aus der ökologischen/biologischen Produktion, auf natürliche oder naturgemäß gewonnene Stoffe und auf schwer lösliche mineralische Düngemittel. Nur wenige Ausnahmen für chemisch-synthetische Produktionsmittel sind zugelassen: z.B. Kupfersalze, Öle, Seifenlösungen, Schwefel.... Auf keinen Fall sind Anwendungen von synthetischen Pflanzenschutzmitteln erlaubt. Deshalb wurde 2010 in Baden-Württemberg ein Pestizid-Monitoring für Biosaatgut veranlasst.

Material und Methoden

Zunächst wurde versucht die PSM mit der QuECHERS-Methode zu bestimmen (AMTLICHE SAMMLUNG NACH § 64 LFGB, 2007): **Extraktion** durch Schütteln in Wasser/Acetonitril bei Salzzugabe, **Extraktreinigung** mittels dispersiver SPE und Trocknung mit Magnesiumsulfat und chromatographische **Bestimmung** der PSM mit massenspektrometrischen Verfahren (GC-MS(/MS) und LC-MS/MS). Die so gewonnenen Extrakte waren recht schmutzig, weshalb die Bestimmung mittels GC-MS nicht möglich war. Zwar war eine Quantifizierung mit den Triplequadsystemen GC-MS-MS und LC-MS-MS möglich, doch wegen der Gefahr einer schnellen Verschmutzung der Messgeräte schied dieses Verfahren aus.
Eine deutlich bessere Extraktreinigung konnte mit einer VDLUFA-Methode zur Bestimmung von PSM erzielt werden (VDLUFA, 2008):



Nach den Erfahrungen der Handelskette aus vorangegangenen Untersuchungen wurde für das Biosaatgutrückstandsmonitoring 46 Wirkstoffe ausgewählt: Azoxystrobin, alpha-Cypermethrin, Bifenthrin, Boscalid, Chlorpyrifos-ethyl, Cyfluthrin, lambda-Cyhalothrin, Cyprodinil, o,p-DDD, p,p-DDD, o,p-DDE, p,p-DDE, o,p-DDT, p,p-DDT, Diazinon, Dichlorvos, Dieldrin, Dimethoat, Dimethomorph, alpha-Endosulfan, beta-Endosulfan, Endosulfan-sulfat, Epoxiconazol, Fenpropimorph, Fludioxonil, Flusilazol, gamma-HCH (Lindan), Heptachlor, cis-Heptachlorepoxid, trans-Heptachlorepoxid, Hexachlorbenzol, Imazazlil, Imidacloprid, Iprodion, Metalaxyl, Methidation, Permethrin, Phoxim,

Pirimiphos-methyl, Procymidon, Propamocarb, Pyraclostrobin, tau-Fluvalinat, Tebuconazol, Thiacloprid, Tolclofos-methyl.

Ergebnisse und Diskussion

Im Rahmen des ersten Rückstandsmonitorings in Baden-Württemberg wurden 32 Biosaatgutproben auf PSM geprüft. Davon enthielten 11 (34 %) PSM-Rückstände (Abbildung 1). In 4 Biosaatgutproben wurden Mengen an Pflanzenschutzmittelwirkstoffen (PSM) gefunden, die nicht mehr mit Abdriften von benachbarten Anbauflächen, Kontaminationen bei der Lagerung bzw. während des Transportes oder Verschleppungen beim Verarbeitungsprozess erklärt werden konnten (in Abbildung 1 rot markiert):

Abbildung 1: **Befunde von PSM in Biosaatgut in mg/kg**

Zusammenfassung

In drei Biosaatgutproben wurden Mengen an PSM gefunden, die nicht mehr mit Abdriften von benachbarten Anbauflächen, ungenügend gereinigten Spritzgeräten, Kontaminationen bei der Lagerung und während des Transportes oder Verschleppungen beim Verarbeitungsprozess erklärt werden konnten. Die PSM-Gehalte im Karottensaatgut, in 2 Feldsalatsaatgutproben und in Weißkohlsamen wiesen eindeutig auf für Biosaatgut unerlaubte Behandlungsmaßnahmen hin.

Abstract

In four samples of bioseeds amounts of plant protection products were found, which couldn't no longer explained with drifts from neighbouring fields, insufficient cleaned spray equipment, contaminations in the storage and the transportation or with a carry-over during the manufacturing process. The contents of pesticides in a carrot seed, two samples of field salad and a white cabbage seed pointed to not allowed treatments with plant protection products.

Literatur

AMTLICHE SAMMLUNG NACH § 64 LFGB, 2007: Methode L00.00115, Multimethode zur Bestimmung von Pflanzenschutzmittelrückständen in pflanzlichen Lebensmitteln mittels GC-MS(/MS) oder LC-MS/MS nach Acetonitrilextraktion/Verteilung und Aufreinigung mittels dispersiver SPE (QuECHERS), BVL-Methodensammlung, Beuth Verlag GmbH

VERBAND DEUTSCHER LANDWIRTSCHAFTLICHER UNTERSUCUNGS- und FORSCHUNGSANSTALTEN (VDLUFA) HRSG., 2008: Methode 3.3.7.1, Bestimmung von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen in ausgewählten be- und verarbeiteten Futtermitteln mittels chromatographischer Verfahren und massenspektrometrischer Detektion. In. Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch), Bd. VII Umweltanalytik, 3. Aufl., VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

VERORDNUNG (EG) Nr. 834/2007 DES RATES: Über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91. Amtsblatt der Europäischen Union. 28.06.2007, L189.

Adressen der Autoren

[1] Landwirtschaftliches Technologiezentrum (LTZ) Augustenberg, Abteilung 2: Chemische Analysen, Saatgut- und Futtermitteluntersuchungen, Neßlerstr. 23 – 31; D-76227 Karlsruhe

[*]Ansprechpartner: Dr. Thomas NAGEL, thomas.nagel@ltz.bwl.de;
Dr. Armin TRENKLE, armin.trenkle@ltz.bwl.de

Analytik von Glyphosat – Status quo und neue Entwicklungen

Analytic of glyphosate -state of the art and new trends

Axel Mentler[1*], S. Haan[2], P. Knittl[3], G. Köllensperger[2], C. Lesueur[3] und M. Sieghardt[4]

Einleitung

Glyphosat ist ein systemisches Totalherbizid und wird auf Acker- und Grünland, im Forst, Wein- und Obstanbau, auf Stillegungsflächen, im Ziergartenbau, auf Straßen und Wegen, Gleisanlagen und in öffentlichen Anlagen eingesetzt. In Österreich wird auch der Einsatz von Glyphosat in Systemen der Minimalbodenbearbeitung diskutiert (KLIK 2010).

Durch gezielten Einsatz von genetisch veränderten Organismen (GMO´s) in Nord- , Lateinamerika und Asien wird das unspezifische, auf Embryophyten gerichtete Herbizid zu einem spezifischem Wirkstoff gegen alle Ackerunkräuter (patentierte „Roundup ready Pflanzen“ wie Mais, Weizen, Reis, Sojabohne, Baumwolle, Zuckerrübe, Ölsaatenraps, Raps, Flachs, Sonnenblume, Kartoffel, Tabak, Tomate, Luzerne, Pappel, Kiefer, Apfel und Traube).

Glyphosate (Glyphosate-Trimesium Salz, Glyphosate-Isopropylamin Salz) und der Hauptmetabolit AMPA (Aminomethylphosphonsäure) können nach der Applikation an der Bodenmatrix adsorbieren und im Boden verbleiben (GHANEM et al 2007). Bei schlechter Sorption können Glyphosat und AMPA ins Grundwasser ausgewaschen werden (BÖRJESSON, TORSTENSSON 2000). In Grundwasserproben wurden trotz bestimmungsmäßiger Verwendung Glyphosat- und AMPA – Rückstände gefunden. Glyphosat (Roundup) steht bei den Verkaufszahlen weltweit an der Spitze der Herbizide, weshalb diesem Wirkstoff, aus der Sicht des Boden- und Gewässerschutzes, ein besonderer Stellenwert einzuräumen ist. Bei der Beurteilung der Umweltverträglichkeit geht man von einer starken Bindung des Wirkstoffes an den Boden aus. Glyphosat wird als wenig wassergefährdend und umweltverträglich eingestuft. Laut Ages wurden im Jahr 2009 235 Tonnen Glyphosat in Verkehr gebracht, 2008 waren es noch 490 Tonnen (BURGER 2011).

Rückstände von Glyphosat und Beistoffen in Lebensmitteln geraten immer mehr in den Fokus der öffentlichen Diskussion. 2010 hat das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) Braunschweig vor diesem Hintergrund für alle Glyphosat-haltigen Pflanzenschutzmittel die Auflagen VV 207 ("Im Behandlungsjahr anfallendes Erntegut/Mähgut nicht verfüttern") bzw. VV 208 ("Im Behandlungsjahr anfallendes Erntegut/Mähgut der ersten Nutzung nach der Behandlung nicht verfüttern") vergeben. Hier stand aber toxikologisch Glyphosat nicht im Vordergrund, sondern die Applikationshilfstoffe.

Carrasco, molekularer Embryologe an der Medizinischen Universität Buenos Aires, hat in einer internationalen Projektstudie nachgewiesen, dass besonders der Hauptwirkstoff Glyphosat bei "Roundup" problematisch ist. Bei einer Wirkstoffkonzentration, die unterhalb der üblichen Applikationsmenge liegt, wurden bei den tierischen Embryonen Missbildungen beobachtet. Ob auch menschliche Embryonen davon betroffen sind, ist laut Carrasco zwar naheliegend, konnte aber bei dem Versuch nicht untersucht werden (DERSTANDARD.AT 2011). In einer Studie die vom BMLFUW in Österreich gefördert wurde (KLIK 2010), wurden die Auswirkung von auf Glyphosat auf Daphnien, Fischeier und Regenwürmer untersucht.

Methoden:

Für die Bestimmung von Glyphosat und seinen Methaboliten stehen in der Routineanalytik HPLC-Methoden (IC, Kationenaustausch) mit Nachsäulenderivatisation zur Verfügung, basierend auf Derivatisierung des Glycinerestes mit ortho-Phthaldialdehyd (OPA) und Thioflour und anschließender UV-Fluoreszenzdetektion (COWELL 1987). Die Systeme sind automatisierbar und als Fertigkomponenten im Handel erhältlich wie z.B. von der Firma Pickering (PICKERING 1988). Die Systeme sind

robust und verfügen je nach Auslegung über Bestimmungsgrenzen, die für bodenrelevante Fragestellungen ausreichend sind. Um im Wasserbereich zu arbeiten, sind Anreicherungsmethoden unerlässlich, um die entsprechenden Bestimmungsgrenzen erreichen zu können.
Modernere Methoden basieren auf massenspektrometrischen Detektionsverfahren wie z.B LC-MS und LC-MS/MS Systemen. Diese Verfahren sind je nach analytischem Konzept mit und ohne Derivatisierungsreaktionen ausgelegt (MARTÍNEZ et al 2009). Hier werden meist Elektrospray Quadrupol Massenspektrometer (ESI-MS) eingesetzt. Tandemmassenspektrometern können derivatisiertes Glyphosat und AMPA durch definierte Massenübergänge (MRM, multiple reaction monitoring) spezifische Fragmentierungsprodukte der Analytionen bestimmen. Glyphosat und AMPA werden dafür in der Regel mit FMOC-Cl (9-Fluorenylmethyl-chloroformate derivatisiert und mittels HPLC - Elektrospray-Massenspektrometrie (LC-ESI-MS/MS) detektiert (ZAVITSANOS et al.2002). Vorsäulenderivatisierungen mit FMOC, Cleanup und Anreicherung über SPE Systeme haben sich bewährt und erreichen zufriedenstellende Ergebnisse. Großer Nachteil aller nicht automatisierbarer Derivatisierungsmethoden ist der Zeitfaktor. Zur Steigerung der analytischen Präzision können C-13 bzw. N-15 Isotopenmarkierte Standards verwendet werden.
In den dargestellten analytischen Verfahren kommen sowohl Reversed-Phase (RP) HPLC in Kombination mit Vorsäulenderivatisierung als auch (IC) Ionenchromatographie mit kationischen bzw. anionische Phasen, sowie Ionenpaarchromatographie mit anschließender Nachsäulenderrivatisierung mittels o-Phthalaldehyd (OPA) bzw. OPA und Mercaptoethanol zum Einsatz.
Die chromatographischen Trennverfahren und analytischen Methoden sind in der Regel für die Bestimmung von Glyphosat und AMPA aus wässriger Probenmatrix ausgelegt. Durch den Einsatz speziell angepasster Extraktions- und Aufreinigunsschritte werden auch feste Proben wie Boden, Klärschlamm, Sedimente und Lebensmittel einer Bestimmung zugänglich gemacht. Vom Blickpunkt der Bindungsmöglichkeiten der Analyten in den Systemen Wasser, Boden und Lebensmitteln ergibt sich hier die größte Variabilität beim Einsatz von Extraktionsverfahren.
Für die Bestimmung von Glyphosaten in Lebensmitteln ist ein methodischer Ansatz von Anastassiades (ANASTASSIADES et al. 2010),) sehr interessant. Die vorgestellte Methode beschreibt eine schnelle Methode für die Analyse von hoch polaren Pestiziden in pflanzlichen Lebensmitteln mit einer Wasser-Methanol- Extraktion und LC-MS/MS Bestimmung. Die Geschwindigkeit der Methode basiert auf dem Verzicht von Derivatisierungsprozessen für die Bestimmung der Analyten. Die Methode ist ausgelegt für nicht QuEChERS extrahierbare Pestizide in Früchten, Trockenfrüchten, Gemüse, Getreide verarbeiteten Produkten und Honig. Nach der Homogenisierung der Proben, im Bedarfsfall Einstellung des Wassergehaltes bei Trockenprodukten und Methanol-Extraktion, wird die zentrifugierte und filtrierte Probe direkt der Messung zugeführt. Die chromatographische Trennung erfolgt über Anionen-Phasen mit Gradienten alkalischen Eluenten. Die Detektion basiert ebenso wie bei den vorgestellten vergleichbaren Verfahren auf definierten mehrdimensionalen Massenübergängen (MRM, multiple reaction monitoring).
Für ein komplexes Umweltmonitoring ergibt sich die Frage, inwieweit sich Extraktionsmethoden, die spezifisch für Böden, Sediment und Klärschlamm entwickelt wurden, mit Extraktionsmethoden für Lebensmittel kombinieren lassen um gezielt Produktionssysteme, Nahrungsmittel und Umweltkompartimente analysieren zu können. Die Entwicklung erweiterter Analytik, die für nicht pflanzliche Lebensmittel wie Fisch und Fleisch anwendbar ist, könnte hier auch mehr Sicherheit auf der Seite der Produzenten und Konsumenten bewirken.

Zusammenfassung

Rückstände von Glyphosat und Beistoffen in Boden, Wasser und Lebensmitteln geraten immer mehr in den Fokus der öffentlichen Diskussion. Analytisch sind die Komponenten schwer zugänglich, es haben sich jedoch in den letzen Jahren robuste Verfahren etablieren können, die in erster Linie auf chromatographischen Verfahren mit UV-Fluoreszenz und massensepezifischer Detektion beruhen. Derivatisierungsmethoden der Analyten erweisen sich als meist sehr zeitaufwendig, sodass der analytische Bedarf an direkten Detektionsverfahren steigt. Parallel sind spezifische Extraktionsverfahren notwendig um den chemischen Bindungseigenschaften im jeweiligen Kompartiment gerecht zu werden. Neuere Arbeiten von Anastassiades zeigen hier interessante analytische Ansätze die mit Methoden entwickelt für andere Umweltkomponenten wie Boden, Sediment und Klärschlamm kombiniert werden können.

Abstract

Residues of Glyphosat in soil, water and foodstuffs cause increasing awareness in public discussion. These compounds are difficult to determine by common analytical techniques. Hence robust analytical procedures were established in recent years, primarily based on chromatographic methods with UV-fluorescence and Mass Sensitive Detection (MSD). Derivatization methods of the compounds are generally time-consuming; therefore the demand of direct detection procedures increases. Parallel, specific extraction methods according to the chemical behavior of the compounds are necessary for each specific compartment. Recent publications of Anastassiades show interesting analytical concepts including the possibility of combined methods which are developed to research other environmental components like soil, sediment and sewage sludge.

Danksagung

Die Entwicklung von bodenspezifischen analytischen Bestimmungs- und Extraktionsmethoden für Böden wurden im Rahmen des Projekts EDISSOC Projekt Nr.:100069, das vom BMLFUW gefördert wurde, durchgeführt**.**

Literatur

Die Literatur kann bei den Autoren eingesehen werden

Adressen der Autoren

[1]Universität für Bodenkultur Wien, Department für Wald- und Bodenwissenschaften, Institut für Bodenforschung, Peter Jordan-Straße 82, A-1190 Wien.
[2] Universität für Bodenkultur Wien, Department für Chemie, Abteilung für Analytische Chemie
Muthgasse 18, A-1190 Wien.
[3]LVA GmbH, Lebensmittelversuchsanstalt **,** Blaasstraße 29, A-1190 Wien

[4] Universität für Bodenkultur Wien, Department für Wald- und Bodenwissenschaften, Institut für Waldökologie
Peter-Jordan-Straße 82, A-1190 Wien.

* Ansprechpartner: Axel MENTLER, axel.mentler@boku.ac.at

Impact of different iodine supplementation and iodine source in feed of finishing pigs on the oxidative status of selected tissues

Auswirkung unterschiedlicher Jodkonzentrationen und Jodquellen im Futter von Mastschweinen auf den oxidativen Status in ausgewählten Geweben

Qimeng Li*, Christiane Mair, Karl Schedle und Wilhelm Windisch

Introduction

Oxidative stress is a disturbance in the oxidant-antioxidant balance, which could be caused by an imbalance in cellular levels of reactive oxygen species (ROS), subsequently leading to potential cellular damage. Antioxidant systems play an important role in the repression of ROS. Aside from non-enzymatic antioxidants like the vitamins E and C, these include the enzymes superoxide dismutase (SOD), which detoxifies the superoxide ion, catalase (CAT) and glutathione peroxidase (GPx), which detoxifie hydrogen peroxide (H_2O_2) (Ha, Shin 2010).
Iodine is an essential trace element which is needed for the synthesis of thyroid hormones in the body. It is well known, that iodine deficiency activates antioxidant genes and causes DNA damage in the thyroid gland of animals (Maier, van Steeg 2007). However, excess iodine may cause a blockage of thyroid function with a reduction in iodine incorporation into thyrosine residue, leading thus to a hypothyroidal state (Leirer and Deschner 1983). In addition, this incidence may exert oxidative stress, which can seriously damage the biological membrane structure, the function of cells and biomacromolecules, and furthermore can affect the animal health.
Although the recommendations for iodine supply in diets of fattening pigs is 150 µg I/kg feed without glucosinolate, a maximum level of 10,000 µg I/kg feed is allowed in the EU (GfE 2006). Hence, the present study assayed, whether increasing dietary iodine concentrations up to the current EU-upper level of 10,000 µg I/kg already has an influence on the occurrence of oxidative stress in pig. Furthermore two different sources of iodine (KI, potassium iodide vs. KIO_3, potassium iodate) were tested.

Materials and Methods

A total of 80 castrated male fattening pigs (Austrian crossbreed, OEHYB, mean body weight: 33.3 ± 0.4 kg) were allotted to 5 dietary treatments: a control group (150 µg I/kg feed), two KI groups (4,000 µg/kg and 10,000 µg/kg), and two KIO_3 groups (4,000 µg/kg and 10,000 µg/kg). Pigs were housed at the Austrian Pig Testing Facility (Streitdorf, Lower Austria), where they had *ad libitum* access to the respective diets and water. At a mean body weight of 115 ± 0.3 kg pigs were slaughtered under standardized conditions. Subsequently, various tissue samples were obtained, snap-frozen in liquid nitrogen and kept at -80°C until analysis. Total RNA from thyroid gland, liver, abdominal muscle and abdominal fat tissue were extracted and RNA quality was controlled by capillary gel electrophoresis. Applying one-step RT-qPCR the expression of the antioxidant genes copper/zinc superoxide dismutase (Cu/Zn SOD), GPx and CAT were analyzed.
Results were evaluated relatively by normalization to two reference genes and calculation relative to the control group. All values are reported as mean ± SEM (standard error of means). Data were analyzed by two-factorial analysis of variance, determining the effect of dose, source and the interaction of both factors, followed by the Student-Newman-Keuls multiple comparison test in case of significant interaction. $p < 0.05$ was set to indicate statistical significance. Statistical Analysis Software System package 9.1.3 (SAS Institute, Cary, NC) was used.

Results and Discussion

Results: In thyroid gland high iodine supplementation levels down-regulated mRNA expression of Cu/Zn SOD significantly ($p < 0.05$), irrespective of iodine source (Table 1).
In animals fed 4,000 µg KI /kg, Cu/Zn SOD mRNA expression in liver was significantly ($p < 0.05$) up-regulated in comparison to animals fed 4,000 µg KIO_3/kg. However, not only a significant source influence ($p < 0.05$), but also a significant interaction ($p < 0.05$) between source and dose was shown for hepatic Cu/Zn SOD mRNA expression in liver.

No significant difference in gene regulation was observed in abdominal muscle tissue. In contrast, there were significant interactions ($p < 0.05$) between source and dose for Cu/Zn SOD and CAT mRNA expressions in abdominal fat tissue. Thus, in animals fed 4,000 µg KI/kg and 10,000 KIO_3/kg Cu/Zn SOD mRNA expression in abdominal fat was significantly ($p < 0.05$) down-regulated in comparison to animals fed 4,000 µg KIO_3/kg. Furthermore, the group fed 10,000 µg KIO_3/kg showed a significant ($p < 0.05$) down-regulation of CAT in the abdominal fat tissue compared to all other groups.

Discussion: It is obviously indicated that SOD, GPx and CAT are important parts of many control systems and play a key control in protecting tissues from ROS reactions (Mishra and Delivoria-Papadopoulos 1988; Sohal, Sohal 1990). However, the effects of higher iodine intake on the activities of SOD, GPx and CAT have not yet been fully explored. There was a significant influence of iodine intake on Cu/Zn SOD mRNA expression in all tissues except abdominal muscle. Decreased Cu/Zn SOD mRNA expressions were observed with 10,000 µg I/kg fed in thyroid gland, liver and abdominal fat tissue. Furthermore CAT showed a decrease in mRNA expression in abdominal fat tissue. The results might suggest that excessive iodine intake alleviates the SOD and CAT antioxidant enzyme activities in the thyroid gland, liver and abdominal fat tissue of pig. Of course, to confirm this hypothesis, the SOD, GPx and CAT enzyme activity in tissues should be replenished separately in the further experiments. Moreover, GPx mRNA expression showed that it was not easily affected by the diet iodine content up to 10,000 µg /kg. Furthermore, the significant interactions of results in liver (SOD) and fat tissue (SOD and CAT) showed no different between KI and KIO_3 on the iodine addition.

This part of findings confirmed, that high iodine concentrations in feed induced decreasing Cu/Zn SOD and CAT mRNA expressions, which might promote to the declined ability of eliminating free radicals and prooxidation, and furthermore, could potentially increase the risk of thyroid, liver and fat tissue lesion (Yu, Li 2008).

Table 1: **Relative mRNA expression levels in liver, abdominal muscle and abdominal fat tissue**

Treatment	1	2	3	4	5	SEM	p-Values		
Source	native/KI	KI	KIO_3	KI	KIO_3		S	D	S*D
Supplementation level (µg I/kg)	30/120	4,000	4,000	10,000	10,000				
Thyroid gland									
Cu/Zn SOD	1.00	0.73	0.49	0.47	0.54	0.05	n.s	*	n.s
CAT	1.00	0.99	0.74	0.73	0.55	0.06	n.s	n.s	n.s
Liver									
Cu/Zn SOD	1.00^{ab}	1.30^{a}	0.43^{b}	0.68^{ab}	0.64^{ab}	0.09	*	n.s	*
GPx	1.00	2.28	3.65	1.77	1.72	0.31	n.s	n.s	n.s
CAT	1.00	1.06	1.20	0.80	0.85	0.84	n.s	n.s	n.s
Abdominal muscle									
Cu/Zn SOD	1.00	0.65	0.99	1.09	0.81	0.10	n.s	n.s	n.s
GPx	1.00	0.44	0.60	1.05	0.96	0.11	n.s	n.s	n.s
CAT	1.00	0.46	0.84	1.02	0.81	0.11	n.s	n.s	n.s
Abdominal fat tissue									
Cu/Zn SOD	1.00^{ab}	0.51^{b}	1.23^{a}	0.70^{ab}	0.54^{b}	0.09	n.s	n.s	*
GPx	1.00	0.85	1.04	1.09	1.43	0.09	n.s	n.s	n.s
CAT	1.00^{a}	0.86^{a}	0.93^{a}	1.00^{a}	0.32^{b}	0.07	n.s	n.s	*

a,b, Means not sharing a common superscript differ significantly ($p < 0.05$)
*S: iodine source; D: iodine dose; S*D: interaction, ns: not significant ($p > 0.05$), *: ($p < 0.05$)*

Abstract

In the present study the potential risk of induced oxidative stress due to high iodine concentrations in feed of fattening pigs was assessed. Therefore, 80 castrated male fattening pigs (Austrian crossbreed, OEHYB) were supplied for entire fattening period (33-115 kg body weight) with five diets varying in amount and source of iodine addition: 150 µg KI/kg as control, 4,000 µg KI/kg, 4,000 µg KIO_3/kg,

10,000 µg KI/kg and 10,000 µg KIO_3/kg. The mRNA expression of the antioxidant enzymes copper-zinc superoxide dismutase, glutathione peroxidase and catalase in selected tissues was discussed for iodine source and dose. High iodine addition with 10,000 µg KIO_3/kg led to down-regulation of mRNA expression of the antioxidant genes like Cu/Zn SOD and CAT in thyroid gland, liver and abdominal fat tissue, thus indicating a reduced opposition to reactive oxygen species.

Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie sollte das mögliche Risiko für oxidativen Stess durch Fütterung hoher Joddosen bei Mastschweinen untersucht werden. Dazu wurden 80 kastrierte männliche Mastschweine (Österreichische Dreirassenkreuzung, OEHYB) in der Vor- und Endmast (33-115 kg Lebendgewicht) in fünf Versuchsgruppen, unter Variation der Jodkonzentration und Jodquelle, eingeteilt: 150 µg KI/kg als Kontrolle, 4.000 µg KI/kg, 4.000 µg KIO_3/kg, 10.000 µg KI/kg und 10.000 µg KIO_3/kg. Die mRNA Expressionslevels der antioxidativen Enzyme Kupfer-Zink-Superoxiddismutase, Glutathionperoxidase und Catalase in ausgewählten Geweben wurde nach Jodquelle und Dosis diskutiert. Eine hohe Jodversorgung mit 10,000 µg KIO_3/kg führte zu einer Abregulierung der mRNA Expressionen der antioxidativen Enzyme Cu/Zn SOD and CAT in Leber und Fettgewebe, mit der möglichen Folge einer geringeren Abwehrleistung gegen reaktive Sauerstoffspezies.

References

GfE, 2006: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. Frankfurt/Main, DLG-Verlag.

Ha, H. L., H. J. Shin, M. A. Feitelson and D. Y. Yu, 2010: Oxidative stress and antioxidants in hepatic pathogenesis. World J Gastroenterol. 16, 48, 6035-43.

Leirer, R. and F. Deschner, 1983: [Physiopathological studies of thyroid function in calves. 2. Thyroid function in the clinically healthy calf]. Arch Exp Veterinarmed. 37, 2, 259-72.

Maier, J., H. van Steeg, C. van Oostrom, R. Paschke, R. E. Weiss and K. Krohn, 2007: Iodine deficiency activates antioxidant genes and causes DNA damage in the thyroid gland of rats and mice. Biochim Biophys Acta. 1773, 6, 990-9.

Mishra, O. P. and M. Delivoria-Papadopoulos, 1988: Anti-oxidant enzymes in fetal guinea pig brain during development and the effect of maternal hypoxia. Brain Res. 470, 2, 173-9.

Sohal, R. S., B. H. Sohal and U. T. Brunk, 1990: Relationship between antioxidant defenses and longevity in different mammalian species. Mech Ageing Dev. 53, 3, 217-27.

Yu, D. Y., W. F. Li, B. Deng and X. F. Mao, 2008: Effects of lead on hepatic antioxidant status and transcription of superoxide dismutase gene in pigs. Biol Trace Elem Res. 126, 1-3, 121-8.

Authors' Adress

Institute of Animal Nutrition, Products, and Nutrition Physiology (TTE), University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU Wien), Muthgasse 11, 1190 Vienna, Austria.

[*] Corresponding author: Mag.[a] Qimeng LI, qimeng.li@boku.ac.at

Water Footprint – Ein Beitrag zur Nachhaltigkeitsbewertung am Beispiel der Milcherzeugung in Österreich

Water Footprint – A contribution to an evaluation of sustainability in the case of dairy production in Austria

Stefan Hörtenhuber[1,2]*, Thomas Lindenthal[1,3] und Erwin Schmid[4]

Einleitung

Nach einer Definition des KTBL (ZAPF et al. 2009) sollte die Ökologische Nachhaltigkeit im Bereich der Landwirtschaft neben Luftverunreinigung und Klimaschutz auch die Kriterien Wasser (Grund- und Oberflächenwasserqualität), Boden, Ressourcenverbrauch und Biodiversität berücksichtigen. Dieser Beitrag stellt am Beispiel der heimischen Milcherzeugung eine erweiterte „Water Footprint"-Methode als ein Werkzeug zur Bewertung eines Aspekts ökologischer Nachhaltigkeit dar.

Material und Methoden

Der am FiBL[1] und an der BOKU[2] entwickelte Modellansatz, welcher im landwirtschaftlichen Bereich vorwiegend auf der international anerkannten niederländischen Methode nach HOEKSTRA et al. (2009) basiert, bewertet gleichzeitig verbrauchtes und beeinträchtigtes Wasser. Der Wasserverbrauch und die Wasserbeeinträchtigung wird in drei Formen bilanziert: (a) Als „Blaues Wasser" wird der direkte Wasserverbrauch in der Produktion und Verarbeitung bezeichnet. Dieser beinhaltet sowohl das Prozess- und Kühlungswasser zur Herstellung von Mineraldüngern, Pflanzenschutzmitteln, PE-Silagefolien und Verpackungsmaterial als auch Tränkewasser zur Reinigung in Ställen und Molkereien, zur Be- und Verarbeitung von Futtermitteln und zur Distribution und dem Verkauf der Produkte. (b) Als „Grünes Wasser" wird das Verdunstungswasser aus Niederschlag (Evapotranspirationswasser) bezeichnet. Die Bewertung dieses Wasserverbrauchs schließt gegebenenfalls auch einen Rückgang des Niederschlagswassers im Wasserkreislauf als Folge von Tropenwaldrodung mit ein. (c) Als „Graues Wasser" wird das Volumen an benötigtem Frischwasser bezeichnet, welches nötig ist, um Nährstoff- und Schadstofffrachten aufzunehmen und unter Grenzwerte zu verdünnen. Letztere Form des Wasserverbrauchs bewertet die Wasserbeeinträchtigung und wird im Futtermittelanbau über Mengen an ausgetragenem Nitrat (NO_3) in Grund- und Oberflächengewässer bilanziert, nachdem Stickstoff- (N-) Verbindungen bzw. NO_3-Austrage im 8. Österreichischen Umweltkontrollbericht (UMWELTBUNDESAMT 2007) als primäre Schadstoffquelle in (Grund-) Wasser identifiziert wurden. Zusätzlich werden hier die Effekte emittierter Luftschadstoffe wie Ammoniak (NH_3) bei der Düngerherstellung, NH_3 sowie Stickoxide (NO_X) der Tierhaltung und NO_X, u.a. von Treibstoff- und Energiebedarf für Transporte und landwirtschaftliche Prozesse inkludiert die für die Wasserbilanzierung Bedeutung erlangen, wenn Teile dieser N-Verbindungen ausgewaschen werden**.** Die Wasserbilanzierung wird somit im Rahmen einer Lebenszyklusanalyse („Life Cycle Assessment") entlang der gesamten Wertschöpfungskette durchgeführt.

Der Bedarf an Evapotranspirationswasser wurde in Abhängigkeit der Pflanzenart, des Klimas und des Bodens für österreichische Verhältnisse mit einem bio-physikalischen Prozessmodell simuliert (ASAMER et al. 2011). Ausgetragene NO_3-Mengen wurden in der vorliegenden FiBL-Wasserbilanzierungsmethode mit eingesetzten N-Düngermengen und mit Auswaschungsanteilen nach KOLBE (2002; auf Basis 127 einzelner Studien) in Abhängigkeit von Landnutzungsform und Wirtschaftsweise ermittelt. Der Wasserbedarf anderer, oben genannter Prozesse in und außerhalb der Landwirtschaft wurde basierend auf einer Vielzahl von nationalen und internationalen Studien sowie Datensammlungen modelliert. Das Koppelprodukt Fleisch von Altkuh und Kälbern sowie die Aufzucht der Milchkühe wurden bei der Bilanzierung entsprechend mitbewertet. Als Basis für Parameter der landwirtschaftlichen Erzeugung dienten Daten und detaillierte Betriebsmodelle von Treibhausgasbilanzierungen für Milchviehbetriebe (HÖRTENHUBER et al. 2010).

Ergebnisse für Österreich

Brutto werden pro kg Milch im Stall nur etwa fünf Liter Tränke- und Reinigungswasser benötigt. Ein geringfügig höherer Wasserverbrauch ergibt sich pro kg Milch mit der Herstellung von Mineraldüngern und Pestiziden sowie für zugekaufte Kraftfuttermittel mit einer Reduktion des natürlichen Wasserkreislaufs aufgrund von Tropenwaldrodungen. Eine relativ geringe Bedeutung hat auch jener der Landwirtschaft nachgelagerte Wasserverbrauch. Alle bis hierher genannten Wasserbedarfe steuern nur etwa 5% bis höchstens 10% zum Ergebnis bei, im Gegenteil zu grünem und grauem Wasser des Futtermittelanbaus. Letzterer macht mit rund 50% den wichtigsten Anteil des gesamten Wasserverbrauchs aus; graues und grünes Wasser zeigen sich gemeinsam für etwa 95% des Wasserverbrauchs verantwortlich. Abbildung 1 zeigt ein Resultat der FiBL-Wasserbilanzierungsmethode am Beispiel heimischer Trinkmilch aus alpinen Regionen, wie sie im Supermarkt erhältlich ist (rund 940 Liter Wasser pro kg Trinkmilch).

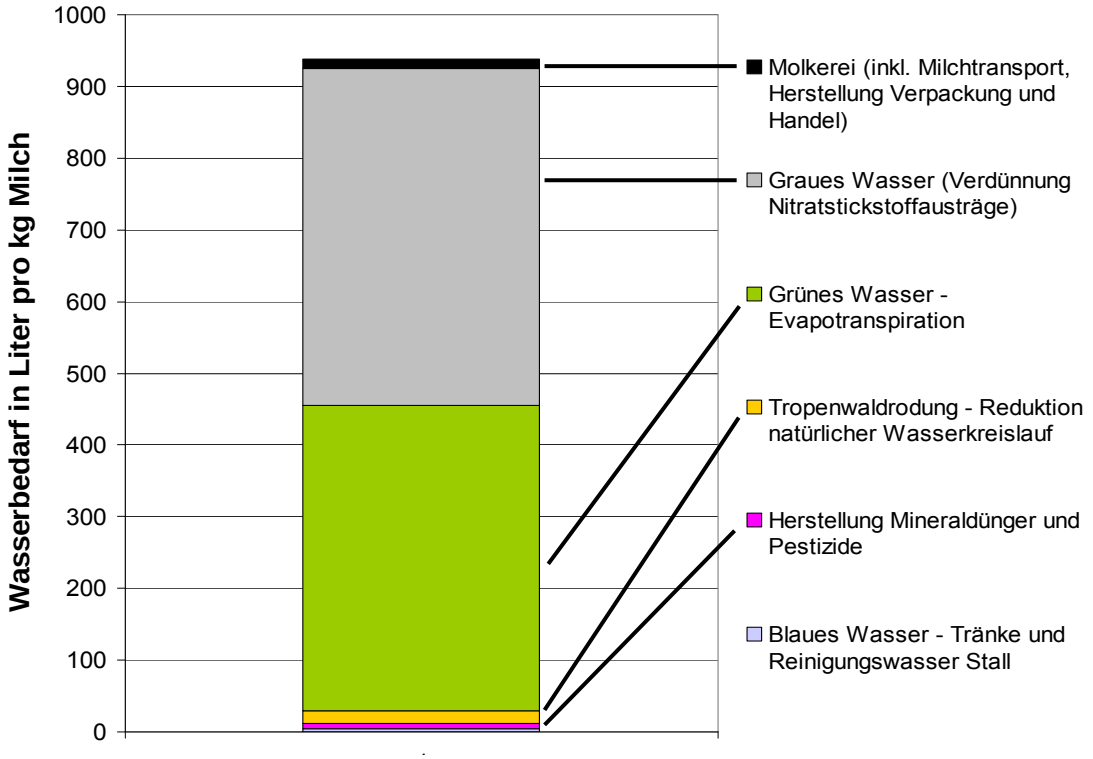


Abbildung 1: **Gesamter Wasserverbrauch eines Kilogramms heimischer Trinkmilch aus alpinen Regionen im Supermarkt (Liter pro kg Milch).**

Diskussion

Die Zahlen der vorliegenden Studie für die österreichische Milcherzeugung decken sich sehr gut mit den Zahlen anderer Studien, z.B. HOEKSTRA und CHAPAGAIN (2006; globaler Durchschnitt: 990 Liter pro kg Milch in Landwirtschaft; Spannweite: ca. 700-2.400 l Wasser). Erstmals – im Gegensatz zu bisherigen Studien – erfolgt mit der FiBL-Wasserbilanzierungsmethode jedoch eine Berücksichtigung der gesamten Wertschöpfungskette (bspw. für Milch). Bei der Anwendung der FiBL-Methode kommt es zu einer Verschiebung der Anteile im Wasserverbrauch (weniger grünes und mehr graues Wasser). Die Gründe liegen vor allem bei der differenzierteren und detaillierteren Berücksichtigung von grünem und grauem Wasser. Die FiBL-Wasserbilanzierung deckt mit ihrer Berücksichtigung des grauen Wassers den ökologisch relevanten Bereich der Wasserqualität gut ab und inkludiert dabei als erste Studie auch ökosystemrelevante gasförmige Emissionen (NH_3 und NO_X) entlang einer Wertschöpfungskette.

Die Mengen an grünem und grauem Wasser können auf die landwirtschaftliche Nutzfläche bezogen werden und in einer Bilanz dem Wassereintrag aus Niederschlag (sowie eventuell zufließendem Grundwasser) gegenübergestellt werden. Von Pflanzen und Boden verdunstetes Wasser bleibt zwar im

natürlichen Wasserkreislauf, trägt aber in der Folge nicht direkt zur Verdünnung ausgewaschener Nähr- und Schadstoffe bei. Die Evapotranspiration hat einen großen Anteil in der Wasserbilanzierung, der in Verbindung mit grauem Wasser und dem Wassereintrag für eine Abschätzung der NO_3-Gehalte des Grundwassers herangezogen werden kann. Trinkmilch aus Österreich zeigt als Bilanzergebnis einen geringen Wasserverbrauch im internationalen Vergleich. Aufgrund eines deutlichen Überhangs des Wassereintrags gegenüber dem (landwirtschaftlichen) Wasserverbrauch resultiert die Produktion österreichischer Trinkmilch in geringen theoretischen NO_3-Gehalten, was sich auch gut mit Messergebnissen deckt.

Zusammenfassung

Die in der vorliegenden Studie dargestellte FiBL-Wasserbilanzierungsmethode bewertet die Mengen an verbrauchtem und beeinträchtigtem Wasser eines Produkts entlang der gesamten Wertschöpfungskette, bspw. Trinkmilch im Supermarkt. Mit der Methode wird der Wasserverbrauch in drei Formen geteilt und bilanziert: blaues, grünes und graues Wasser. Das Ergebnis von heimisch produzierter Trinkmilch im Supermarkt zeigt mit ca. 940 Liter Wasserverbrauch pro kg Milch ein im internationalen Vergleich gutes Resultat. Die Relevanz der Wasserqualität (graues Wasser) liegt dabei bei etwa 50%.

Abstract

The FiBL-waterfootprint-method evaluates the consumption of (fresh) water, which is utilised and affected during all stages of a product in a value chain, e.g. fresh milk. The water consumption is divided in blue, green and grey water. The result for fresh milk in a supermarket from Austrian production shows 940 litres of water consumption per kg milk, which is a good figure compared to international studies. The relevance of the water quality (grey water) is at about 50%.

Literatur

ASAMER V, STÜRMER B, STRAUSS F, SCHMID E, 2011: Integrierte Analyse einer großflächigen Pappelproduktion auf Ackerflächen in Österreich. In: Eder M., Pöchtrager S. (Hrsg.), Jahrbuch der österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie, Band 19/2, 41-50.

HOEKSTRA AY, CHAPAGAIN AK, 2006: Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. Water Resources Management. 21(1), 35-48.

HOEKSTRA AY, CHAPAGAIN AK, ALDAYA MM, MEKONNEN MM, 2009: Water footprint manual: State of the art 2009. Water Footprint Network, Enschede, Niederlande.

HÖRTENHUBER S, LINDENTHAL T, AMON B, MARKUT T, KIRNER L, ZOLLITSCH W, 2010: Greenhouse gas emissions from selected Austrian dairy production systems – model calculations considering the effects of land use change. Renew Agric Food Syst 25 (4), 316–329.

KOLBE H, 2002: Wasserbelastung in Abhängigkeit von der Landnutzung. Ökologie & Landbau 122 (2), 34-35.

UMWELTBUNDESAMT, 2007: 8. Umweltkontrollbericht - Umweltsituation in Österreich. Bericht des Umweltministers an den Nationalrat. Wien.

ZAPF, R., SCHULTHEISS, U., OPPERMANN, R., van den WEGHE, H., DÖHLER, H., DOLUSCHITZ, R., 2009: Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe. KTBL Band 473, KTBL, Darmstadt.

Adressen der Autoren

[1] FiBL (Forschungsinstitut für Biologischen Landbau) Österreich, Seidengasse 33-35, A-1070 Wien

[2] Universität für Bodenkultur, Institut für Nutztierwissenschaften, Gregor Mendel-Str. 33, 1180 Wien

[3] Universität für Bodenkultur, Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit

[4] Universität für Bodenkultur, Institut für Nachhaltige Wirtschaftsentwicklung

* Ansprechpartner: Dipl. Ing. Stefan HÖRTENHUBER, stefan.hoertenhuber@fibl.org

Spurenelemente in Käse – Relevanz für Ernährung, Sorte und Herkunft

Trace Elements in Cheese – Aspects for Nutrition, Variety and Authenticity

Manfred Sager

Einführung

In Österreich betrug die Wertschöpfung der Milchwirtschaft in den letzten Jahren 15,5% der landwirtschaftlichen Produktion, und liegt somit leicht über dem Erlös von Rindfleisch. Fast die Hälfte des Käses wird in Oberösterreich erzeugt, am wenigsten in Wien, dem Burgenland und in Kärnten (Internet Lebensministerium 2009). Hohe Qualität des heimischen Käses wäre ein starkes Argument zur Aufrechterhaltung bzw. zum Ausbau der heimischen Produktion, was umfangreiche Untersuchungen rechtfertigt.
In Österreich hat der pro Kopf Verbrauch von Käse in den Jahren 2000-2006 von 17,3 kg auf 18,4 kg pro Jahr zugenommen, das entspricht 50,4g pro Tag. In Italien essen 98,4% der Bevölkerung Käse 43,2 ±27,8 g pro Tag, ohne regionale Unterschiede, und zwar Männer etwa 5% mehr als Frauen, Kinder und Jugendliche deutlich weniger (TURRINI et al. 2001). Für Großbritannien wird der Konsum aller Milchprodukte zusammen (Käse+Butter+Joghurt +Rahm) mit 57g pro Tag angegeben (YSART et al. 1999).
In Zukunft könnte auch die Frage interessant werden, woher die Milch stammt, aus der der Käse gemacht wurde. In italienischen Käsen konnte an Hand der Spurenelementmuster von Li-K-Rb-Cs-Se-Mn die Herkunft aus den Regionen Abbruzzen, Friaul und Sardinien, unabhängig von der Käseart, zugeordnet werden (Del SIGNORE et al. 2004).

Material und Methodik

101 Käseproben aus einem EU-weiten Kontrollprogramm für Natrium wurden von Lebensmittelkontrollorganen gezogen, gerieben und Druckaufschlüssen mit Salpetersäure bzw. salpetersaurer Kaliumchloratlösung unterworfen. Die Probelösungen wurden auf dem ICP-OES (Perkin ElmerOptima 3000 XL; SAGER 2005) und für Rb-Cs-Sc-Y-La-Ce-Ti mit ICP-MS (Perkin Elmer Elan DRC II) gemessen. Die Zuordnung zur Sorten erfolgte nach Rücksprache mit der Milchabteilung des Bereichs Lebensmitteluntersuchung gemäß dem Lebensmittelcodex in Hartkäse, Schnittkäse, Weichkäse, Sauermilchkäse, Schmelzkäse, Frischkäse aus Kuhmilch, sowie Schaf- und Ziegenkäse. Die Zuordnung nach dem Herkunftsgebiet gestaltete sich schwieriger und führte auch zu keinen Ergebnissen (siehe unten), da die Lebensmittelkontrolle nicht beim Produzenten, sondern beim Handel ansetzt. Die Daten beziehen sich auf Frischgewicht und wurden einer statistischen Auswertung (Programm SPSS) unterzogen.

Ergebnisse und Diskussion

Sämtliche hier erstmals bestimmte Elemente wurden nach dem Druckaufschluß mit Salpetersäure wie auch mit salpetersaurer $KClO_3$-Lösung ohne Fluorzusatz vollständig wiedererhalten, jedoch erwies sich die Messung von Titan im ICP-MS auf sämtlichen Isotopen wegen verschiedener Störungen (S-O, P-O) als unbrauchbar. Ebenso schwankt der Nullpunkt für das monoisotopische Sc-45 wegen hoher Zählraten (CO_2, N_2O, Al-O) beträchtlich, sodaß in Zukunft für Titan und Scandium die optische Bestimmung bevorzugt werden sollte. Cs war gut meßbar, aber wegen hoher Blindwerte (K-Bestimmung) zum Teil unbrauchbar. Im Verhältnis zu anderen Lebensmitteln hat Käse hohe Gehalte an Ca, Mg, P und Zn. Der Tagesbedarf an Ca (1000 mg), Mg (350-400 mg), P (700 mg) und Zn (10 mg) kann mit etwa 15-20 dag Hartkäse oder Schnittkäse erreicht werden (Tab. 1). Die Gehalte an Cu (0,36 mg/kg), Mn (0,2 mgkg), Fe (1,3 mg/kg) und Cr (0,1 mg/kg) sind hingegen gering und können den Bedarf des Menschen nicht decken. Analog zu vielen Wurstsorten erreichen auch Sauermilchkäse und Schmelzkäse im Median 1% Na, hingegen liegen Hartkäse und Frischkäse zumeist unter der Hälfte, was sich auch im Na/K Verhältnis widerspiegelt. Der höhere Na-Gehalt der Schmelzkäse stammt aus Emulgatoren, die als Na-Salze eingesetzt werden (AGARWAL et al. 2010). Überraschenderweise zeigt Rb nicht das gleiche Verteilungsmuster und auch keine signifikante Korrelation mit K, und ist in Schaf/Ziegenkäse tendenziell höher. Das Verhältnis Ca/Mg liegt bei Hartkäse-Schnittkäse-Weichkäse

doppelt so hoch wie bei Sauermilch- und Frischkäse. Die Gehalte an Cd-Co-V lagen zur Gänze und von Cr-Mo-Pb zum Teil unter der Nachweisgrenze des ICP-OES, gleichermaßen lagen Tl zur Gänze sowie Sc-Y-La-Ce zum Teil unter der Nachweisgrenze des ICP-MS.
Bereits der Vergleich der Bilder von nach Elementkonzentrationen sortierten Boxplots zeigt Ähnlichkeiten auf. Bei der „Ca- Gruppe“ (Ca-Sr-Ba-Mg-Zn) sinken die Konzentrationen von Hartkäse > Schnittkäse > Weichkäse ≥ Schmelzkäse > Sauermilchkäse ~ Frischkäse ~ Schafkäse. Bei der „P-Gruppe“ (P-K-Li-Fe-Al-Cr-Y-Ce) liegen die Schmelzkäse deutlich höher als alle anderen Sorten. Das Verhältnis Kalium / Rubidium zeigt im Gegensatz zum Kalium jedoch keine deutlichen Sortenunterschiede. Bei der Clusteranalyse bestimmen Ca und K-P die Lage der übrigen Elemente in den Clustern weitgehend. Im Cluster mit dem höchsten K und P- Gehalt findet man auch die Maxima von Al-Ce-Cr-Fe-Li-Mo-Ni-Y, und im Cluster mit dem maximalen Ca- Gehalt auch die Maxima an Ba-Cu-La-Mg-Sr-Zn. Umgekehrt finden sich bei hochgesalzenen Proben (Cluster mit dem höchsten Na) kaum Extremwerte anderer Elemente, außer die Minima von Al-Cr-Rb.
Die Faktorenanalyse der Haupt- und Nebenelemente (Tab. 2) zeigt das Ca in einer Komponente gemeinsam mit Ba-Mg-Sr-Zn, den P mit Na und Li, sowie K mit Rb, was von der chemischen Logik nicht weiter überrascht. Die Matrix der binären Korrelationskoeffizienten zeigt ähnliches (Tab. 3).
Mit den Gehalten an Elementen niedriger physiologischer Aktivität wurde versucht, regionale Zuordnungen zu finden, brachte aber kein eindeutiges Ergebnis. Der Standort der Molkerei ist nicht notwendigerweise in derselben Region wie der Standort der Kuh. Im Zeitalter weltweiten Futtermittelhandels ernährt sich die Kuh nicht notwendigerweise von regionalem Futter, nur das Trinkwasser ist ortsspezifisch. Einige Angaben sind zu ungenau; Italien reicht vom Brenner bis Sizilien, und Deutschland vom Allgäu bis zur Nordsee, das kann unmöglich in einer Gruppe sein. Ferner wird auch in den Molkereien einiges gemischt. Zur Feststellung regional spezifischer Elementmuster ist eine punktgenaue Probenahme von Futter und Milch erforderlich.
Im Vergleich zur Studie von YSART et al. (1999) findet man Mittelwerte für Käse-Butter-Joghurt-Rahm gemeinsam. Unsere Käse haben mehr Ca, Unterschiede gibt es bei Fe, Cr und Ni. Die hohen Na-Werte werden auch aus den USA berichtet. Dort hatten Schmelzkäse im Mittel 1,24% Na (Bereich 0,94-1,59%), Cheddar 0,62% (Bereich 0,47-0,73%) und Mozzarella 0,67% (Bereich 0,45-0,88%), wobei die Na-Gehalte stark zwischen den Käsesorten und innerhalb einer Käsesorte variierten (AGARWAL et al. 2010). In einer Studie von HÓDY et al. verteilten sich viele Elemente etwa gleichmäßig aus der Rohmilch beim Käsern zwischen Rahm und Molke.

Tabelle 1. **Mediane und Konzentrationsbereiche (5-95%) in den Käsen, im Vergleich mit Daten aus Großbritannien und Ungarn; * Bestimmung mit ICP-MS**

mg/kg	Median	Bereich	Ysart et al. 1999, Großbrit.	Hody et al, 2009 Ungarn Trappistenkäse - Hajdukäse	
Na	5177	357 – 13077			
K	1052	648 – 2159			
Mg	215	81 – 358			
Ca	5013	864 – 9523	2320		
P	4076	1196 – 9769			
Al	0,37	0,064 - 2,89	0,64	4,48	4,14
Ba	0,445	0,056 - 1,045	0,31	1,12	0,89
Be	0,0032	0,0006 - 0,0065			
Cd	< 0,02	< 0,02	0,002	0,139	0,137
Co	< 0,03	< 0,03	0,004		
Cr	0,09	< 0,04 - 0,27	0,9	0,61	0,14
Cu	0,36	0,17 - 4,81	0,45	0,44	0,48
Fe	1,32	0,49 - 2,88	12	7,20	7,97
Li	0,013	0,003 - 0,052	0,005	0,096	0,098
Mn	0,202	0,068 - 0,498	0,27	1,68	1,81
Mo	0,06	< 0,04 - 0,17	0,07	1,01	1,05
Ni	0,25	0,05 - 0,47	0,02		
Pb	< 0,1	< 0,1 - 0,17	0,01		
Sr	1,76	0,31 - 4,18	1,0	5,44	4,81
Ti	0,083	nur 7 Werte		0,18	0,15

V	< 0,04	< 0,04			
Zn	21,5	3,12 - 38,4	14	33,6	37,9
Ce *	< 0,0005	< 0,0005 - 0,0026			
Cs *	0,0051	nur 7 Werte			
La *	0,003	< 0,003 - 0,040			
Rb *	1,19	0,56 - 2,12			
Sc *	0,027	< 0,01 - 0,094			
Tl *	< 0,002	< 0,002	0,001		
Y *	< 0,0005	< 0,0005 - 0,0039			

Tabelle 2.**Rotierte Komponenten-matrix**

	1)	2)	3) 9,5%
Ba	,849	-,028	-,116
Ca	,955	,114	-,112
Fe	,374	,404	,455
K	-,260	,462	,664
Li	,029	,804	,076
Mg	,951	,095	,047
Na	,044	,855	-,072
P	,581	,647	,149
Rb	-,214	-,168	,800
Sr	,881	,058	-,118
Zn	,897	,150	-,251

Tabelle 3. **Korrelationskoeffizienten > 0,6 - Auszug aus der Korrelationsmatrix**

	Ca	**Mg**	**Mn**	**Ni**	**P**	**Sr**	**Zn**
Ba	**0,7836**	**0,7424**	0,0826	0,1226	0,4282	**0,6718**	**0,7811**
Ca		**0,9285**	-	0,1685	**0,6216**	**0,8328**	**0,9235**
Fe		0,4240	**0,5989**	0,2162	0,4047	0,2444	0,2688
Mg			0,1539	0,1330	**0,6005**	**0,8432**	**0,8179**
Mo				**0,7441**	0,2622	0,0499	0,1792
Sr							**0,7748**

Zusammenfassung

Proben von in Österreich in Verkehr gebrachten Käsen wurden mit Salpetersäure aufgeschlossen, umfassend auf Elementgehalte untersucht, und gemäß dem österr. Lebensmittelbuch in Hartkäse-Schnittkäse-Weichkäse-Sauermilchkäse-Schmelzkäse-Kuhfrischkäse-Schaf/Ziegenkäse sortiert. Mit Käse läßt sich der Bedarf des Menschen an Ca, Mg, P und Zn leicht decken, nicht jedoch an Cu, Mn, Fe und Cr. Hohe Na-Gehalte in Schmelzkäse und Sauermilchkäse sollten beachtet werden. Schadelemente, sowie die erstmals bei uns bestimmten Elemente Cs-Sc-Y-La-Ce-Ti waren gering bis nicht nachweisbar. Im Gegensatz zu geologischen Proben korrelierte K nicht mit Rb und Tl.

Abstract

Samples of various cheeses traded in Austria, were digested with nitric acid, investigated for their element contents, and assorted due to the Codex Alimentarius Austriacus, into hard cheese- semi-hard cheese- soft cheese- curdled milk cheese- processed cheese- cow cream cheese- sheep/ goat cheese. Cheese can easily cover human needs for Ca, Mg, P, and Zn, but not for Cu, Mn, Fe, and Cr. High Na contents in processed cheese and curdled milk cheese should be considered, however. Toxic elements, as well as Cs-Sc-Y-La-Ce-Ti, which were done at us for the first time, were very low or not detectable at all. Contrary to geological samples, K did not correlate with Rb or Tl.

Literatur

Die Literatur kann beim Autor eingesehen warden.

Adresse des ***Autors***:

Manfred SAGER, Kompetenzzentrum Elemente, AGES Wien. 1220 Wien; manfred.sager@ages.at

Die Österreichische Bodensystematik 2000 in der revidierten Fassung von 2011

The Austrian Soil Classification 2000 in the revised Version from 2011

Othmar Nestroy

Einleitung

Eine möglichst genaue Beschreibung und Abgrenzung von Bodentypen (Bodennomenklatur) postuliert in logischer Konsequenz die Einbindung in eine systematische Ordnung (Boden-systematik). Diese dient nicht nur der nationalen wie internationalen Verständigung, sondern ist die Grundvoraussetzung für jede bodenkundliche Arbeit.
Seit dem Jahre 2000 ist die Österreichische Bodensystemtik 2000 (ÖBS 2000) in Anwendung, gewissermaßen auf dem Prüfstand, deshalb ergibt sich fast zwangsläufig die Notwendigkeit einer Nachjustierung, basierend auf neuen Erkenntnissen von der Geländearbeit wie aufgrund von Labor-daten.
Dies war der Anlass, die ÖBS 2000 behutsam zu überarbeiten. Eine ambitionierte Gruppe, bestehend aus rund 12 Personen, die in den diversen Sparten der Bodenkunde arbeiten und zum Großteil schon bei der Erstellung der ÖBS 2000 tätig waren, hat sich (nochmals) bereitgefunden, sich dieser Arbeit zu unterziehen. War anfangs nur an ein relativ rasches Überlesen des vorhandenen Textes gedacht, um kleinere Fehler auszubessern, so entpuppte sich diese Revison bald als eine umfassend–kritische Beurteilung mit Verbesserungen, die in manchen Bereichen auch zu einer Neufassung bzw. zum Ein-fügen neuer Kapitel führte. Deshalb soll an dieser Stelle der Teilnehmerin und den Teilnehmern an den insgesamt 32 Sitzungen, die in der Zeit vom 30. November 2006 bis zum 24. November 2010 an der Boku stattfanden, für den zahlreichen Beiträge, Anregungen wie auch für die Ausdauer der verbindlichste Dank ausgesprochen werden.

Ergebnisse

Welche Unterschiede und Neuerungen weist nun die revidierte Fassung der ÖBS von 2011 gegenüber der ÖBS von 2000 auf?
Wie schon die Überschrift dieses Kapitels erkennen lässt, liegt unter Wahrung der grundlegenden Struktur und des bisherigen Aufbaus keine prinzipiell neue Bodensystematik vor, sondern (nur) eine revidierte Fassung. Basis dieser Fassung ist ein morphologisch–genetisches System, bei dem die Ansprache im Gelände wie auch die Ergebnisse vom Labor als gegenseitig abzustimmende Parameter zu werten sind und bereits im Gelände eine nomenklatorische Ansprache bis zum Subtyp möglich sein soll.
Welche Änderungen wurden vorgenommen?
An dieser Stelle kann verständlicherweise nur auf essentielle Korrekturen und Ergänzungen eingegangen werden, wobei nach der Gliederung der ÖBS 2000 vorgegangen wird.
● Die Klasse „Humusböden und Entwickelte A-C-Böden“ wurde in „Terrerstrische Humusböden“ umbenannt, wobei der Typ „Fels-Auflagehumusboden“ jeweils bei den Rendzinen und den Rankern als Subtyp zugeordnet wurde.
● Die ehemals fünf Subtypen bei den Rankern wurden auf drei (Proto-Ranker, Typischer Ranker und Carbonatfreier Fels-Auflagehumusboden) reduziert.
● Im Bereich der Typen Tschernosem und Rumpf-Tschernosem wurde letzter mit dem Typischen und Braunen Tschernosem auf Subtypenebene gestellt, hingegen der Paratschernosem (auf Typenebene) neu eingeführt.
● Bei den Braunerden erfolgte eine Reduzierung auf vier (bisher fünf) Subtypen, nämlich Typische, Podsolige und Carbonathaltige Brauererde sowie Reliktbraunerde.
● Die Klassenbezeichnung „Kolluvien und Anthrosole“ wurde auf „Umgelagerte Böden“ geändert.
● Die bedeutendste Ergänzung war die Einfügung der Frostmusterböden als eigener Bodentyp mit Steinring-, Steinpolygon-, Steinnetz-, Girlanden- und Streifenboden als Subtypen,

Diskussion

Resümierend kann festgehalten werden, dass in den meist sehr lebhaft geführten Sitzungen die Sachargumente dominierten, einige textliche Holprigkeiten begradigt, Definitionen und Abgren-zungen präziser gefasst und bei Auffassungsunterschieden durchwegs zufriedenstellende Kompro-misse gefunden werden konnten.

Zusammenfassung

Nach Einführung der Österreichischen Bodensystematik 2000 wurden aufgrund der Erprobung im Gelände wie unter Berücksichtigung neuer Forschungsergebnisse einige Korrekturen bei Klassen, Typen und Subtypen vorgenommen. Der Typ Frostmusterboden mit fünf Subtypen wurde neu eingeführt. Diese Maßnahmen sowie textliche Korrekturen können als deutliche Verbesserung der ÖBS 2000 gesehen werden.

Abstract

The field tests and laboratory data on the "Austrian Soil Classification 2000" resulted in numerous corrections with respect to the classes, types and subtypes of soils. For example, the new type, Frostmusterboden (sorted pattern soil) with five subtypes, was introduced. Undoubtedly, these corrections are an improvement of the Austrian Soil Classification 2000.

Literatur

NESTROY O, DANNEBERG O.H, ENGLISCH M, GESSL A, HAGER H, HERZBERGER E, KILIAN W, NELHIEBEL P, PECINA E, PEHAMBERGER A, SCHNEIDER W und WAGNER J, 2000: Systematische Gliederung der Böden Österreichs (Österreichische Bodensystematik 2000). Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges., 60, S. 1-99, Wien.

NESTROY O, AUST G, BLUM W.E.H, ENGLISCH M, HAGER H, HERZBERGER E, KILIAN W, NELHIEBEL P, ORTNER G, PECINA E, PEHAMBERGER A, SCHNEIDER W und WAGNER J, 2011: Systematische Gliederung der Böden Österreichs – Österreichische Bodensystematik 2000 in der revidierten Fassung von 2011. Mitt. d.. Österr. Bodenkundl. Ges., im Druck, Wien.

Adresse des Autors

Institut für Angewandte Geowissenschaften, Technische Universität Graz, Rechbauerstraße 12, A-8010 Graz

Ansprechpartner: Othmar NESTROY, o.nestroy@tugraz.at

Elektrophorese mit organischer Bodensubstanz – eine Methodenentwicklung zur Evaluierung von organischen Bodensubstanzen

Electrophoresis with soil organic matter – a method development for evaluations of soil organic matter

Michael Tatzber[1*], Sabine Klepsch[1], Franz Mutsch[2], Gerhard Soja[3], Ernst Leitgeb[2], Michael Englisch[2], Thomas Reichenauer[3], Heide Spiegel[4] und Martin H. Gerzabek[1]

Einleitung

Die Elektrophorese ist als Messmethode zur Charakterisierung organischer Bodensubstanz aufgrund ihres Trennprinzips interessant: es erfolgt eine Auftrennung nach Ladungen im entsprechenden pH-Milieu. In einem abgeschlossenen Projekt wurde eine Methode entwickelt, um mit Elektrophorese das bereits eingesetzte Ensemble an Methoden zur Charakterisierung organischer Bodensubstanzen (Elementanalysen, Photometrie, Fluorimetrie, ^{13}C-Festkörper-NMR und mittlere Infrarot-spektroskopie) zu ergänzen. Die vorliegende Arbeit soll einen Einblick über die Anwendbarkeit der Kapillarelektrophorese für Fragestellungen betreffend organische Bodensubstanz vermitteln.

Material und Methoden

Bodenproben: Es standen für diese Methodenentwicklung Huminsäuren extrahiert aus 113 sehr unterschiedlichen Waldbodenproben aus dem BioSoil Projekt sowie Huminsäuren zweier Langzeitfeldversuche aus Fuchsenbigl (NÖ) zur Verfügung. Die BioSoil Proben rekrutierten sich aus den Schichten L, FH und der obersten Tiefenstufe des Mineralbodens von 0-5 cm. Ein Langzeitfeldversuch aus Fuchsenbigl wurde 1967 angelegt und auf jeweils drei Plots ^{14}C-markiertes Stroh oder ^{14}C-markierter Stallmist aufgebracht (n = 3 für jede Probe; Feldwiederholungen). Drei verschiedene Fruchtfolgesysteme wurden auf den markierten Plots nach 1967 angewendet: Fruchtfolge, Monokultur und Permanentschwarzbrache. Für die gegenwärtige Studie wurde der Plot der Permanentschwarzbrache, auf welchem Stallmist aufgebracht wurde, untersucht, und zwar Proben (0-20 cm) folgender Jahre: 1967, 1968, 1970, 1972, 1982, 1992 und 2004. Der Bodenbearbeitungs-Langzeitfeldversuch wurde 1988 in Fuchsenbigl, mit drei verschiedenen Bodenbearbeitungssystemen (minimale, reduzierte und konventionelle Bearbeitung) angelegt. 2004 wurden Bodenproben aus den Tiefenstufen 0-10, 10-20 sowie 20-30 cm entnommen.
Huminsäureextraktionen: Huminsäuren wurden durch Extraktionen entsprechender Bodenproben mit 1M NaOH gewonnen, die Methodik ist in Tatzber et al., 2007 und 2009 beschrieben.
Elektrophoretische Messungen: Die kapillarelektrophoretischen Trennungen wurden in einem Borsäure/Tetraborat Puffer durchgeführt, bei einer Spannung von 30 kV sowie einer Trenndauer von 30 Minuten. Die Detektion der erhaltenen Fraktionen erfolgte photometrisch bei 254,2 nm.

Ergebnisse und Diskussion

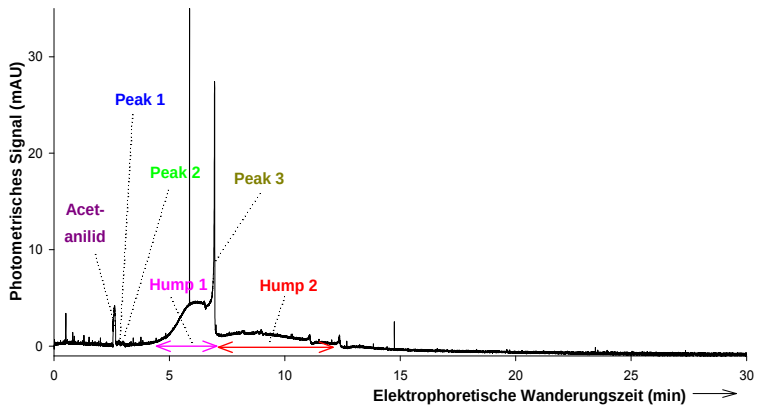


Abbildung 1: **Beispiel für ein Elektropherogramm mit den eingezeichneten Signalen (Peaks und Humps), welche in der gegenwärtigen Studie evaluiert wurden. Das Elektropherogramm dieser Abbildung stammt von der obersten Schicht (0-10 cm) der Minimalbearbeitungsvariante des Bodenbearbeitungs-Langzeitfeldversuches.**

Abbildung 1 zeigt ein typisches Beispiel für ein Elektropherogramm, in diesem Falle des Bodenbearbeitungs-Langzeitfeldversuches. Alle in der gegenwärtigen Studie untersuchten elektrophoretischen Signale sind eingezeichnet. Die spitzen Signale werden als Peaks bezeichnet, die flachen sind aus der Literatur als Humps bekannt (z.B.: Übner et al., 2004). Acetanilid wurde jeder Probe in einer definierten Menge zugesetzt, einerseits, um einen Marker für den elektroosmotischen Fluss (und damit den Beginn des eigentlichen Elektropherogrammes) zu haben. Andererseits sollte dessen konstante Peakfläche zeigen, ob eine grundsätzliche Signalstabilität während der Messungen gegeben war. Ganz am Anfang des Elektropherogrammes waren zwei sehr kleine Peaks feststellbar, welche offenbar (aufgrund der Nähe zum ungeladenen Acetanilid) eher für ungeladene Teilchen stehen dürften. Ein erster Hump wurde gemeinsam mit einem dritten Peak erhalten; ihre Trennung erfolgte über Abziehen der Signalfläche des Peaks 3 von Hump 1. Schließlich wurde ein zweiter Hump weiter hinten im Elektropherogramm gemessen, welcher für stärker negativ geladene Moleküle repräsentativ sein dürfte (z.B. Phenolate, Karboxylate, etc.).

Bei Peak 3 handelt es sich um ein Artefakt, welches durch Komplexierung von mehrfachen Alkoholen mit Tetraborat zustande kommt. Da über Tetraborat bekannt ist, dass es nur mit molekularen Anordnungen in spezifischen geometrischen Konfigurationen reagiert, kann dies durchaus auch als Information über Polyole in Huminsäuren aufgefasst werden (SCHMITT-KOPPLIN et al., 1998).

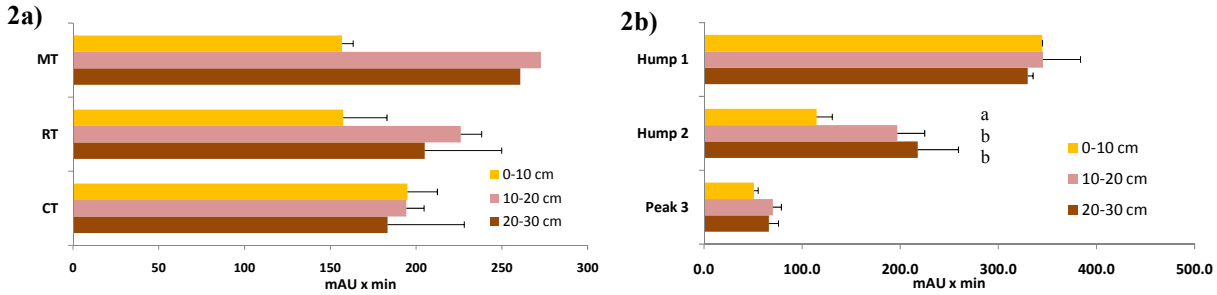


Abbildung 2: **Verhalten elektrophoretischer Signalflächen im Bodenbearbeitungs-Langzeitfeldversuch. Abb. 2a) zeigt das Verhalten von Hump 2 in den beprobten Bodentiefen bei den verschiedenen Bodenbearbeitungssystemen (MT = Minimum Tillage, RT = Reduced Tillage, CT = Conventional Tillage, n = 3, außer für MT (10-20 und 20-30 cm): n = 2). Abb. 2b) zeigt drei verschiedene Signale der beprobten Bodenschichten der Minimalbearbeitungsvariante, wobei aus den drei Plots des Feldversuches hier idente Bodenproben analysiert wurden (n = 3, Buchstaben markieren signifikant unterscheidbare Gruppen).**

Abbildung 2 veranschaulicht das Verhalten ausgewählter Signalflächen mit der Bodentiefe im Bodenbearbeitungs-Langzeitfeldversuch. Bei minimaler und reduzierter Bodenbearbeitung ist die Signalfläche von Hump 2 in den tieferen Bodenschichten größer als in 0-10 cm. Für Peak 3 ist ein analoger Trend bei Minimalbodenbearbeitung zumindest angedeutet. Für den ^{14}C-markierten Fruchtfolge-Langzeitfeldversuch wurden für Peak 1 und Hump 1 keine klaren Trends, für Peak 2 und Hump 2 signifikante Anstiege und für Peak 3 ein nichtsignifikanter Anstieg erhalten (Ergebnisse nicht dargestellt). Die Daten aus Proben des BioSoil Projektes zeigten, dass Hump 1 ein signifikant umgekehrtes Korrelationsverhalten hinsichtlich der elektrophoretischen Signale untereinander aufwies.
Weiters war Hump 1 signifikant positiv mit organischen Kohlenstoff- und Stickstoff-Gehalten im Boden korreliert sowie signifikant negativ mit dem Stickstoffgehalt in den Huminsäuren selbst. Auch dies kann als weiterer Hinweis betrachtet werden, dass Hump 1 eher „jüngere“ Anteile organischer Bodensubstanz in den extrahierten Huminsäuren repräsentiert. Auch mit diesen Parametern zeigten die anderen Signale im jeweiligen Elektropherogramm ein umgekehrtes Korrelationsverhalten verglichen mit Hump 1.
Auf Basis all dieser Ergebnisse kann gesagt werden, dass die Methodenentwicklung für eine kapillarelektrophoretische Trennung von Huminsäuren fünf verschiedene Signale hervorbrachte, welche in allen gemessenen Elektropherogrammen präsent und auswertbar waren. Das photometrische Detektionsprinzip ließ dabei allerdings zweifellos einige abgetrennte Fraktionen außer Acht, welche kein photometrisches Signal liefern. Beispiele dafür sind aliphatische Strukturen mit einer oder mehreren

Karboxylgruppen wie z.B. in Lipiden und/oder Fettsäuren. Hier besteht zweifellos noch ein bedeutendes Verbesserungspotential für diese Methodik.

Zusammenfassung

Kapillarelektrophorese stellt in der Huminsäureanalytik aufgrund ihres Trennprinzips nach Ladung eine wertvolle Bereicherung des vorhandenen Ensembles von Analysemethoden dar. In dieser Studie wurde dafür eine Methodenentwicklung durchgeführt und folgende Datensätze verwendet: ein sehr diverses Set von Waldbodenproben (BioSoil) und zwei gut sehr definierte Probensets aus Langzeitfeldversuchen in Fuchsenbigl (NÖ). Fünf verschiedene Signale konnten für alle gemessenen Elektropherogramme ausgewertet werden, drei Peaks und zwei flache Signale, sogenannte „Humps". Ein Signal, Hump 1, zeigte dabei ein genau umgekehrtes Korrelationsverhalten verglichen mit allen anderen elektrophoretischen Signalen. Von diesen zeigten vor allem Peak 2 und Hump 2 signifikante Korrelationsmuster hin zu stärker stabilisierten Sub-Pools der untersuchten Huminsäuren. Die Peaks 1 und 3 waren für die Langzeitfeldversuche eher schwer einzuordnen, die diversen BioSoil Proben zeigten aber recht deutlich, dass auch diese Signale für eher stabilisierte Anteile in Huminsäuren stehen dürften. Insgesamt kann gesagt werden, dass die entwickelte Methodik wertvolle Informationen lieferte, welche erste Zuordnungen zur Charakteristik der organischen Bodensubstanz zuließ.

Abstract

The separation principle of capillary electrophoresis is a valuable addition to the methodology for analyses of humic acids. For this purpose, the present study deals with a method development including three different data sets: one very diverse set of forest soil samples (BioSoil) and two quite defined sets from long-term field experiments in Fuchsenbigl (Lower Austria). Five different signals could be identified which were due to electrophoretically separated fractions. These were three peaks and two flat signals, the so-called "humps". Hump 1 showed an inverse correlation behaviour compared to all other evaluated electrophoretic signals. Especially Peak 2 and hump 2 showed significant correlations pointing towards higher stabilized sub-pools of humic acids. For the long-term field experiments, assignments for peaks 1 and 3 were difficult; the BioSoil samples showed quite distinctly that also these signals were due to more stabilized sub-pools in humic acids. Finally it can be stated that the developed methodology delivered valuable information which even allowed some first assignments of the observed signals.

Literatur

SCHMITT-KOPPLIN P, HERTKORN N, GARRISON W, FREITAG D, KETTRUP A, 1998: Influence of borate buffers on the electrophoretic behavior of humic substances in capillary zone electrophoresis. Anal Chem 70, 3798-3808.

TATZBER M, STEMMER M, SPIEGEL H, KATZLBERGER C, HABERHAUER G, MENTLER A, GERZABEK M, 2007: FTIR-spectroscopic characterization of humic acids and humin fractions obtained by advanced NaOH, $Na_4P_2O_7$, and Na_2CO_3 extraction procedures. J Plant Nutr Soil Sc 170, 522-529.

TATZBER M, STEMMER M, SPIEGEL H, KATZLBERGER C, ZEHETNER F, HABERHAUER G, GARCIA-GARCIA E, GERZABEK M, 2009: Spectroscopic behaviour of ^{14}C-labeled humic acids in a long-term field experiment with three cropping systems. Aust J Soil Res 47, 459-469.

ÜBNER M, LEPANE V, LOPP M, KALJURAND M, 2004: Electrophoretic aggregation of humic acid. J Chromatogr A 1045, 253–258.

Adressen der AutorInnen

[1] Institut für Bodenforschung, Department für Wald- und Bodenwissenschaften, Universität für Bodenkultur, Peter Jordan Straße 82, 1190 Wien.

[2] Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien.

[3] AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Konrad-Lorenz-Straße 24, 3430 Tulln

[4] Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, Spargelfeldstraße 191, 1220 Wien

* Ansprechpartner: Dr. Michael TATZBER, michael.tatzber@boku.ac.at

Modelle zur Bewertung von Stoffgehalten im Boden auf Basis der fraktionierten Analyse

Models for the evaluation of mineral soil components based on the fractionated analysis

Hans Unterfrauner[1*], Ivoneta Diethart[2], Wilfried Wenzl[3] und Robert Peticzka[4]

Einleitung

Die Analyse und Bewertung komplexer Zusammenhänge von Böden ist die Voraussetzung für eine nachhaltige Wirtschaftsweise (Schutz, Schonung, adäquater Umgang mit den natürlichen Ressourcen). Einen ökosystemaren Ansatz dazu liefert die fraktionierte Analyse (HUSZ, 1981, ÖNORM S2122-1 und 2122-2, 2004), bei der für jede Bodenprobe bis zu 120 Einzelparameter ermittelt werden. Durch den Einsatz von mathematischen Modellen kann die Datengenerierung beschleunigt und kostengünstiger gestaltet werden. In dieser Arbeit werden die Beziehungen der Stoffreserven, der austauschbaren Stoffe und der wasserlöslichen Stoffe zueinander betrachtet.

Material und Methoden

Insgesamt 550 Bodenproben wurden nach dem Verfahren der fraktionieren Analyse (ÖNORM S2122-1, 2004) analysiert. Dabei werden die Stoffgehalte in unterschiedlichen Verfügbarkeitsstufen erfasst.

- Wasserlösliche Stoffe: Bodenwassersättigungsextrakt (KH-Extrakt, ~Bodenlösung)
- Austauschbare Stoffe: LiCl Extrakt (Sorptionskomplex)
- Reservefraktion: HCl Extrakt (nachlieferbarer Anteil)

Im ersten Teil wurden die Beziehungen der Stoffgehalte der Bodenlösung zu den austauschbaren Stoffen ermittelt. Dazu gehören die „allgemeine Bindungsintensität“ (HUSZ, 1981) und die Verteilung der Stoffe am Sorptionskomplex. Die Beziehung der Stoffkonzentrationen der Bodenlösung und der austauschbaren Stoffe ist für die Beurteilung der dynamischen Prozesse im Boden bedeutend.
Im zweiten Teil wurden Modelle mittels multivariater Analysemethoden (Partial Least Square Regeression) erstellt und validiert (Full Cross Validation). Dabei wird jeweils eine Probe aus dem Gesamtprobensatz mit dem aus den übrigen Proben erstellten Modell vorhergesagt. Die in die Datenmatrix eingehenden X-Variablen sind Ca, Mg und K (alle Werte in mmolc/kg), sowie die Werte von KH (=Extraktionsverhältnis), pH_{Wasser}, pH_{KCl} und EC (elektrische Leitfähigkeit in mS/cm). Das Ziel war herauszufinden, ob es ausreichend gute Beziehungen gibt, um von den Konzentrationen eines Extraktes auf die Konzentrationen der anderen Extrakte umzurechnen.

Ergebnisse und Diskussion

Die allgemeine Bindungsintensität als Funktion der Kationensumme in der Bodenlösung ermöglicht eine Abschätzung der Nachlieferungskinetik, wobei die Werte konzentrationsabhängig sind und z.B. durch Düngung oder schwankenden Bodenwassergehalten beeinflusst werden.

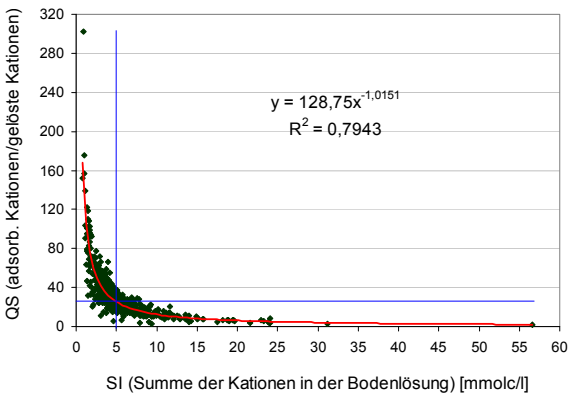


Abbildung 1: **Allgemeine Bindungsintensität**

Abbildung 1 zeigt die unterschiedliche Bindungsintensität als Beziehung von QS (dem Quotienten aus adsorbierten Kationen und gelösten Kationen) und SI (der Summe der Kationen in der Bodenlösung in mmolc/l). Böden mit hoher Bindungsintensität weisen eine geringe, Böden mit niedriger Bindungsintensität eine hohe Nachlieferungskinetik auf. Eine hohe Bindungsintensität kann ab einem QS von etwa 25 ansteigend angenommen werden. Die Kationensumme in der Bodenlösung liegt dabei großteils unter 5 mmolc/l.

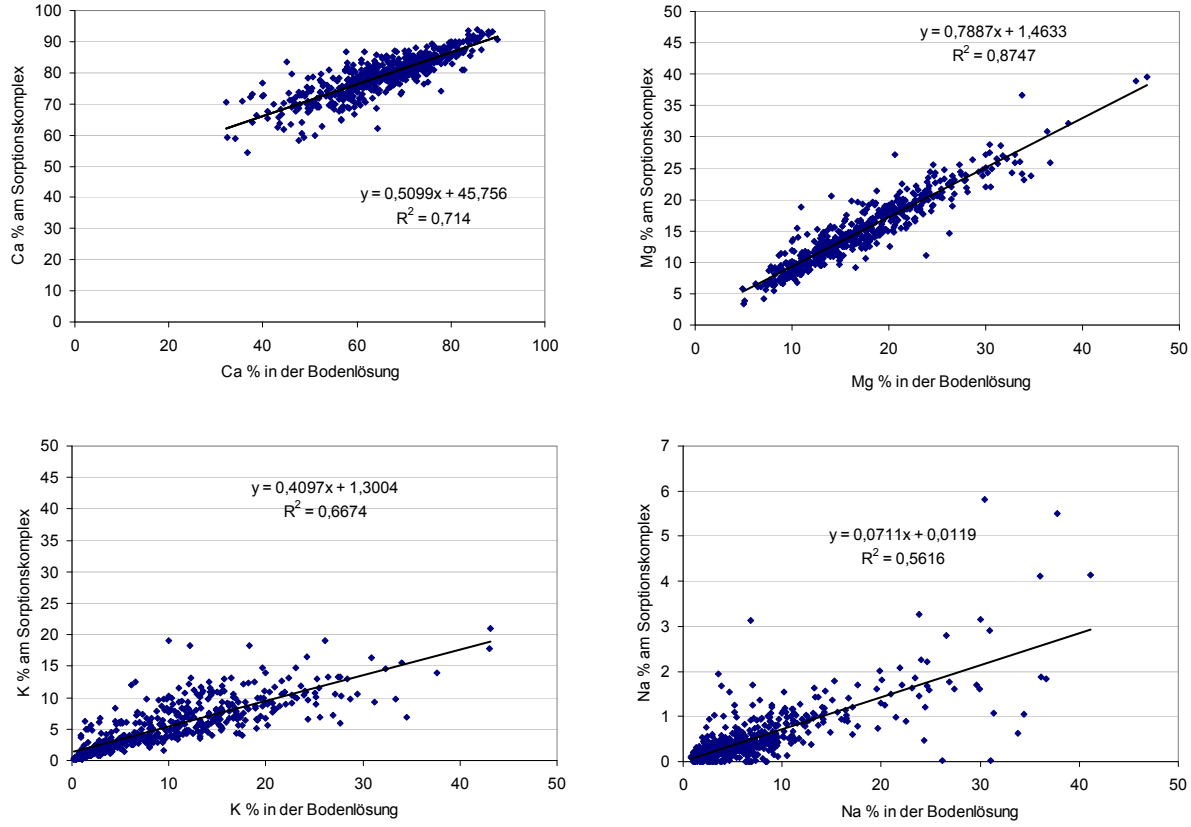


Abbildung 2: **Beziehung von Ca, Mg, K und Na am Sorptionskomplex [%CEC_{pot}] und in der Bodenlösung**

Die Beziehungen der prozentuellen Anteile der Kationen am Sorptionskomplex und in der Bodenlösung werden in Abbildung 2 dargestellt. Um ein ausgeglichenes Nährstoffangebot und eine günstige Bodenstruktur zu gewährleisten, sollte der Sorptionskomplex folgendermaßen belegt sein (BMLFUW, 2006):

Ca : Mg : K : Na zu (60 bis 90) : (5 bis 15) : (2 bis 5) : (< 1).

Ein hohes Bestimmtheitsmaß konnte bei Ca, K und Mg festgestellt werden. Bei Natrium war keine homogene Verteilung gegeben.

Zur Entwicklung der Modelle wurden die Stoffkonzentrationen der wasserlöslichen Stoffe (KH Extrakt) herangezogen, um die Konzentrationen der austauschbaren Stoffe (LiCl-Extrakt) und der nachlieferbaren Stoffe (HCl-Extrakt) zu bestimmen. Ebenso wurden aus den Konzentrationen der nachlieferbaren Stoffe (HCl-Extrakt) die Konzentrationen der austauschbaren Stoffe (LiCl-Extrakt) und der wasserlöslichen Stoffe (KH-Extrakt) bestimmt.

Tabelle 1: **Prognosemodelle der austauschbaren und nachlieferbaren Stoffgehalte aus dem KH Extrakt**

	LiCl modelliert aus KH			**HCl modelliert aus KH**		
Modell	R	RMSEP	Y-expl [%]	R	RMSEP	Y-expl [%]
Ca	**0,91**	0,10	85	0,82	0,37	63
K	**0,88**	0,15	79	0,67	0,18	49
Mg	**0,91**	0,11	82	0,71	0,44	54

Tabelle 2: **Prognosemodelle der austauschbaren und wasserlöslichen Stoffgehalte aus dem HCl Extrakt**

	LiCl modelliert aus HCl			**KH modelliert aus HCl**		
Modell	R	RMSEP	Y-expl [%]	R	RMSEP	Y-expl [%]
Ca	0,91	0,10	84	**0,94**	0,11	79
K	0,67	0,25	47	**0,74**	0,32	56
Mg	0,76	0,17	59	**0,84**	0,17	73

Die aus dem KH Extrakt generierten Stoffgehalte erweisen sich zur Bestimmung des austauschbaren Stoffe als sehr gut geeignet. Die Modelle für Ca, Mg und K zeigen ein gutes Vorhersagepotential (Tab. 1). Zur Bestimmung von nachlieferbaren Stoffen ist das Vorhersagepotential bei keinem der Modelle zufrieden stellend.
Die aus dem HCl Extrakt generierten Analysedaten erweisen sich zur Bestimmung von wasserlöslichen (KH Extrakt) und austauschbaren Stoffen (LiCl Extrakt) bei Ca und auch bei Mg als geeignet, für Kalium zeigte sich keine auseichend gute Korrelation.

Zusammenfassung

Komplexe Zusammenhänge im Boden können durch den ökosystemaren Ansatz der fraktionierten Analyse ermittelt und bewertet werden. Durch mathematische Modelle wird die Datengenerierung beschleunigt. Bei Ca, Mg und K konnte eine enge Korrelation zwischen wasserlöslichen und austauschbaren Fraktionen nachgewiesen werden. Aus den Prognosemodellen ergab sich eine enge Beziehung der wasserlöslichen Stoffe (analysiert) zu den austauschbaren (errechnet) und der Reservestoffe (analysiert) zu den wasserlöslichen Stoffen (errechnet).

Abstract

Complex relationships in soils can be detected and evaluated by the fractionated analysis in an ecosystem approach. The data generation can be accelerated by the use of mathematic models. Strong relationships between water soluble and exchangeable fractions could be found for Ca, Mg and K. The prediction models showed strong correlations between the water soluble- and exchangeable fraction and between the exchangeable- and reserve fraction.

Literatur

BMLFUW, 2006: Richtlinie für die sachgerechte Düngung, Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen, Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz, Wien. 80 Seiten.
HUSZ G., 1981: Erläuterung und Darstellung der wissenschaftlichen Grundlagen des Bodenuntersuchungssystems nach G. HUSZ unter Hervorhebung der Unterschiede und Vorteile gegenüber der wichtigsten üblichen In- und Ausländischen Verfahren. Forschungsauftrag Zl. 24.000/56-II13/81. Wien. 89 Seiten.
ÖNORM S2122-1, 2004: Erden aus Abfällen, Teil 1: Fraktionierte Analyse-Untersuchungsmethoden.
ÖNORM S2122-2, 2004: Erden aus Abfällen, Teil 2: Bewertung auf Basis der fraktionierten Analyse.

Adressen der Autoren

[1] BOWASAN, Liebenauer Hauptstraße 34/2/3, A-8041 Graz

[2] Bio Forschung Austria, Esslinger Hauptstraße 132-134, A-1220 Wien

[3] LFZ Raumberg-Gumpenstein, Altirdning 11, 8952 Irdning

[4] Institut für Georgraphie und Regionalforschung, Uni Wien, Althanstrasse 14, A-1090 Wien

[*] Ansprechpartner: DI Hans UNTERFRAUNER, h.unterfrauner@bowasan.at

ÖPUL-Evaluierung - Wirksamkeit von ÖPUL-Maßnahmen zur Vermeidung von Bodenverdichtung

ÖPUL-Evaluation - Effectiveness of ÖPUL Measures to Prevent Soil Compaction

Erwin Murer[1] und Andreas Baumgarten[2]

Einleitung

Das Projekt „Wirksamkeit von ÖPUL-Maßnahmen zur Vermeidung von Bodenverdichtung“ wurde gemeinsam von der Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES) und dem Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt (BAW-IKT) im Auftrag des BMLFUW durchgeführt. Ziel des Projektes war eine Bestandsaufnahme des Verdichtungsgrades verdichtungsgefährdeter Ackerstandorte bei langjähriger ÖPUL-Teilnahme an den Maßnahmen Begrünung bzw. Direkt- oder Mulchsaat sowie die Interpretation der Auswirkungen dieser ÖPUL-Maßnahmen. Als Projektgebiet war das Hauptproduktionsgebiet „Alpenvorland“ vorgegeben.

Methode

Die Verdichtungsgefährdung als Reziprokwert der Vorbelastung nach DIN 19688 (1998) wurde für den Unterboden auf der Basis der Daten der Österreichischen Bodenkartierung ermittelt (Abbildung 1). Die Vorbelastung gibt einen Richtwert für die mechanische Belastbarkeit der Unterböden an. Es wurden insgesamt 30 Betriebe mit Ackernutzung (25 in OÖ, 5 in NÖ) nach folgenden Kriterien ausgewählt:

- langjährige Teilnahme an ÖPUL-Maßnahmen (Begrünung bzw. Direkt- oder Mulchsaat) bei verdichtungsrelevanter Bewirtschaftung (z.B. Mais- und Rübenanbau)
- Verdichtungsgefährdung auf Basis der Vorbelastung
- Hauptbodentyp

Die Auswahl wurde von der OÖ Wasserschutzberatung und der Landwirtschaftskammer für NÖ wesentlich unterstützt. Von jedem Betrieb wurde ein Ackerstandort beprobt. Trotz der Definition der Auswahlkriterien stellen diese 30 Probenahmestellen statistisch gesehen eine punktweise und zufällige Erhebung dar. Gefügeschäden entstehen insbesondere durch zu hohe Radlasten, durch mehrfaches Überrollen derselben Spur oder durch das Furchenrad beim Pflügen, wenn beim Befahren der Boden zu feucht oder zu locker ist. Ein Gefügeschaden ist gegeben, wenn folgende „Schadensgrenzen“ (LEBERT, 2010) im Unterboden überschritten werden:

- Luftkapazität <5%
- gesättigte Wasserdurchlässigkeit <10 $cm.d^{-1}$

Der Gefügeschaden ist ein zu vermeidender Zustand, so dass zu einer Bewertung der Gefügeeigenschaften eine abgestufte Klassifizierung erforderlich ist. Die Beurteilung des Gefügezustandes wurde basierend auf diesen Schadensgrenzen wie folgt festgelegt:

- deutlich oberhalb der Schadensgrenze — günstiger Gefügezustand
- nahe der Schadensgrenze — ungünstiger Gefügezustand
- überwiegend oder ganz unterhalb der Schadensgrenze — kritischer Gefügezustand

Ergebnisse

Repräsentativität der Probenahmestellen

Die Verteilung der Bodenart und der Bodentypen im Tiefenbereich der Pflugsohle der 30 Probenahmestellen (Abbildung 1) entspricht in etwa der Verteilung im Projektgebiet. Die Repräsentativität der Bewirtschaftung wurde nicht geprüft.

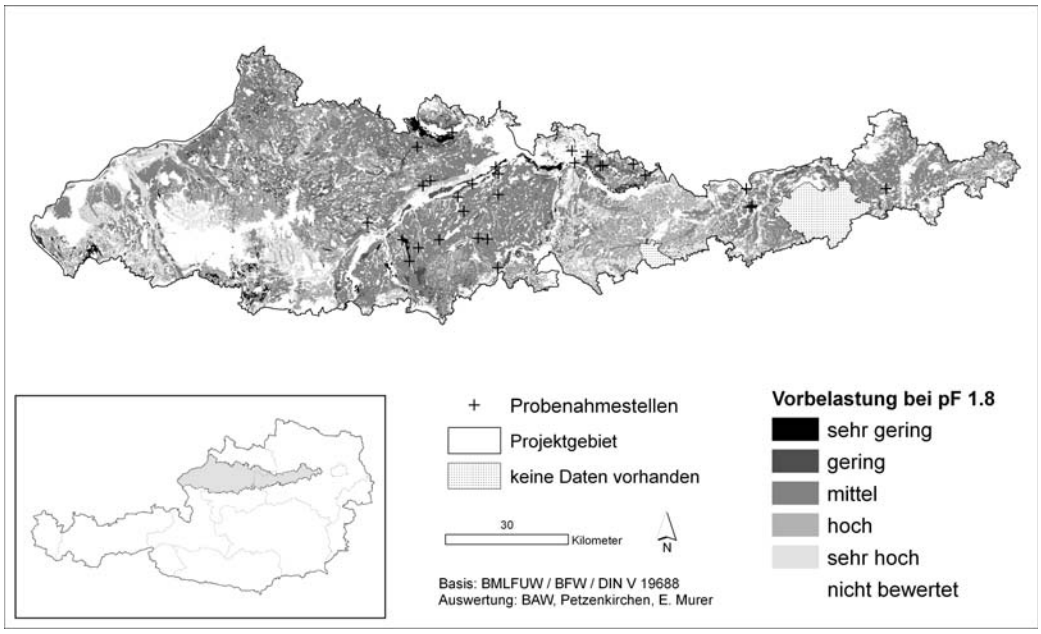


Abbildung 1: **Vorbelastung bei Feldkapazität im Unterboden und Probenahmestellen**

Bewertung des Verdichtungsgrades

Von den insgesamt 30 Probenahmestellen weisen nur 12 einen günstigen Gefügezustand im Bereich der Pflugsohle auf. Sieben Standorte haben einen ungünstigen und 11 einen kritischen Gefügezustand, also fast 2/3 der untersuchten Probenahmestellen. In der Klasse mit günstigem Gefügezustand finden sich alle Hauptbodentypen, aber vor allem die Auböden (Abbildung 2). In der Klasse ungünstiger Gefügezustand dominieren die Pseudogleye. In der Klasse kritischer Gefügezustand finden sich wieder sämtliche Hauptbodentypen und alle Böden mit einem Tongehalt über 30% im Bereich Pflugsohle. Ausschlaggebend für die Einstufung in die Klasse „kritischer Gefügezustand" ist meist eine sehr geringe gesättigte Wasserdurchlässigkeit. Die Auswertung von bodenphysikalischen Daten aus der Labordatenbank des BAW-IKT in Petzenkirchen bestätigen in etwa diese Größenordnung (MURER und ZEHNER, 2010). Der an Probenahmestellen ermittelte Gefügezustand kann nicht generell auf den gesamten Schlag übertragen werden. Schädliche Bodenverdichtungen betreffen häufig nicht die gesamte Fläche eines Schlages, sondern treten zumeist nur in Teilen auf. Für eine gesicherte Erhebung hinsichtlich schädlicher Verdichtungen sind zusätzliche umfangreiche flächenhafte spezifische Gefügeuntersuchungen notwendig.

Interpretation der Auswirkungen von ÖPUL-Maßnahmen

Die Landwirte wurden hinsichtlich der Bewirtschaftung und der ÖPUL-Maßnahmen befragt. Der Vergleich der Bewirtschaftungsmaßnahmen und ÖPUL-Maßnahmen der einzelnen Betriebe mit dem vorgefundenen Gefügezustand im Unterboden ergab keinen signifikanten Zusammenhang. Die Gefügeschäden schluffreicher Böden regenerieren sich nur langfristig und in geringem Ausmaß und sind dadurch auch noch nach Jahrzehnten nachweisbar. Abgesehen von temporären Veränderungen wie Quellung und Schrumpfung oder der Anlage einzelner biogener Vertikalporen treten im Unterboden kaum Regenerierungsprozesse auf. Dies kann auch ein Grund sein, warum die derzeitigen Bewirtschaftungsmaßnahmen nicht mit dem festgestellten Gefügezustand korrelieren. Die Erhebungen zeigen die gesamte Spannbreite, von Betrieben mit Gefüge schonenden Bewirtschaftungsmaßnahmen und dennoch kritischem Gefügezustand in der Pflugsohle bis hin zu Betrieben mit konventioneller Bewirtschaftung – inklusive Rübenernte mit einem Vollernter - und günstigem Gefügezustand. Diese Ergebnisse zeigen auch, dass bei fachgerechter Praxis im Hauptproduktionsgebiet Alpenvorland auf allen Bodentypen eine Bewirtschaftung ohne schädliche Auswirkungen auf das Gefüge möglich ist. Dennoch muss eine Reihe von Maßnahmen zur Vermeidung von Verdichtungen vorgeschlagen werden.

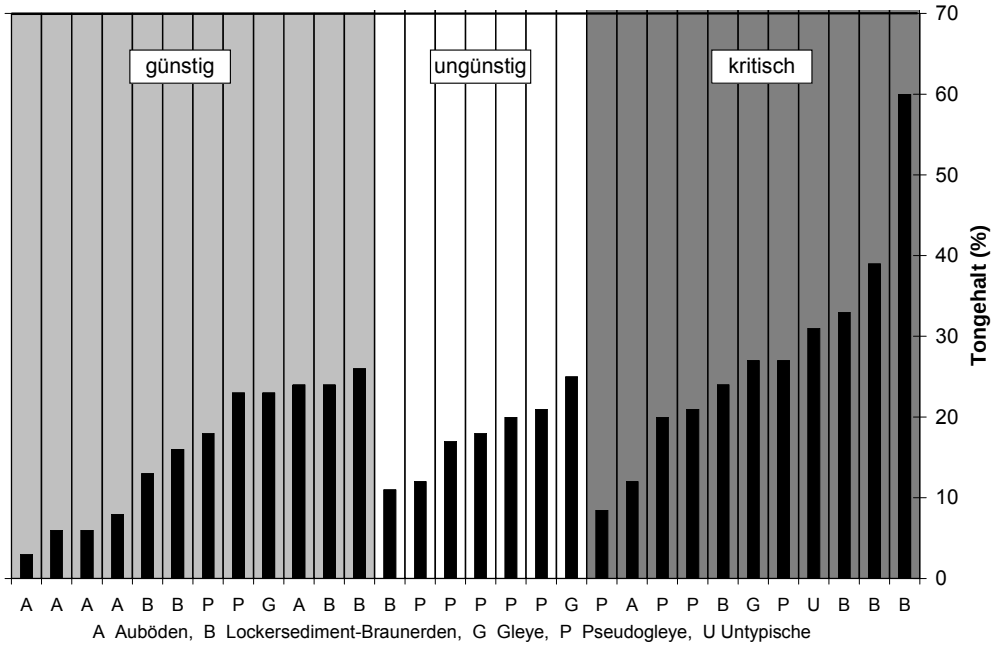


Abbildung 2: **Bodentyp mit Gefügezustandsklassen und Tongehalt**

Maßnahmen zur Vermeidung von Bodenverdichtungen

Der Schwerpunkt einer zukünftigen Tätigkeit ist die Erarbeitung von Empfehlungen zur standort- und betriebsspezifisch optimalen Intensität der Bodenbearbeitung und zur Minimierung der mechanischen Bodenbelastung. Bodengefügeschutz im Unterboden lässt sich auf gefährdeten Flächen nicht allein über eine Absenkung des Reifeninnendrucks gewährleisten. Ein geringer Reifeninnendruck schützt vorrangig den Oberboden. Die Anwendung von bodenphysikalischen Modellen zur Gefügeprognose kann konkrete, boden- und betriebsbezogene Informationen über das Verdichtungsverhalten im Unterboden liefern. Auswertungskarten helfen, den Handlungsbedarf im Bodengefügeschutz einzuschätzen. Sie können eine wichtige Hilfe für die betriebsbezogene Bodenschutzplanung sein. Der Schutz des Bodengefüges gründet auf vorsorgenden, Risiko mindernden Maßnahmen, die aufeinander aufbauen und miteinander verknüpft sind. Zur Vermeidung von Bodenverdichtungen gibt es eine Reihe wirkungsvoller und anwendbarer ackerbaulicher Maßnahmen:

- Konservierende Bodenbearbeitung
- ON-LAND Pflügen
- Anpassung der Radlasten und des Reifeninnendrucks an den Bodenzustand
- Anpassung der Fruchtfolge an die Standorteigenschaften

Literatur

DIN 19688, 1998: Ermittlung der mechanischen Belastbarkeit und Verdichtungsempfindlichkeit von Böden.

LEBERT, M, 2010: Entwicklung eines Prüfkonzepts zur Erfassung der tatsächlichen Verdichtungsgefährdung landwirtschaftlich genutzter Böden“. Umweltbundesamt, Texte 51.

MURER, E. und K. ZEHNER, 2010: Bodenverdichtung und Gewässerschutz. Boden- und Gewässerschutz in der Landwirtschaft. Bericht 2. Umweltökologisches Symposium. Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein (LFZ).

Adressen der Autoren

[1] Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Pollnbergstraße 1, A-3252 Petzenkirchen.

[2] Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Bodengesundheit und Pflanzenernährung, Spargelfeldstraße 191, A-1220 Wien.

Entwicklung bodenhydrologischer Basiskarten für Niederösterreich

Development of basic hydrological soil maps of Lower Austria

Rita Sturmlechner[1*], Alexander Eder[1], Peter Strauss[1,] Klaus Kleebinder[2]
und Bernadette Sotier[2]

Einleitung

Das Wissen um den Wasserhaushalt des Bodens ist nicht nur im Bezug auf die Produktivität eines Standortes von enormer Bedeutung, sondern auch für die Bewertung des Speicher- und Wasserrückhaltevermögens bei Niederschlägen. Die Entstehung von Hochwasserabflüssen wird neben den klimatischen Rahmenbedingungen wesentlich durch die räumliche Verteilung landschaftsbildender Faktoren beeinflusst. Geomorphologie, Vegetation, Landnutzung, Boden und Geologie bestimmen entscheidend die Prozesse der Abflussbildung.
Im Rahmen des HydroBodNÖ-Projektes (Hydrologische Bodenkenndaten Niederösterreichs) wurden flächendeckend für Niederösterreich bodenhydrologische Basiskarten erstellt, die in weiterer Folge als Grundlage für die Ausweisung des dominanten Abflussprozesses eines Standortes dienen.

Basisdaten

Für die Entwicklung dieser Karten wurde Bodeninformation aus verschiedenen Quellen zusammengetragen. Für einen Großteil der landwirtschaftlich genutzten Flächen des Projektgebiets konnte die digitale Bodenkarte (eBod) im Maßstab 1:25.000 als Bewertungsgrundlage genutzt werden. Die eBod wird im Zuge der österreichischen Bodenkartierung des BFW erstellt und liegt für das Projektgebiet mit Ausnahme der Kartierbereiche Waidhofen an der Ybbs, Mank und Wien-West vollständig vor. Sie enthält Informationen über z. B. Ausgangsmaterial, Tiefe, Wasserverhältnisse, Textur etc. Jeder Bodenform (=Polygonfläche der eBod) ist zudem ein entsprechendes charakteristisches Leitprofil zugeordnet (BFW 2010).
Für die noch nicht kartierten, landwirtschaftlich genutzten Flächen der Kartierungsbereiche Mank, Waidhofen an der Ybbs und Wien-West musste die Bodeninformation zuerst generiert werden. Als Grundlage und räumliche Abgrenzung dienten aus der Geologie abgeleitete Substratklassen. Je Substratklasse wurden die mittlere Bodenart sowie der am häufigsten vorkommende Bodentyp bestimmt. Für Letzteren wurde das charakteristische Profil abgeleitet, welches die Verteilung der Horizonte über die Tiefe sowie deren Lagerungsdichte, Humusstufe und Grobstoffstufe angibt.
Für die Waldgebiete wurden Daten der Waldboden-Zustandsinventur (WBZI) verwendet. Diese erfasst als Teil des Waldschadens-Beobachtungssystems in einem regelmäßigen Raster Bodendaten in fixen Tiefenstufen. Für das Projektgebiet sind insgesamt 186 Probenpunkte im Wald verfügbar. Das Grundnetz enthält 97 Profile, für die in allen Tiefenstufen Ton, Schluff, Sand und Humusanteil gemessen werden. Im Verdichtungsnetz stehen mit weiteren 89 Profilen Angaben zum Humusgehalt für alle Tiefenstufen zur Verfügung, die Korngrößenzusammensetzung jedoch nur für die Tiefenstufe 30-50cm.

Methode und Ergebnisse

Für die Visualisierung und Berechnungen wurde die Software ArcGIS von ESRI verwendet. Um die Berechnung zu vereinfachen, wurde in einem ersten Schritt das Projektgebiet in 4 Gebiete unterteilt – landwirtschaftlich genutzte Flächen, Waldflächen, Siedlungsgebiet und Gewässer.
Für die Aufbereitung der Daten des landwirtschaftlichen Bereiches wurde eine homogene Tabelle mit Informationen der verfügbaren Bodenparameter erstellt. Dabei wurden die Daten der eBod und die fehlenden Kartierungsbereiche zusammengeführt. Mit Hilfe der am IKT Petzenkirchen erstellten Pedotransferfunktionen für das Modell Simwasser (Stenitzer 1988) wurden für alle Bodenformen horizontweise die Parameter Gesamtporenvolumen, nutzbare Feldkapazität, sowie die vertikale gesättigte Leitfähigkeit berechnet. Eingangsgrößen dafür sind die Textur, Grobstoff-; Lagerungsdichte- und Humusklasse der einzelnen Horizonte. Außerdem wurde eine abflussspeichernde Bodenmächtigkeit, welche die Mächtigkeit des Solums bis zum Ausgangsgestein, einem gering durchlässigen Horizont oder

einem Grundwasserspiegel beschreibt, berechnet. Da die digitale Bodenkarte nicht alle landwirtschaftlich genutzten Flächen abdeckte, wurden die fehlenden Bereiche mit Hilfe von ArcGIS mit Information des Nachbarpolygons ausgestattet.
Da das Datennetz der Waldgebiete deutlich dünner war und vor allem keine flächige Information vorlag, wurde hier anders vorgegangen. Die Textur und der Humusgehalt wurden mittels Regionalisierungsverfahren im ArcGIS in die Fläche gebracht. Die Lagerungsdichte- und die Grobstoffklasse wurden mit Ld1 bzw. Ld2 für untere Horizonte und g0 angenommen. Die Ergebnisse der Regionalisierung und die getroffenen Annahmen fanden wiederum Eingang in die oben beschriebenen Pedotransferfunktionen um die Parameter Gesamtporenvolumen, nutzbare Feldkapazität und vertikale gesättigte Leitfähigkeit zu berechnen, sowie die abflussspeichernde Bodenmächtigkeit auszuweisen.
Im Siedlungsgebiet wurden die Texturwerte aus der Regionalisierung übernommen. Die Grobstoffklasse wurde mit g0 festgelegt, Lagerungsdichte mit Ld3 und die Humusklasse mit h0. Für Gewässer wurden fixe Werte für die berechneten Parameter angenommen.
Durch Kombination dieser Datensätze wurden flächige, homogene GIS-Layer (Raster 50x50m) der bodenphyikalischen Parameter Gesamtporenvolumen, nutzbare Feldkapazität, vertikale gesättigte Leitfähigkeit und abflussspeichernde Bodenmächtigkeit generiert. Als Beispiel soll die unten dargestellte Abbildung des Gesamtporenvolumens des obersten Horizontes dienen.

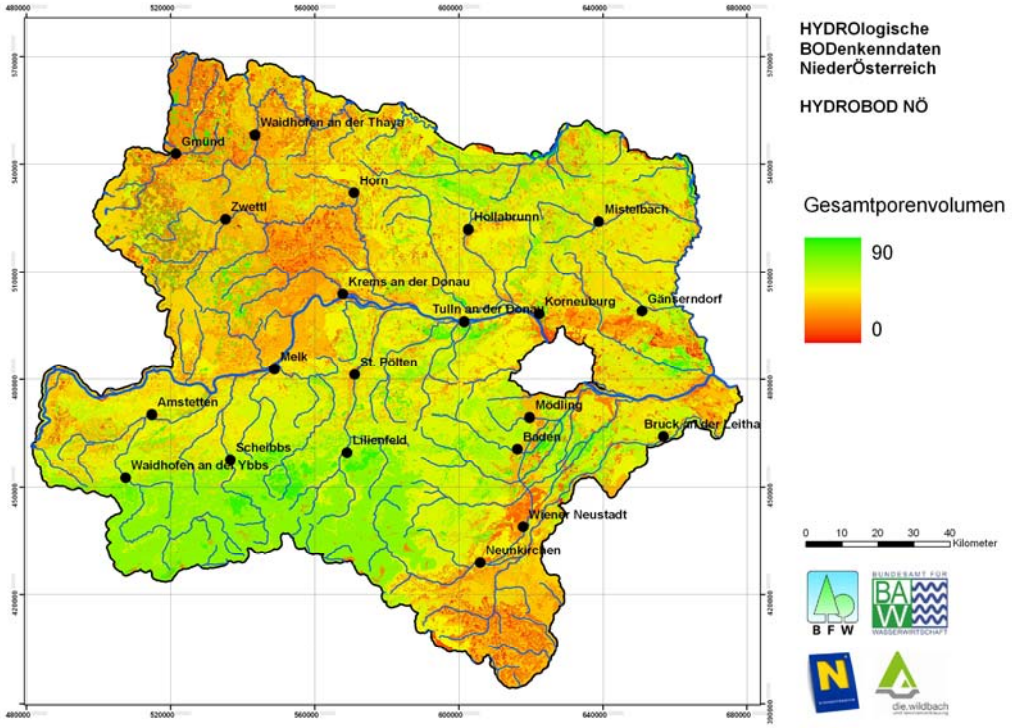


Abbildung 1: **berechnetes Gesamtporenvolumen des 1. Horizontes des Projektgebietes**

Mit Hilfe dieser rasterbasierten Basiskarten, sowie weiterer im Zuge des HydroBodNÖ-Projektes erstellten Karten, wie z.B. Landnutzung, Verschlämmungsneigung, etc, wurde ein Modell entwickelt um den dominanten Abflussprozess zu ermitteln. Unterschieden wurde dabei zwischen Oberflächenabfluss, Zwischenabfluss und Tiefenversickerung. Dieses Modell wurde mit verschiedenen Niederschlagsszenarien berechnet. In ArcGIS wurden außerdem quantitative Aussagen über den vorherrschenden Abflussprozess bestimmt. Auch diese Ergebnisse wurden in Karten visualisiert (Abbildung 2).

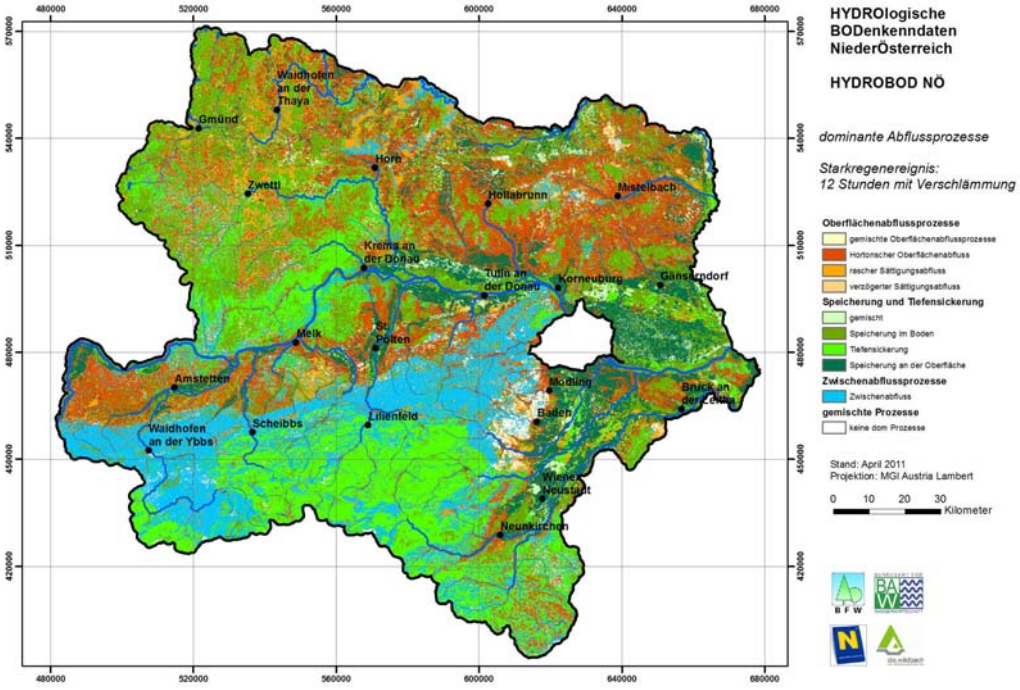


Abbildung 2: **dominante Abflussprozesse während eines Starkregenereignisses (150mm in 12 Stunden; Verschlämmungsneigung wurde berücksichtigt)**

Zusammenfassung

Aus Basisdaten wie der eBod und der Waldbodenzustandsinventur wurden bodenhydrologische Basiskarten der Parameter Gesamtporenvolumen, nutzbare Feldkapazität, vertikale gesättigte Leitfähigkeit und abflussspeichernde Bodenmächtigkeit erstellt. Mit Hilfe dieser Basiskarten und einer Verrechung mit dem im Zuge des HydroBodNÖ-Projektes erstellten Modells konnte eine Ausweisung des dominanten Abflussprozesses für jeden Standort in Niederösterreich erfolgen.

Abstract

Basic hydrological soil data maps of total pore volume, field capacity, vertical, saturated hydraulic conductivity and depth of runoff storage were generated out of information of the eBod and WBZI for entire lower Austria. These maps were used as input parameters for a model to evaluate the dominant runoff process.

Literatur

Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft. http://bfw.ac.at

STENITZER E. (1988): SIMWASSER - Ein numerisches Modell zur Simulation des Bodenwasserhaushaltes und des Pflanzenertrages eines Standortes. Mitt. aus der Bundesanstalt für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Nr. 31, Petzenkirchen.

Adressen der Autoren

[1] Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Pollnbergstraße 1, A-3252 Petzenkirchen

[2] Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Rennweg 1, A-6020 Innsbruck

[*] Ansprechpartner: Alexander EDER, alexander.eder@baw.at

Einfluss verschiedener Bodenbearbeitungsvarianten für die Zwischenfruchtbegrünung auf Oberflächenabfluss und Bodenabtrag

Effect of different catch crop cultivation techniques on surface runoff and soil erosion

Rosemarie Hösl und Peter Strauss

Einleitung

Mithilfe von Beregnungsversuchen wurde der Einfluss von verschiedenen Bodenbearbeitungsvarianten auf Oberflächenabfluss und Bodenabtrag getestet. Diese Beregnungsversuche sollen zu einem besseren Verständnis der Beziehung zwischen Bodenbeschaffenheit und Oberflächenabfluss bzw. Bodenabtrag auf Ackerflächen beitragen. Vertiefendes Wissen über die wechselseitige Abhängigkeit dieser Parameter soll in der Praxis zu besser angepassten Erosionsschutzmaßnahmen im Ackerbau führen.

Material und Methoden

Auf einer Ackerfläche im oberösterreichischen Innviertel wurden im Herbst 2010 nach der Ernte vier verschiedene Saatbeetvarianten für den Zwischenfruchtanbau angelegt. Bei einer fünften Bearbeitungsvariante wurde keine Zwischenfrucht angebaut.

GS + S:	Grobes Saatbeet + Saatstriegel, mit Zwischenfruchtanbau
GS	Grobes Saatbeet, mit Zwischenfruchtanbau
FS	Feines Saatbeet, mit Zwischenfruchtanbau
FS + F	Feines Saatbeet + Fahrspuren, mit Zwischenfruchtanbau
GS-ZF	Grobes Saatbeet, ohne Zwischenfruchtanbau

Aufgrund der Witterungsumstände erfolgte der Zwischenfruchtanbau eher spät, am 20. August mit einer Mischung aus Phacelia, Alexandrinerklee, Mungo und Ölrettich. Die groben Saatbeetvarianten wurden jeweils nur einmal mit einem Grubber bearbeitet (~18 cm Tiefe), die feinen Saatbeetvarianten wurden gegrubbert und zweimal mit der Kreiselegge bearbeitet. Vom 7.9. – 23.9. wurden alle Bearbeitungsvarianten mit jeweils drei Wiederholungen beregnet (Strauss et al., 2001). Die Parzellengröße betrug 5x2m, beregnet wurde mit einer Intensität von 50 mm/h mit entionisiertem Wasser (<50 µS/cm). Die durchschnittliche Hangneigung der Versuchsackerfläche betrug etwa 9.2%. Zusätzlich zu Abfluss und Sedimentkonzentrationen wurden folgende Parameter erhoben: Bodenwassergehalt vor und nach der Beregnung, Korngrößenanalyse (lU, bzw. uL), Hangneigung, Rohdichte mittels Stechzylinder, Rauigkeit des Saatbeetes und Bodenbedeckung.

Ergebnisse und Diskussion

Die Beregnungsversuche dauerten zwischen 60 und 90 Minuten pro Parzelle. Ein wesentlicher Parameter bei den Versuchen war der Zeitpunkt des Abflussbeginns (Tabelle 1). Dieser schwankte je nach Bearbeitungsvariante. Oberflächenabfluss trat am schnellsten bei den feinen Saatbeetvarianten und dem groben Saatbeet mit Saatstriegel (GS+S) auf. Bei den Bearbeitungsvarianten GS und GS-ZF dauerte es wesentlich länger bis sich Oberflächenabfluss bildete. Bis auf das Ergebnis der Variante GS+S waren diese Werte zu erwarten. Es wird angenommen, dass durch den Saatstriegel die Oberflächenbeschaffenheit der Ackerfläche geringfügig geebnet wurde, dies machte einen schnelleren Abflussbeginn möglich. Außerdem wies die Variante GS+S eine größere Hangneigung auf. In Tabelle 1 finden sich weitere wesentliche Ergebnisse zu den durchgeführten Beregnungsversuchen. Die Rauigkeit wurde mit einer 1m langen, feingliedrigen Kette gemessen, und als

R (%) = (x/y)*100, wobei x = tatsächliche Länge der Kette auf der Bodenoberfläche, y = Länge der Kette

berechnet. Daraus ergibt sich: je niedriger der Wert umso rauer die Beschaffenheit des Saatbeetes. Die groben Saatbeetvarianten weisen deutlich niedrigere Werte auf als die feinen Saatbeetvarianten. Lediglich die Variante GS-ZF weist ähnliche Rauigkeitswerte auf wie die feinen Varianten. Dies wird

auf die fehlende Bodenbedeckung durch Zwischenfruchtanbau zurückgeführt. Bei Niederschlagsereignissen in dieser Periode konnten Regentropfen ungehindert auf den Boden auftreffen, das grobe Saatbeet wurde so etwas „eingeebnet“. Durch die feine Saatbeetbereitung bei FS und FS+S entwickelte sich die Zwischenfrucht schneller als bei den restlichen Bearbeitungsvarianten, dies spiegelt sich auch in der Bodenbedeckung wider.

Tabelle 1**: Erhobene Parameter der Beregnungsversuche, gemittelt nach Bearbeitungsvariante**

	Abflussbeginn	Rauigkeit (%)		Bodenbedeckung (%)			Hangneigung
	nach x Min.	in Falllinie	quer zum Hang	lebend	abgestorben	gesamt	(%)
GS+S	30	75	73	20	9	29	10.2
GS	60	74	73	9	12	21	9.3
FS	41	83	81	47	7	54	9.3
FS+F	42	91	90	45	8	54	8.6
GS-ZF	54	88	88	8	8	17	8.5

Anhand der erhobenen Rohdaten (hier nicht dargestellt) musste eine große Varianz der Wiederholungsmessungen festgestellt werden, dies wird auf unterschiedliche Bedingungen bei den jeweiligen Beregnungen zurückgeführt. Beispielsweise war der Bodenwassergehalt zu Beginn der Beregnungen durchaus unterschiedlich, da sich der Beregnungszeitraum über mehr als 2 Wochen erstreckte. Daher wurden die Rohdaten der Beregnungsversuche mit Hilfe des Erosionsmodelles EUROSEM (Morgan et al. 1998) kalibriert. Nach der Kalibrierung der einzelnen Beregnungsparzellen wurden alle Ergebnisse auf den Anfangsbodenwassergehalt (25 %), Hangneigung (9,2 %) und Beregnungsdauer (90 Min.) normiert. Abbildung 1 stellt die kalibrierten Ergebnisse der Beregnungsversuche nach Bearbeitungsvarianten dar.

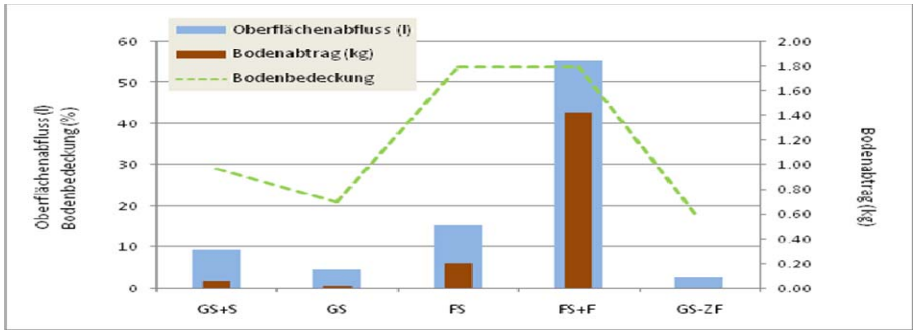


Abbildung 1**: Ergebnisse der Beregnungsversuche nach Bearbeitungsvariante**

Im Gegensatz zu den groben Bearbeitungsvarianten haben die feinen Varianten einen deutlich höheren Bodenabtrag und Oberflächenabfluss zu verzeichnen. Beachtlich ist dabei, dass die Bodenbedeckung bei den Varianten FS und FS+F deutlich höher war (über 50 %), als bei den groben Saatbeetvarianten (zwischen 17 und 29 %). Die höchsten Werte liefert die Variante „feines Saatbeet mit Fahrspuren“ (FS+F), entlang der unbewachsenen Fahrspuren bildeten sich bevorzugte lineare Fließbahnen, die den Oberflächenabfluss beschleunigt abführten. Die Bodenbedeckung wurde für alle Beregnungsparzellen ermittelt, dabei wurde lebende und abgestorbene Vegetation ausgezählt. Die Werte in Abbildung 1 entsprechen einem Mittelwert aus drei Messungen. Aus den vorliegenden Ergebnissen lässt sich ableiten, dass die Saatbeetbereitung offensichtlich einen wesentlich größeren Einfluss auf Oberflächenabfluss und den Bodenabtrag hat als die Bodenbedeckung durch lebende oder abgestorbene Vegetation. Die Dichtewerte aus Abbildung 2 wurden mittels Stechzylinder ermittelt und geben für die feinen Saatbeetvarianten (FS und FS+F) deutlich höhere Rohdichtewerte wider, als für die groben Saatbeetvarianten (GS+S, GS und GS-ZF). Dies wird darauf zurückgeführt, dass die groben Varianten nur einmal bearbeitet wurden. Die feinen Saatbeetvarianten zeigen deutlich höhere Dichtewerte, was auf das mehrmalige Befahren durch die Maschinen zurückzuführen ist. Die geringeren Dichtewerte (siehe Tabelle 1) lassen bei den groben Saatbeetvarianten auch auf höhere Infiltrationsraten schließen als bei den feinen Varianten. Auffällig ist der Sprung bei ca. 10 cm, bei dieser Tiefe steigt die Rohdichte bei allen Bearbeitungsvarianten deutlich an und markiert somit die tatsächliche Bearbeitungstiefe.

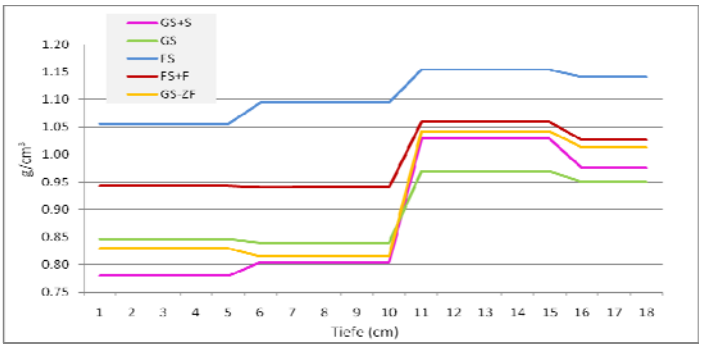


Abbildung 2: **Rohdichte mittels Stechzylinder, gemittelt nach Bearbeitungsvariante**

Zusammenfassung

Im Hinblick auf den Einfluss von verschiedenen Techniken des Zwischenfruchtanbaus auf Bodenabtrag und Oberflächenabfluss, wurden vier verschiedene Bearbeitungsvarianten (+ 1 Nullvariante) untersucht. Die Saatbeetbereitung erfolgte zweimal grob und zweimal fein, anschließend wurde eine Zwischenfruchtmischung angebaut. Die fünfte Variante war eine grobe Saatbeetbereitung ohne Zwischenfruchtanbau. Zusätzlich zu Bodenabtrag und Oberflächenabfluss wurden als weitere relevante Parameter erhoben: Bodenwassergehalt vor und nach der Beregnung, Korngrößen, Rauigkeit des Saatbeetes, Bodenbedeckung und Rohdichte. Mithilfe des Erosionsmodelles EUROSEM wurden die ermittelten Rohdaten auf Anfangsbodenwassergehalt, Hangneigung und Beregnungsdauer normiert.
Trotz der hohen Bodenbedeckung bei den feinen Saatbeetvarianten weisen diese die höchsten Bodenabträge auf und haben auch den höchsten Oberflächenabfluss zu verzeichnen. Die Varianten mit grober Saatbeetbereitung mit Zwischenfruchtanbau bewirkten einerseits eine höhere Infiltrationsleistung durch die grobe Oberfläche, andererseits wiesen sie geringere Bodendichten im Vergleich zu den feinen Saatbeetvarianten auf. Beides führt zu geringerem Oberflächenabfluss und Bodenabtrag.

Abstract

Main aim of this work was to determine the influence of different soil cultivation methods for catch crops on surface runoff and soil loss. On four different treatments catch crops (*Trifolium alexandrinum, Phacelia tanacetifolia, Raphanus sativus, Herpestes edwardsii*) were sown, one additional treatment had no catch crops. Soil cultivation was done to prepare a rough seedbed (chisel), rough (chisel) with additional seed comb, fine (chisel and twice rotary harrow) and fine (chisel and twice rotary harrow) with additional wheel tracks. The rainfall simulation was done on 5x2m plots with an intensity of 50 mm/h. In addition to soil loss and surface runoff, soil water content before and after the simulation, soil texture, slope, soil roughness, cover and bulk density were measured. The soil erosion model EUROSEM (Morgan et al. 1998) was used to calibrate and standardize all simulation results for slope, soil water content before the simulation and duration. Although the fine soil cultivation methods had a cover of over 50% they exhibited the highest surface runoff and soil loss. Rough seedbeds had developed less cover from catch crops, however surface runoff and soil loss were smaller due to lower bulk density values and higher surface storage.

Literatur

Morgan, R.P.C, Quinton, J.N., Smith, R.E., Govers, G., Poesen, J.W.A., Auerswald, K., Chisci, G., Torri, D., Styczen, M.E., Folly, A.J.V. 1998. The European soil erosion model (EUROSEM): documentation and user guide. Silsoe College, Cranfield University.
Strauss P., Pitty, J., Pfeffer, M., Mentler, A. 2000: Rainfall Simulation for Outdoor Experiments. Jamet, P., J. Cornejo (Eds.): Current research methods to assess the environmental fate of pesticides. INRA Editions, 329-333.

Adressen der Autoren

Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Pollnbergstraße, 3252 Petzenkirchen; Tel.: 07416/52108-0, Fax: 07416/52108-90
Ansprechpaertner: Rosemarie HÖSL, rosemarie.hoesl@baw.at & Peter STRAUSS, peter.strauss@baw.at

Consequences of climate change on ecosystem functions, water balance, productivity and biodiversity of agricultural soils in the Pannonian area.

Helene Berthold[1], Andreas Baumgarten[1*], Franz Hadacek[2], Gert Bachmann[2], Alexander Bruckner[3], Janet Wissuwa[3], Johann Zaller[3], Erwin Murer[4], Johannes Hösch[1], Barbara Kitzler[5] und Kerstin Michel[5]

Abstract

Up to now, a number of publications have highlighted the possible effect of climatic changes on certain soil properties, but up to now a comprehensive view of the soil-plant system as a basis for further recommendations is still missing. Especially in the light of the provision of food security, it seems necessary to improve this knowledge especially at individual sites to enable the development of sound adaptation strategies. The aim of the project is, to improve the data with regard to possible changes in the soil - plant system due to changing climatic conditions, namely lasting drought and heavy rain events and to develop or adopt models for the prediction of these changes. Additional to the classic chemical soil analysis microbiological and Mesofauna analysis will be conducted. The experiment will be carried out at the lysimeter station of AGES, comprising the three main soil types of the pannonian production area (calcaric phaeozem, lS – S; gleyic phaeozem, L – sU; calcic chernozem, lU – sU) in six repetitions each. The lysimeter station will be covered by an automatic, rain sensor driven coverage to allow a simulation of the precipitation according to average conditions compared to lasting drought, interrupted by heavy rainfall.

This project is funded by the Climate and Energy Fund and is performed as a part of the program "ACRP".

Adressen der Autoren

[1] Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, Institut für Bodengesundheit und Pflanzenernährung, Spargelfeldstraße 191, 1220 WIEN

[2] Universität Wien, Chemical Ecology and Ecosystem Research, Althanstraße 14, 1090 WIEN

[3] Universität für Bodenkultur, Institut für Zoologie, Gregor-Mendel-Straße 33, 1180 WIEN

[4] Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Pollnbergstraße 1, 3252 PETZENKIRCHEN

[5] Bundesamt und Forschungszentrum für Wald, Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 WIEN

[*] Ansprechpartner. Dr. Andeas BAUMGARTEN, andears.baumgarten@ages.at

Arsen in Futtermittel – eine Gefahr für den Konsumenten?

Jürgen Scheer* und Walter Goessler

Einleitung

Obwohl Arsen nur an 51. Stelle (1,8 mg/kg in der Erdkruste) in der Liste der Elementhäufigkeiten steht, ist es in allen biologischen Systemen, entweder in anorganischen oder organischen Formen, zu finden. So konnten bislang an die 50 verschiedenen organischen Arsenverbindungen identifiziert werden (EFSA PANEL, 2009). Von diesen sind die anorganischen – Arsenit As(III) und Arsenat As(V) – um vieles toxischer als die in der Nahrung hauptsächlich auftretenden organischen Verbindungen.
So findet man in Meeresfischen und Krustentieren hauptsächlich Arsenobetain (AB), während in Meeresalgen ‚Arsenzucker' dominieren. In terrestrischen Proben sind die anorganischen Arsenverbindungen As(III) und As(V), sowie Dimethylarsinsäure (DMA) und Methylarsonsäure (MA) vorherrschend (Abb. 1).
Die täglich über die Nahrung aufgenommene Arsenmenge wird in Europa zwischen 40 und 90 µg geschätzt (EFSA PANEL, 2009). Beim Verzehr von arsenreichen Nahrungsmitteln (Meeresfischen, Muscheln, Meeresalgen) kann dieser Wert allerdings um ein Vielfaches überschritten werden. Die Halbwertszeit von AB beträgt im menschlichen Körper allerdings nur etwa 30 Stunden. Es wird unverändert, hauptsächlich über den Urin wieder ausgeschieden. Neben den toxisch unbedenklichen organischen Arsenverbindungen (Arsenzucker, AB, AC, TMAO) können aber über die Nahrung, und vor allem über das Trinkwasser, große Mengen an toxischem anorganischem Arsen (As(III), As(V)) aufgenommen werden. So leiden eine große Anzahl von Menschen in Indien und Bangladesch an verschiedenen Hautkrankheiten, da die Trinkwasserbrunnen mit Arsenkonzentrationen über 50 µg As/L belastet sind. Der europäische Grenzwert für Trinkwasser liegt bei 10 µg As/L.
Für eine Risikoeinschätzung bei Nahrungs- und Futtermitteln ist es daher wichtig, nicht nur den Totalgehalt an Arsen zu kennen, sondern auch die vorliegenden Arsenspezies. Grenzwerte für den Gesamtgehalt machen wenig Sinn, wenn Meeresfrüchte und –fische kaum anorganisches Arsen enthalten (0,005 – 0,073 µg/g Nassgewicht), aber oft mehr als das 100fache an unbedenklichen organischen Arsenverbindungen (SIROT V et al. 2009). Die EU verlangt explizit nach weiteren Speziationsdaten zur besseren Abschätzung der Gesundheitsrisiken durch Arsen in der Nahrung (EFSA PANEL, 2009).

Arsenspeziation

Analysen, die Informationen über die Arsenspezies liefern, gestalten sich aufwendiger, da dabei verschiedene Techniken miteinander gekoppelt werden. Dafür müssen zunächst die Arsenverbindungen schonend aus der Probe mit Wasser-Methanolgemischen extrahiert werden. Dabei ist es wichtig, dass die Verbindungen nicht umgewandelt werden. Danach können die Arsenspezies über verschiedene chromatographische Verfahren (meist Flüssigchromatographie, weniger häufig Gaschromatographie) voneinander getrennt werden. Auf Grund der unterschiedlichen chemischen Eigenschaften gibt es bisher noch keine chromatographische Auftrennung, welche es erlaubt alle bekannten Verbindungen in einem Lauf zu trennen. Die Detektion erfolgt danach meist elementselektiv. über Atomabsorptionsspektrometrie (AAS), induktiv gekoppeltes Plasma optische Emissionsspektrometrie (ICPOES), oder induktiv gekoppeltes Plasma Massenspektrometrie (ICPMS). Die Verwendung von elementselektiven Detektoren hat den Vorteil, dass nur die Arsenspezies voneinander getrennt werden müssen. In den letzten Jahren hat sich die ICPMS als Detektor durchgesetzt, was wohl an den exzellenten Nachweisgrenzen und der Matrixtoleranz liegt.

Die Anionen- beziehungsweise Kationenaustausch-Flüssigkeitschromatographie eignet sich hervorragend für die Trennung der relevanten Arsenverbindungen.

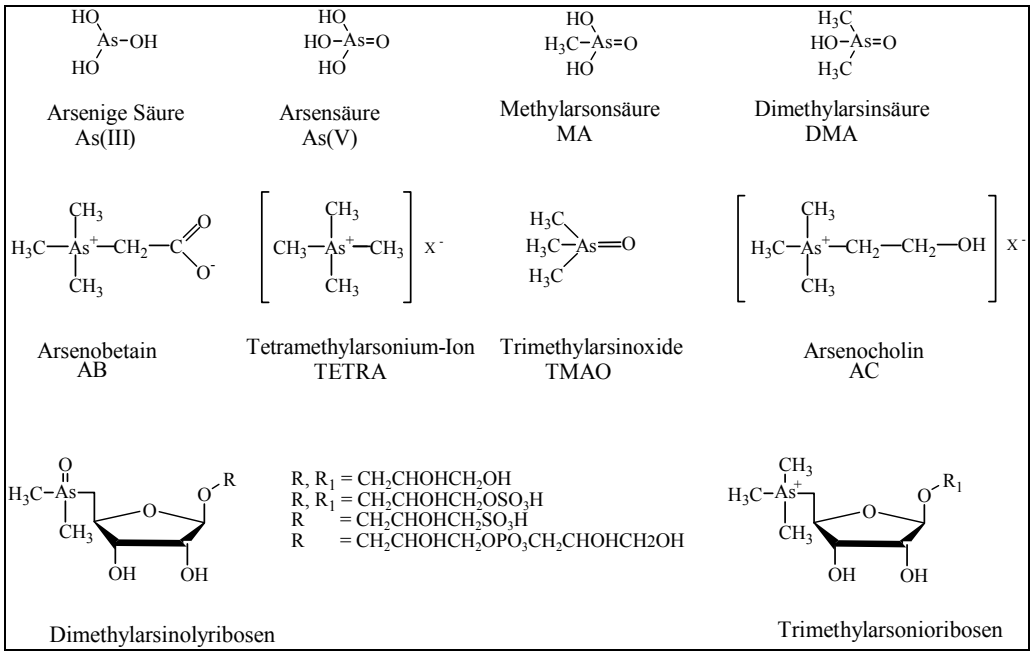


Abbildung 1: **Strukturen gängiger wasserlöslicher Arsenverbindungen**

Arsen in Futtermittel und Nahrung

Über die Nahrung oder Trinkwasser aufgenommenes Arsen wird zu mehr als 90% wieder über den Harn ausgeschieden. Arsenobetain wird im Körper nicht verarbeitet und über den Urin abgegeben. Arsenzucker und Arsenlipide werden hingegen, wie auch anorganisches Arsen, hauptsächlich in DMA umgewandelt (SCHMEISSER E et al. 2005, RAML R et al. 2009) und als solches ausgeschieden.

In der EU gelten seit der Richtlinie vom Mai 2002 (2002/32/EG) Obergrenzen für Arsen in Futtermitteln von 2 mg As/kg mit diversen Ausnahmen bis zu 40 mg As/kg für Seetang. Im Jahr 2009 wurde diese Richtlinie abgeändert (2009/141/EG): der erlaubte Gesamtarsengehalt in Futtermitteln aus Fisch oder Meerestieren wird von 15 mg As/kg auf 25 mg As/kg erhöht, wobei der anorganische Anteil nicht höher als 2 mg As/kg betragen darf.

Die Mengen an anorganischem Arsen, denen selbst hoch belastete erwachsene Europäer ausgesetzt sind (Personen, deren Nahrung aus einem hohen Anteil an Reis- oder Algenprodukten besteht), sind so gering, dass von der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit kein erhöhtes Gesundheitsrisiko festgestellt wurde, auch wenn Einzelfälle nicht ausgeschlossen werden konnten (EFSA PANEL, 2009). Aus Mangel an Daten über die Toxizität von organischen Arsenverbindungen konnten diese nicht in die Risikoanalyse miteinbezogen werden.

Um eine genauere Risikoabschätzung machen zu können, um eventuell auch die Grenzen für Arsen in Futtermittel zu revidieren, braucht es Speziationsanalysen von den verschiedensten Nahrungsmitteln, sowie die dafür für verschiedenste Essensproben geeigneten Methoden. Ein kritischer Punkt ist momentan der Mangel an zertifizierten Referenzmaterialien für Arsenspezies, zum Beispiel in Wasser, Reis oder Meeresfrüchten, anhand derer Analysemethoden verifiziert werden können.

Zusammenfassung

Unterschiedliche chemische Zusammensetzungen und Bindungsformen eines Elementes sind für dessen Toxizität und Bioverfügbarkeit verantwortlich. Anorganische Arsenverbindungen sind um 2-3 Größenordnungen akut toxischer als die organischen Arsenverbindungen Methylarsonsäure und Dimethylarsinsäure. Arsenobetain, eine in Meerestieren in sehr hohen Konzentrationen vorkommende Arsenverbindung, ist praktisch ungiftig. Um ein Risiko für Mensch und Tier abschätzen zu können, müssen die verschiedenen Elementspezies in Nahrungsmitteln bestimmt werden (vor allem die toxisch

relevanten). Deshalb gewinnt die Identifizierung und Quantifizierung der Bindungsform eines Elementes in biologischen Proben (*Speziation)* immer mehr an Bedeutung.

Abstract

The chemical composition and the oxidation state of an element determine its toxicity and bioavailability. Inorganic arsenic species are much more acutely toxic (by a factor of 100-1000) than the organic arsenic species methylarsonic acid or dimethylarsinic acid. Arsenobetaine, a compound that is found in high concentrations in seafood, has virtually no toxic effects. Therefore, it is important to determine the various arsenic species – most notably toxic species – in food and feed to assess health risks for humans and animals. In this regard, the identification and quantification of arsenic compounds in biological samples becomes of paramount importance.

Literatur

EFSA PANEL ON CONTAMINANTS IN THE FOOD CHAIN (CONTAM), 2009: Scientific Opinion on Arsenic in Food. EFSA Journal 7, 10.

RAML R, RABER G, RUMPLER A, BAUERNHOFER T, GOESSLER W, und FRANCESCONI K A, 2009: Individual variability in the human metabolism of an arsenic-containing carbohydrate, 2',3'-dihydroxypropyl 5-deoxy-5-dimethylarsinoyl-β-D-riboside, a naturally occurring arsenical in seafood. Chem. Res. Toxicol. 22, 9, 1534-1540.

SCHMEISSER E, RUMPLER A, KOLLROSER M, RECHBERGER G, GOESSLER W, FRANCESCONI K A, 2006: Arsenic fatty acids are human urinary metabolites of arsenolipids present in cod liver. Angewandte Chemie International Edition 45, 150-154.

SIROT V, GUÉRIN T, VOLATIER J-L, and LEBLANC J-C, 2009: Dietary exposure and biomarkers of arsenic in consumers of fish and shellfish from France. Sci Total Environ 407, 1875 – 1885.

Adresse der Autoren

Karl-Franzens Universität Graz, Institut für Chemie/Bereich Analytische Chemie, Universitätsplatz 1, 8010 Graz

* Ansprechpartner: Jürgen SCHEER, juergen.scheer@uni-graz.at

Analyse von Elementen geringer biologischer Wechselwirkung in Pflanzen, Futtermitteln und Lebensmitteln

Analysis of Elements of Low Biological Interaction in Green Plants, Feeds and Food

(Li-Rb-Cs; Sr-Ba; Sc-Y-La-Ce-Ho; Ti)

Manfred Sager

Einführung

Viele Elementgehalte in lebenden Organismen werden durch Stoffwechselprozesse bestimmt, wie aktiver Transport oder Ausscheidung. Aus dem Elementmuster lassen sich Rückschlüsse auf Mangelerscheinungen oder Intoxikationen ableiten. Elemente niedriger biologischer Aktivität verteilen sich vor allem durch Diffusion, sind also eher zufällig und in geringen Konzentrationen vorhanden. Eine fehlende Anreicherung in der Biosphäre läßt sich auch daraus ableiten, daß ihr Vorkommen in Kohlen im oder unter dem Vorkommen im Durchschnitt der Erdkruste liegt (SAGER 1999). Ihr Elementmuster sollte die Verfügbarkeit vor Ort widerspiegeln, d.h. für Pflanzen die Mobilität aus Boden und Niederschlag, und für Tiere aus Nahrung und Trinkwasser, was einen Rückschluß auf die geologischen und geographischen Verhältnisse des Ursprungsgebiets erlauben sollte. Aber auch einige Verhältnisse chemisch ähnlicher Elemente können die lokale Geologie widerspiegeln, wie Calcium/Strontium, Calcium/Barium, Kalium/Rubidium, Aluminium/Scandium und dergleichen.

Elementanalysen werden im Allgemeinen im Hinblick auf Gesundheitsrelevanz oder Ertragsoptimierung gemacht. Da die im Titel angeführten Elemente nach gängiger Lehrmeinung hiefür keine Rolle spielen, gibt es kaum Daten für biologisches Material, wohl aber umfangreiche große Datensätze aus den Erdwissenschaften. Die Zuordnung zu einem geologischen Gebiet kann durch Erstellung eines chemischen Profils erfolgen, welches auf umweltrelevanten und geologischen Faktoren basiert, wie Bodentyp, Niederschlag und Temperaturregime. Die Frage nach dem Ursprung der Lebensmittel stellt sich zur Zeit nicht, da die Überprüfung von Rechnungen und Lieferscheinen als ausreichend betrachtet wird. Die Analyse stabiler Isotope (^{15}N, ^{18}O, ^{87}Sr u.a.) und eben die Muster von Elementen geringer Bioaktivität wären ein fälschungssicheres Beweismittel, falls gesicherte Datensätze von bekannten Ursprungsorten zum Vergleich vorliegen. Elementmuster von Weinen und Früchten werden schon seit langer Zeit hiefür herangezogen (BAXTER et al. 1997, Rebolo et al. 2000., ŠPERKOVÁ und SUCHÁNEK 2005, PEREZ et al. 2006), zuletzt von Kürbiskernöl (JÖBSTL et al. 2010).

Die Gehalte an Seltenen Erden in Höheren Pflanzen sind im allgemein sehr gering, besonders in den eßbaren Anteilen. Ihre Elementverteilung in Blättern, Stamm, Wurzel und dem umgebenden Boden sind zueinander sehr ähnlich (WANG et al. 1997). Wie bei Silizium, steigen die Gehalte an Seltenen Erden linear mit dem Alter an. Bodenextrakte mit 0,1M Salzsäure oder mit einer Mischung aus Äpfel- und Zitronensäure ergaben die besten Schätzungen für die Aufnahme von Seltenen Erden in essbare Anteile (TYLER 2004)

Wenn die Fütterung von Milchkühen mit lokal generiertem Futter stattfindet, so sollten sich die geologischen Verhältnisse an Hand von geologisch häufigen, aber für den Stoffwechsel unbedeutenden Elementen in der Milch abbilden lassen. Milch von grasgefütterten Kühen sollten die Gehalte der geogenen Elemente jener Region widerspiegeln, wo das Gras gewachsen ist. Bio-inaktive Elemente werden den kommerziellen auf z.B. Soja basierenden Futtermitteln nicht zugefügt, und sollten daher in der daraus erhaltenen Milch weniger enthalten sein. In Dänemark konnte die Milch von Jersey-Kühen an Hand höherer Konzentrationen von Ba-Ca-Cu-Fe-Mg-Mn-Mo-P-Rh-Zn von Milch aus Holstein-Kühen unterschieden werden. Bio-Milch unterschied sich von Milch aus konventionell gehaltenen Kühen durch höhere Gehalte an Molybdän, sowie geringere an Barium-Europium-Mangan und Zink. Einige Elementgehalte waren bedeutend höher bei Fütterung mit Gras, wie Al-Au-Ce-Co-Dy-Er-Eu-Gd-La-Lu-Nd-Pr-Sm-Sr-Tb-Th-Y (HERMANSEN et al. 2005), wobei Jahresgänge mit Maxima im Frühjahr beobachtet wurden. In Schlesien wurden starke Abhängigkeiten der Elementkonzentrationen an Rb-Ti-Mn-Ga-Sb in Blut und Milch von Kühen gefunden (DOBRZANSKI et al. 2005). In italienischen Käsen konnte an Hand der Spurenelementmuster von Li-K-Rb-Cs-Se-Mn die Herkunft aus den Regionen Abbruzzen, Friaul und Sardinien, unabhängig von der Käseart, zugeordnet werden (Del SIGNORE et al. 2004). Gemüse aus Hydrokultur könnte möglicherweise weniger Titan und Seltene Erden haben als bodenbürtiges, da diese im Wasser kaum vorkommen und auch nicht bewußt zugegeben werden.

Material und Methodik

In dieser Arbeit wird vor allem über Erfahrungen der letzten Zeit aus der Analyse von Pflanzen (IPE- Proben aus Wageningen NL), Käsen, Futtermitteln und Milchpulvern berichtet.
Mangels zertifizierter Referenzmaterialien kann zur Überprüfung der Richtigkeit nur auf die Ringanalysen von Pflanzen im Rahmen der IPE (International Plant Exchange) aus Wageningen zurückgegriffen werden, wo man Li-Rb-Cs, Sr-Ba und Ti, nicht aber Sc-Y-La-Ce-Ho und auch nicht Tl abgeben kann. Ferner interessant sind hier auch noch Al-Be-Bi-V. Neben den Vergleichsanalysen wurden weitere Aussagen aus der Überprüfung der Reproduzierbarkeit, dem Wiedererhalt vor dem Aufschluss, den Ergebnissen aus verschiedenen Aufschlüssen, sowie dem Vergleich der Ergebnisse von ICP-OES und ICP-MS abgeleitet. Das Messen von Elementen an beiden Geräten, bzw. aus mehreren Verdünnungen dient der Kontrolle, da einige Parameter gleichermaßen gut erhalten werden. Graphitrohr- AAS scheidet aus, da die besagten Elemente alle unedel und schwer verdampfbar sind. Für die Flammen-AAS eignen sich nur Lithium und Strontium, sowie Barium mit der heißen Flamme. Andere konnten mangels Lampen nicht ausprobiert werden. Als Geräte stehen für den Aufschluß mikrowellenbeheizte Druckbomben (mls 1200 mega, D-88299 Leutkirch), sowie eine ICP-OES (Perkin Elmer Optima 3000XL) mit axialem Plasma und eine ICP-MS (Perkin Elmer Sciex ELAN DRC II) zur Verfügung.
Für den Aufschluss mit Salpetersäure wurden 0,2 – 0,3 g Probe mit 3,8 ml HNO_3 suprapur und 0,2 ml HF versetzt, verschlossen, erhitzt und mit Wasser auf 25 ml in Kunststoffkolben aufgefüllt. Alternativ wurde auch der für Jod entwickelte Aufschluß mit $KClO_3/HNO_3$ (1g Pflanze bzw. 0,5 g Käse oder Schokolade + 8 ml Aufschlußlösung, ad 25 ml) durchgeführt (SAGER 2011).
Mit ICP-OES wurden die Proben pur und in mindestens einer Verdünnung mit dem für die Düngemittel entwickelten Multi-Elementprogramm gemessen, wobei für die Kaliumchlorat-aufschlüsse die Kalibrationslösungen gleiche Mengen Kaliumchlorat enthielten. Zusätzlich erfolgte in einem zweiten Lauf die Messung der Seltenen Erden und Titan mit geringerer Plasmaleistung. Zur Messung am ICP-MS wurden die Proben 1/10 verdünnt, Indium als interner Standard zugefügt, und die Elemente Bi-Cd-Co-Cr-Mo-Ni-Pb-Tl-V bestimmt. Dann wurden die Kalibrationslösungen gewechselt, und Ce-Cs-La-Rb-Sc-Y gemessen.

Ergebnisse und Diskussion

Zum vollständigen Wiedererhalt von Titan, Scandium und Cer aus dem Salpetersäureaufschluß von Pflanzen war etwas Flußsäure notwendig, bei Käsen nicht. Der Kaliumchloratаufschluß war überraschend reproduzierbar. Kontakt der flußsauren Aufschlußlösung mit Glas führte zu unreproduzierbaren Blindwerten. Beim weiteren Verdünnen mit Wasser kann Titan ausfallen, mit verdünnter Flußsäure hingegen die Seltenen Erden, sodaß verdünnte Salzsäure am geeignetsten erscheint.
Wegen der langen Emissionswellenlängen Ce-413, Ce-418, La-379, La-408, Rb-780 und Sc-361 (geringere Energie) wird durch niedrigere Plasmaenergie das Signal kaum erniedrigt, aber das Untergrundrauschen gesenkt, was zu einer Verbesserung der Nachweisgrenzen (Faktor 2) führt, während sie für Ti-334, Ti-336 und Y-371 etwa gleich bleiben. Rubidium und Cäsium sitzen schräg am Untergrund auf. Im ICP-MS wurden die Isotope Rb-85, Rb-87, Y-89, Cs-133 und La-139 als zuverlässig erachtet. Sc-45 wird durch CO_2, Ca-H, O-B-O, Si-O und Al-O gestört. Ti-46 und Ti-48 liegen z.B. auf NO_2 und S-O, deshalb wird Ti-47 mit seinem geringen Vorkommen empfohlen; letzteres ist allerdings ^{12}C-^{35}Cl, und außer bei den Schokoladen immer noch viel höher als die ICP-OES, welche im Ringversuch (IPE) richtig war.
Zur Analyse von Pflanzen und Futtermitteln auf Y-La-Ce-Ti war die ICP-OES ausreichend, Sc und Ho waren häufig unter der Nachweisgrenze. Rubidium kann zu hoch werden und sollte durch eine Vergleichsprobe oder Standardaddition überprüft werden.
ICP-MS bewährte sich für Rb-Cs-Y-Ce-La-Ho (wie auch für Tl und Bi).
Der Kaliumchloratаufschluß eignet sich wegen der höheren Einwaage und der matrixangepaßten Kalibrationslösungen besser für Al-Ba-Be-V in der ICP-OES, aber nicht für Rb (Blindwerte). In Pflanzen und Milchpulver werden in manchen Proben mit der Flußsäure höhere Werte für Al-Be-Ti erhalten; es ist offen, ob das eingetragener Schmutz war. Für Sr und Li eignen sich beide gleich. Ca, Mg, Sr, P, Na und K werden nach Verdünnung 1+9 oder 1+19 bestimmt. Für die Nichtmetalle B, Ge, J, Si, und S wird nur der $KClO_3$-Aufschluß herangezogen.
Sollten Kaliumbestimmungen mit Cäsiumchloridzusatz als Strahlungspuffer durchgeführt worden sein, dann sind die nativen Cäsiumwerte längere Zeit unbrauchbar.
Im Zuge des Vortrags werden Daten von Pflanzen, Schokolade und Milch im Vergleich mit Kohlen und dem Durchschnitt der Erdkruste präsentiert und diskutiert (vgl. SAGER 1999, SAGER 2010). Es zeigt sich, daß die Gehalte an Seltenen Erden im Verhältnis zu Kohle abgereichert sind, wenn man einen Aschegehalt von etwa 2 % annimmt. Die Kohlen wurden damals mit ICP-OES nach trockener Veraschung, sowie mit

RFA (Röntgenfluoreszenzanalyse) aus dem Festkörper analysiert. Farne reichern bekanntermaßen Seltene Erden an (TYLER 2004), und ihr Anteil an den kohlebildenden Pflanzen war in früheren Erdzeitaltern zeifellos höher. Eine andere mögliche Erklärung liegt in der Einlagerung von Tonmineralschichten zwischen die Kohlemacerale.
Aus der Summe der bestimmten Hauptelemente beträgt der Aschegehalt für Schokoladen ebenso etwa 2 %, und für Käse etwa 3 %. In den Schokoladen sind viele Elemente in gleichen Gehalten wie in Pflanzen anzutreffen, weil die Zusammensetzung durch die Kakaobohne bestimmt wird, Seltene Erden und Scandium waren jedoch tiefer. In Käsen und Milch ist der Gehalt deutlich tiefer, und an der Nachweisgrenze. Schmelzkäse haben deutlich mehr Lanthan und Cer, was aus den Käsereiphosphaten stammen dürfte.

Zusammenfassung

Der Gehalt an Elementen geringer biologischer Wechselwirkung könnte in Zukunft zum Nachweis der Herkunft von Lebens- und Futtermitteln durch Mustererkennung herangezogen werden, wenn ein Vergleich mit einem gesicherten Datensatz möglich ist. Als derzeit einsetzbare Routinemethoden wurden ICP-OES und ICP-MS nach Druckaufschlüssen mmit Salpetersäure bzw. K-Chlorat-verdünnter Salpetersäure eingeführt. Beim Salpetersäureaufschluß von pflanzlichem Material ist geringer Zusatz von Flußsäure nötig, um vollständigen Wiedererhalt von Sc, Ce und Ti zu erhalten. Kontakt mit Glas ist generell zu vermeiden. Der K-Chlorat-Aufschluß bietet den Vorteil der höheren Einwaage, erlaubt aber nicht die Bestimmung von K, Rb und geringen Mengen Na. Vorläufige Daten über in Pflanzen, Schokoladen und Käsen erhaltene Konzentrationsbereiche werden präsentiert.

Abstract

The contents of elements of low biological interaction might be used to trace the authenticity of food and feeds in the future by pattern recognition versus a set of samples of known origin. As suitable current routine methods , ICP-OES and ICP-MS have been established after pressure digestion of green plant, food and feed samples with nitric acid, or with K-chlorate-dilute nitric acid. Slight addition of hydrofluoric acid ist needed to obtain complete recovery of Ce, Sc, and Ti from nitric acid digests of plant samples. Contact with glass has to be avoided. Higher sample weight in the K-chlorate-dilute nitriac acid digest advantageous, but K, Rb and low Na values are not possible obtain. Preliminary data about concentration ranges in green plants, chocolate and cheese are presented, together with respective data from coals.

Literatur

Die Literatur kann beim Autor eingesehen werden.

mg/kg	**Sc**		**Y**		**La**		**Ce**	
	Median	Bereich	Median	Bereich	Median	Bereich	Median	Bereich
Erdkruste	5,0		26		18		46	
Braunkohle	6,24	0,19–13,6	10,2	1,6 – 46,9	17,7	2,1– 40,8	27,9	3,9 – 65,3
Steinkohle	4,16	1,17– 16,8	9,6	5,3 – 19,5	16,7	5,0– 40,7	25,8	8,4 – 99
Pflanzen	0,035	<0,012–0,261	0,122	0,004–0,805	0,057	<0,0006-1,15	0,45	<0,0001-2,13
Schokolade	0,0055	<0,0026–0,020	0,0040	0,0020–0,0056	0,014	0,0055-0,0153	0,035	0,014–0,037
Käse	0,026	<0,0015–0,094	<0,00033	0,00033– 0,0039	< 0,0004	<0,0004-0,040	<0,0006	<0,0006-0,0026

mg/kg	**Rb**		**Cs**		**Ti**	
	Median	Bereich	Median	Bereich	Median	Bereich
Erdkruste	310		7,0		5600	
Braunkohle	38,7	2,0 – 144	3,84	0,09 – 11,3	1400	100-5200
Steinkohle	15,5	7,4 – 59,2	2,33	0,37 – 18,0	1000	200 – 4000
Pflanzen	4,96	1,67 – 48,8	0,016	< - 0,138	15,8	1,76 – 134
Schokolade	6,35	4,51 – 7,55	0,015	0,0086 – 0,0215	5,62	3,74 – 7,77
Käse	1,19	0,56 – 2,12	0,0045		0,087	

Adresse des Autors:

Manfred SAGER, Kompetenzzentrum Elemente, AGES Wien. 1220 Wien, manfred.sager@ages.at

Erweiterung der Weender-Analyse mit dem Cornell-System und NIRS

Qualification of Feed using Weender Analysis, Cornell System and NIRS

Wilfried Wenzl, Barbara Steiner und Lucia Haberl

Kurzfassung

Die Bewertung der Energie ist eine ganz entscheidende Größe in der Ernährung der Tiere. Unabhängig von der Passagerate wird die Verdaulichkeit des Futters von der Summe der nutzbaren Energie (NEL, ME) aus dem verfügbaren Fett, den Proteinen, den Nichtfaserkohlenhydraten und schließlich den polymeren Faserstoffen bestimmt. Neben den jeweiligen Mengenanteilen ist dabei besonders ausschlaggebend, wie sich die einzelnen Komponenten der pflanzlichen Biomasse zwischen Zellinhalt und Zellwand aufteilen. Da die Kohlenhydrate und Proteine des Zellplasmas rasch verfügbar sind, ist der verdauliche Anteil der Rohfaser oder der sogenannten Gerüstsubstanzen entscheidend, weil hier große Unterschiede zwischen den Futtermitteln bestehen. Bei der Weender Futteranalyse (Henneberg & Stohmann, 1860) wird neben Rohprotein, Rohfett und Rohasche auch ein Roh-fasergehalt bestimmt. Dieser wird durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure und Kalilauge chemisch definiert, wobei jedoch nur ein Teil der Zellwand gravimetrisch erfasst werden kann, nicht aber der gesamte strukturwirksame Anteil des Futters, in dem auch eine Restmenge an Rohprotein enthalten ist. Im Zuge der klassischen Weender-Analyse werden die sog. stickstofffreien Extraktstoffe (NFE) rechnerisch als Differenz ermittelt. Sie bestehen im Wesentlichen aus den faserfreien Kohlenhydraten Zucker und Stärke. Alternativ werden im sogenannten Cornell-System die Gerüstsubstanzen NDF, ADF und ADL (Neutrale und Saure Detergentienfaser und Lignin) analytisch bestimmt. Darüber hinaus wird Rohprotein weiter aufgetrennt, sodass im Vergleich zur klassischen Weender-Analyse eine botanisch exaktere Definition sowohl der Zellwand als auch des Zellinhalts möglich ist. NDF umfasst alle die Zellwand aufbauenden Bestandteile wie Hemicellulose, Zellulose und Lignin, ADF hingegen nur Zellulose und Lignin. Rohprotein wird nach Rein- und Nichtprotein auf gespalten.

Bei der Analyse einer größeren Anzahl von Raufutterproben (n > 250) wurde versucht, einer Rohproteinfraktion eine Kohlenstoffhauptfraktion (KHF) gegenüberzustellen. KHF wurde rech-nerisch als Differenz von Trockenmasse und Rohprotein sowie Rohasche ermittelt. Nach Abzug der NDF-Strukturkohlenhydrate kann eine offensichtlich stickstoffreiche Fraktion aus Nichtstrukturkohlenhydraten definiert werden (KHF - NDF = NSKH), da diese als Kohlenstoffhauptkomponente des Zellinhalts mit dem Rohproteingehalt der gesamten Futterprobe überraschenderweise eng korreliert. NSKH bzw. NFC (Nichtfaserkohlenstoff) besteht nach dieser Berechnungsweise aus dem N-reichen "organischen Rest" und Rohfett.

In einer früheren Arbeit (Wenzl & Gruber 1995) wurde gefunden, dass in einem ADF-Präparat Zellulose und Lignin sowie eine geringe Menge Restasche mit NIRS in hoher Genauigkeit und vergleichsweise effizient bestimmt werden kann. Analog dazu können demnach mit einem NDF-Präparat alle Zellwandkomponenten einschließlich von Hemicellulosen bestimmt werden. Darüber hinaus ist zu erwarten, dass mit Hilfe einer spektralen Analyse eines NDF-Präparats auch das Rohprotein exakt in die unterschiedlich bis nicht verdaubaren Fraktionen von Reinprotein (B1, B2, B3) und Nichtprotein (A und C) unterschieden werden kann.

Das neue Analysenkonzept als Synthese der Weender-Analyse, des Cornell-Systems und der NIRS kann gegenüber der Nassanalytik einerseits als ungleich kosteneffizientere Variante gesehen werden, anderseits erscheint damit ein Beitrag zu einer zeitgemäßen, kognitiven Konsonanz zwischen Botanik, Analytik und Fütterungslehre möglich.

Adresse der Autoren

HBLFA-Raumberg-Gumpenstein, Altirdning 11, A - 8952 Irdning

Ansprechpartner: Wilfried WENZL, wilfried.wenzel@raumberg-gumpenstein.at

Die Analytik der Sojabohne – Bestimmung der Trypsininhibitoraktivität

Analytics of Soybean – Determination of Trypsin inhibitor activity

Irmengard Strnad

Einleitung

Die Sojabohne (Glycine max) ist eine Nutzpflanze aus der Familie der Hülsenfrüchtler, die bereits vor Jahrtausenden als Kulturpflanze genutzt wurde. Die Frucht hat einen hohen Gehalt an Eiweiß (30-50%) und Fett (15-25%) und ist einer der wichtigsten Ölsaaten.
Der überwiegende Anteil der Sojaernte wird zur Ölgewinnung im Lebensmittelbereich eingesetzt. Der verbleibende eiweißreiche Anteil, das Sojamehl bzw. der Sojaextraktionsschrot, ist aufgrund des hohen Eiweiß- und Energiegehaltes ein wichtiges Futtermittel in der Tierhaltung. Auch werden vollfette (nicht entölte) Sojabohnen in der Tierfütterung eingesetzt.
Die rohe Sojabohne enthält antinutritive Inhaltsstoffe, die die Verdaulichkeit von Eiweiß und Aminosäuren beeinträchtigen. Dies geschieht weil Trypsininhibitoren zwei eiweißspaltende Enzyme der Bauchspeicheldrüse (Trypsin und Chymotrypsin) hemmen. Sojabohnen müssen deshalb vor der Verfütterung an Monogastrier hitzebehandelt (Toastung) werden um die antinutritiven Substanzen zu reduzieren. Dabei werden die Bohnen auf über 100 °C unter Dampfdruck für circa 15 Minuten erhitzt. Zu starke Erhitzung führt jedoch zur Reduktion der Bioverfügbarkeit der Aminosäuren. Eine maßvolle Erhitzung ist der Schlüssel für eine hohe Eiweißqualität und für eine optimale Wachstumsleistung der Tiere.

In letzter Zeit wird versucht diese Verdauungshemmstoffe züchterisch zu eliminieren. Ziel ist es die Wärmebehandlung aus wirtschaftlicher und ökologischer Sicht zu vermeiden, da sie teuer ist und viel Energie benötigt, und dem Tierhalter zu ermöglichen Soja direkt den Tieren zu füttern.

Material und Methoden – Bestimmung qualitätsrelevanter Parameter

Neben dem Eiweiß-, Fett- und Aminosäuregehalt (v.a. Lysin) gehört die Trypsininhibitoraktivtät (TIA) aus den oben genannten Gründen zu den wichtigsten Faktoren der Qualitätsbeurteilung.

Für die Bestimmung der Trypsininhibitoraktivität (TIA) wurde die ISO 14902 ausgewählt. Die Methode beruht auf der Messung der Aktivitätsabnahme von Trypsin bei Verwendung eines künstlichen Substrates (Benzoyl-L-Arginin-p-Nitroanilid) bei gleichzeitiger Anwesenheit von Trypsininhibitoren aus der Extraktionslösung der Sojabohne. Die verbleibende Aktivität wird durch die Menge an aus dem Substrat freigesetztem p-Nitroanilid spektrophotometrisch bei 410 nm bestimmt.
Probenvorbereitung und Extraktion:
Die Proben werden unter Vermeidung von Hitzeentwicklung auf eine Feinheit zwischen 0,2 und 0,5 mm vermahlen. Vor der Vermahlung ist ein Einfrieren der Bohnen bei – 40 °C zu empfehlen um die den Fettanteil so fest wie möglich zu halten und so eine homogene Vermahlung zu ermöglichen.
Die Trypsininhibitoren der Sojabohne werden mit 0,01 molarer Natriumhydroxidlösung bei pH 9,5 drei Stunden extrahiert. Der Verdünnungsgrad hängt von den zu erwartenden TIA-Werten der Probe ab.
Enzymreaktion und Messung:
Die Trypsinreaktion läuft 10 Minuten bei 37 °C. Die Reaktion wird mit 5,3 molarer Essigsäure gestoppt. Die Messung der gelblichen Farblösung erfolgt bei 410 nm.
Die Aktivität des in der Reaktion eingesetzten bovinen Trypsins muss als Referenzwert bestimmt werden. Die Trypsinlösung wird mit der Substratlösung in Reaktion gebracht und nach der Inkubationszeit (10 Minuten)gestoppt. Nach Abkühlung auf Raumtemperatur und Zentrifugation wird die Absorption der Positivreaktion (keine Hemmung durch Trypsininhibitoren) gemessen. Die Absorption muss einen in der Methode vorgegebenen Sollwert erreichen.

Zur Bestimmung der Trypsininhibitoraktivität wird der Trypsinlösung ein Volumenanteil der Probenextraktionslösung zugegeben und mit dem Substrat zur Reaktion gebracht. Die verbleibende Trypsinaktivität bildet aus Benzoyl-L-Arginin-p-Nitroanilid (L-BAPA) p-Nitroanilid, das spektrophotomet-

risch bei 410 nm bestimmt wird. Zu jeder Reaktion muss ein entsprechender Probenblindwert gemessen werden.
Berechnung:
Im ersten Schritt werden die Nettoabsorptionen (Reaktion minus Blindwert) der Trypsinreaktion (ohne Hemmung) mit der Probenreaktion (mit Hemmung) in Relation gesetzt. Der Prozentsatz der Inhibition durch den Probenextrakt sollte zwischen 40 und 60 % liegen um für die weitere Berechnung Verwendung zu finden. Liegen die Werte außerhalb dieses Bereiches muss mit anderen Verdünnungen gearbeitet werden.
In einem zweiten Berechnungsschritt wird aus dem Prozentsatz der Inhibition, der eingesetzten Trypsinmenge, der Verdünnung und der Einwaage das Ergebnis berechnet. Die Angabe erfolgt in mg inhibierter Trypsinmenge pro 1 g Probe.

Mit diesem Verfahren können Rückschlüsse auf den Erhitzungsgrad aber auch auf züchterische Unterschiede zwischen den Sorten gezogen werden.
Die Bestimmungsgrenze liegt bei 0,5 mg/g. Die Wiederholbarkeit beträgt 1 mg/g.
Aufgrund der hohen Analysenkosten (teures Substrat) wurde das Verfahren auf halbmikro-Volumina optimiert. Es werden 1/5 der in der ISO-Norm verwendeten Volumina verwendet. Die Verhältnisse der Reagenzien bleiben gleich.

Neben den oben erwähnten Methoden gibt es auch noch weitere Methoden zur Qualitätsbeurteilung von Sojabohnen und deren Produkte. Diese Methoden sind jedoch weniger aussagekräftig bzw. nur indirekte Bestimmungen:
Charakteristisch für Sojabohnen ist das Vorkommen größerer Mengen an Urease (Enzym, das Harnstoff in Kohlendioxid und Ammoniak spaltet), deren Inaktivierung durch Hitzebehandlung Indikator für eine mögliche Abwesenheit antinutrititver Faktoren wie Trypsininhibitoren ist. Um die Ureaseaktivität zu bestimmen wird die Menge an Ammoniak-Stickstoff, die von 1 g Substrat pro Minute bei 30 °C aus einer gepufferten Harnstofflösung freigesetzt wird (VDLUFA-Methode 20.1), durch Titration auf pH 4,7 bestimmt. Ausreichend getoastete Sojabohnen sollten ein Ergebnis von kleiner 0,5 mg N/g*min aufweisen.
Ein weiterer Parameter zur Qualitätsbestimmung erhitzter Sojabohnen ist die Eiweißlöslichkeit. Zur Bestimmung der Eiweißlöslichkeit (VDLUFA-Methode 20.2) wird die Probe in Wasser extrahiert und im Extrakt der Eiweißgehalt nach Kjeldahl ermittelt und mit dem Eiweißgehalt der Sojabohne in Relation gesetzt. Die Eiweißlöslichkeit von optimal getoasteten Sojabohnen liegt zwischen 10 und 35%; Werte von weniger als 10 % können auf eine Überhitzung deuten. Ein großer Nachteil der Methode liegt in der sehr schlechten Reproduzierbarkeit.

Ergebnisse und Diskussion

Die Bestimmung der Trypsininhibitoraktivität erlaubt die genauesten Aussagen über die Inaktivierung der antinutritiven Substanzen bzw. über die Qualität der Sojabohne, ist allerdings aufwendiger und teuerer als die Bestimmung der Ureaseaktivität oder der Proteinlöslichkeit. Zwischen der Abwesenheit von Trypsininhibitoren und der Wachstumsleistung von Küken besteht eine hohe Korrelation, weshalb dieser Parameter für Nutztierhalter wichtig ist.
Als Richtwerte für eine ausreichende Erhitzung gibt es unterschiedliche Angaben. Meist wird ein TIA-Wert von max. 5 mg/g empfohlen. Für Jungtiere kann sich dieser Richtwert auf 2,5-3 mg/g reduzieren. Es gibt auch Angaben, die den TIA-Wert in Abhängigkeit des Eiweißgehaltes bewerten.

Tabelle 1: **akzeptable TIA-Gehalte in Abhängigkeit des Eiweißgehaltes**:

% Eiweiß	mg TIA/g
50	5
40	4
30	3

Neben der Überprüfung der ausreichenden Erhitzung wird die TIA-Bestimmung auch für die Sortenzulassungsprüfung angewendet, wenn seitens des Antragstellers Angaben zur Reduktion dieses Merkmals für eine Sorte gemacht werden. Der Gehalt an Eiweiß und Trypsininihibitoren schwankt mit

der Sorte, ist aber auch von den Umweltbedingungen und der Stickstoffdüngung abhängig. Durch die Analyse der TIA lassen sich signifikante genotypische Unterschiede nachweisen.
Für Verwirrung sorgen oft Angaben zur Trypsininhibitoraktivität in anderen Einheiten (TIU/mg). Diese Werte werden jedoch mit der AOCS-Methode bestimmt und können nicht mit den Ergebnissen der ISO-Methode verglichen werden. Zum Vergleich: rohe Sojabohnen weisen mit der ISO-Methode einen Gehalt von 17-22 mg TIA/g, mit der AOCS-Methode einen Gehalt an 80-100 TIU/mg auf.

Neben dem TIA-Wert wird oft die Ureaseaktivität zur Beurteilung von Sojaprodukten herangezogen. Bei der Toastung mit heißem Wasserdampf besteht eine sehr gute Korrelation zwischen TIA- und Ureaseergebnissen. Trockenes Erhitzen hingegen verursacht eine wesentlich schnellere Ureaseinaktivierung, während der TIA-Wert noch hoch bleibt. Die Ureaseaktivitätsbestimmung ist nur für erhitzte Produkte anwendbar. Rohe Sojabohnen können nicht bestimmt werden.

Tabelle 2**: Beispiele für Ergebnisse**:

Material	TIA (mg/g)	Ureaseaktivität
rohe Sojabohne	20,4	nicht bestimmbar
getoastete Sojabohne	1,4	< 0,01
Sojaexpeller	9,7	0,12
Sojaextraktionsschrot (exp.)	6,9	0,15

Zusammenfassung

Für die Beurteilung der Qualität bzw. der Fütterungstauglichkeit von Sojabohnen ist die Bestimmung der Trypsininhibitoraktivität die Methode der Wahl, weil sie sehr genaue Werte liefert. Die Vielzahl an publizierten Richtwerten lässt einen Bereich zwischen 3-5 mg TIA/g für die Verfütterung als akzeptabel erscheinen.
Auch für den Nachweis von Sorten mit verminderter TIA lässt sich diese Methode anwenden.

Abstract

For the evaluation of the quality and of the feeding suitability of soy beans the determination of the Trypsin inhibitor activity (TIA) is the method of choice, because it supplies very exact values. A lot of target values are published. So the range between 3-5 mg TIA/g appear as acceptable for feeding.
This method can also be used for the verification of varieties of soy bean with decreased TIA.

Literatur

DIN EN ISO 14902:2001
YUEMING D.-L. et al. 2005: Assessing Soy Protein Quality. Feed International July 2005, 17-22
AOCS Official Method Ba 12-75: Trypsin Inhibitor Activity
VARGA-VISI E. et al. 2009: Evaluation of the Inactivation of Heat Sensitive Antrinutrititve Factors in Fullfat Soybean. Acta Univ. Sapientiae, Alimentaria 2,1,111-117
VDLUFA-Methodenbuch III – Die chemische Untersuchung von Futtermitteln

Adresse der Autorin

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Futtermittel, Spargelfeldstraße 191, A-1220 Wien, irmengard.strnad@ages.at

Einfluss von phytogenen Futtermittelzusätzen auf Leistungsparameter bei Mastlämmern

Influence of phytogenic feed additives on performance parameters in fattening lambs

Ferdinand Ringdorfer[1*], Reinhard Huber[1] und Julia Forster[2]

Einleitung

Phytogene Futtermittelzusätze auf Basis von Kräutern, Gewürzen und deren Extrakten werden den Landwirten angeboten. Der Einsatz soll die Futteraufnahme steigern (EHRLINGER, M. 2007) und die Futterverwertung verbessern bzw. die Pansenflora stabilisieren (PLATEL, K. et al. 2004). Phytogene Futtermittelzusätze werden vor allem seit dem Verbot von antibiotischen Leistungsförderern in der EU im Jahr 2006 verstärkt eingesetzt und erforscht. Inwieweit diese Wirkung auch in der Lämmermast eintritt, darüber gibt es keine Untersuchungen. Daher wurde ein Fütterungsversuch mit Merinolandschaflämmern angelegt, dessen Ergebnisse hier vorgestellt werden.

Material und Methoden

Der Versuch wurde am LFZ Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Es standen insgesamt 56 Merinolandschaflämmer aus drei verschiedenen Betrieben zur Verfügung. Die Lämmer wurden mit einem durchschnittlichen Lebendgewicht von 21 kg angeliefert. Unmittelbar nach der Anlieferung wurde allen Lämmern eine Tablette Panacur sowie 10 ml Baycox verabreicht. Die Tiere wurden in Einzelboxen mit Stroheinstreu aufgeteilt, in denen sie Sicht- und Berührungskontakt zu den Nachbartieren hatten. Nach einer einwöchigen Eingewöhnungszeit wurde mit der versuchsmäßigen Fütterung begonnen.

Die Fütterung erfolgte mit einem im Handel erhältlichen pelletierten Fertigfutter für Lämmer sowie mit Heu 2. Schnitt. Die Versuchsgruppen A, B und C hatten im Kraftfutter unterschiedliche phytogene Zusätze beigemischt, Versuchsgruppe D hatte als Kontrollgruppe keinen Zusatz im Kraftfutter. Das Kraftfutter wurde zur freien Aufnahme angeboten, das Heu wurde in Abhängigkeit vom Lebendgewicht rationiert. Bis zu einem Lebendgewicht von 25 kg erhielten die Lämmer 200 g Heu, ab 25 kg LG bekamen sie 250 g, ab 30 kg LG 300 g, ab 35 kg LG 350 g und ab 40 kg LG wurden 400 g Heu Frischmasse pro Tier und Tag angeboten. Das Kraftfutter sowie das Heu wurden täglich frisch eingewogen, die Futterreste wurden täglich zurückgewogen. Wasser stand den Tieren über Tränkebecken ständig zur Verfügung. Die Lämmer wurden wöchentlich gewogen. Weibliche Tiere wurden nach Erreichen eines Lebendgewichtes von 39 kg, männliche nach 44 kg Lebendgewicht geschlachtet. Unmittelbar nach der Schlachtung wurde Pansensaft entnommen und auf Essig-, Propion- und Buttersäure untersucht.

Ergebnisse

Mastleistung

Zu den relevanten Merkmalen der Mastleistung zählen die tägliche Futteraufnahme, die Tageszunahmen sowie die Futterverwertung. In Tabelle 1 sind die Merkmale der Mastleistung in Abhängigkeit von der Versuchsgruppe und vom Geschlecht zusammengefasst. Es ist klar zu erkennen, dass die Versuchsgruppe, also der Zusatz von phytogenen Futtermittelzusätzen, auf die Mastleistung keinen signifikanten Einfluss zeigte. Tägliche Zunahme, Futteraufnahme und Futterverwertung werden nur vom Geschlecht bestimmt. Die männlichen Lämmer haben mit 410 Gramm tägliche Zunahmen einen um 100 Gramm besseren Wert als die weiblichen Lämmer. Die männlichen Tiere haben mit durchschnittlich 1,4 kg TM pro Tag eine deutlich höhere Futteraufnahme als die weiblichen. Die höhere Futteraufnahme bewirkt eine bessere Tageszunahme und in der Folge auch eine bessere Futterverwertung. Mit einem Futteraufwand von 3,5 kg TM pro kg Zunahme haben die männlichen Lämmer einen um 0,6 kg geringeren Futteraufwand als die weiblichen Tiere. In der Mastdauer ist kein Unterschied zwischen den Geschlechtern zu erkennen, dies liegt darin begründet, dass die weiblichen Lämmer mit einem niedrigeren Lebendgewicht geschlachtet wurden.

Tabelle 1: **Merkmale der Mastleistung in Abhängigkeit von der Versuchsgruppe bzw. vom Geschlecht**

Merkmal	Versuchsgruppe (V)				Geschlecht (G)		P	P
	A	B	C	D	m	w	(V)	(G)
Mastdauer, Tg	56,5	53,0	54,0	56,0	53,3	56,0	0,7378	0,2964
Tgl. Zunahme, g	335	368	364	357	410	318	0,4750	<,0001
Tgl. Futteraufnahme, g TM	1350	1352	1360	1342	1429	1297	0,9418	<,0001
Tgl. Heuaufnahme, g TM	210	194	210	200	222	190	0,2631	<,0001
Tgl. Kraftfutteraufnahme, g TM	1140	1158	1150	1141	1207	1106	0,9738	0,0003
Futterverwertung, kg TM/kg Zun.	4,09	3,74	3,79	3,89	3,50	4,14	0,2014	<,0001

Schlachtleistung

In der Totvermarktung ist die Schlachtausbeute von Bedeutung. Diese errechnet sich aus dem Lebendgewicht vor der Schlachtung in Relation zum Gewicht des warmen Schlachtkörpers. Weiter spielen die Bemuskelung und der Verfettungsgrad eine wichtige Rolle. Diese werden nach dem EUROP System bewertet. Der Nierenfettanteil gibt ebenfalls Auskunft über die Verfettung eines Schlachtkörpers. Das Lendenstück wurde in die Gewebeanteile Muskel, Fett und Knochen zerlegt, um eine genauere Auskunft über die Zusammensetzung des Schlachtkörpers zu bekommen. Die Ergebnisse der Schlachtleistung sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Auch hier zeigt die Fütterung keinen Einfluss auf die Merkmale. Weibliche Lämmer haben einen höheren Fettanteil, was in der subjektiven Bewertung des Auflagefettes, im Nierenfettanteil sowie in Fettanteil des Lendenstückes zum Ausdruck kommt (RINGDORFER F. 2010). Auch eine höhere Schlachtausbeute ist meist ein Hinweis auf einen höheren Fettanteil.

Tabelle 2: **Merkmale der Schlachtleistung in Abhängigkeit von der Versuchsgruppe bzw. vom Geschlecht**

Merkmal	Versuchsgruppe (V)				Geschlecht (G)		P	P
	A	B	C	D	m	w	(V)	(G)
Schlachtausbeute, %	47,97	47,78	48,20	47,71	47,29	48,36	0,9197	0,0520
Bemuskelung, Punkte[1]	2,86	3,00	2,71	2,86	2,78	2,91	0,2001	0,1821
Fettauflage, Punkte[2]	3,21	3,07	3,07	3,29	2,83	3,39	0,6801	0,0003
Nierenfett, %	2,56	2,43	2,29	2,56	1,71	2,98	0,7445	<,0001
Lende Muskel, %	49,17	51,78	52,25	50,01	52,84	49,38	0,1610	0,0022
Lende Fett, %	30,13	28,37	27,91	29,32	25,80	31,11	0,5899	<,0001
Lende Knochen, %	20,06	19,08	19,14	20,05	20,64	18,85	0,6091	0,0202

[1] Punkte von 1 bis 5, wobei 1 für E, 2 für U, 3 für R, 4 für O und 5 für P nach den EUROP System steht

[2] Punkte von 1 bis 5, wobei 1 sehr mager und 5 sehr fett ist

Pansensaft

Die Untersuchung des Pansensaftes auf die flüchtigen Fettsäuren (Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure) ergab keinen Einfluss der Versuchsgruppe und auch keinen des Geschlechtes. Das Verhältnis von Essigsäure zu Propionsäure ist im Durchschnitt bei 2:1, was durch den hohen Anteil an Kraftfutter in der Ration erklärt werden kann.

Die entsprechenden Werte der Fettsäurengehalte sind in Tabelle 3 angeführt. Die weiblichen Lämmer hatten bei allen 3 Säuren einen höheren Wert als die männlichen, der Unterschied ist aber nicht signifikant.

Tabelle 3: **Gehalt an flüchtigen Fettsäuren im Pansensaft in Abhängigkeit von der Versuchsgruppe bzw. vom Geschlecht**

Merkmal	Versuchsgruppe (V)				Geschlecht (G)		P	P
	A	B	C	D	m	w	(V)	(G)
Essigsäure, %	54,28	56,18	57,86	50,91	50,10	59,51	0,8863	0,1617
Propionsäure, %	24,28	23,94	28,98	26,82	24,26	27,74	0,6874	0,3116
Buttersäure, %	12,70	12,82	14,99	11,22	10,90	14,97	0,6840	0,0788

Zusammenfassung

Hohe Tageszunahmen verbunden mit einer guten Futterverwertung sowie Schlachtkörper mit einer guten Bemuskelung und geringen Fettabdeckung sind die entscheidenden Merkmale für die Wirtschaftlichkeit der Lammfleischerzeugung. Inwieweit phytogene Futtermittelzusätze einen Einfluss auf diese Merkmale ausüben, wurde in einem Fütterungsversuch mit 56 Merinolandschaflämmern untersucht. Es wurden 3 verschiedene Zusätze geprüft und es konnte weder für die Merkmale der Mastleistung noch für die Merkmale der Schlachtleistung ein signifikanter Einfluss durch die Fütterung festgestellt werden. Die durchschnittlich täglichen Zunahmen lagen bei 355 Gramm, die tägliche Trockenmasseaufnahme lag bei 1,35 kg und die Futterverwertung betrug rund 3,9 kg Trockenmasse pro kg Zunahme. Auch der Gehalt an flüchtigen Fettsäuren im Pansensaft wurde weder von der Fütterung noch vom Geschlecht beeinflusst.

Abstract

High daily gains combined by a good feed conversion and good muscled carcasses with low fat content are the very important characteristics for an economic lamb meet production. How phytogenic feed additives affect performance parameters was studied in a feeding experiment with 56 Merinolandschaf lambs. Three different additives were tested and there was neither for fattening performance nor for slaughter performance an effect of feeding. Average daily gain was 355 g, daily dry matter intake was 1.35 kg and feed conversion was 3.9 kg dry matter per kg gain. Also the content of volatile fatty acids in rumen fluid was not affected by feeding and sex.

Literatur

EHRLINGER M., 2007: Phytogene Zusatzstoffe in der Tierernährung. Dissertation, LMU München: Tierärztliche Fakultät

PLATEL, K., SRINIVASAN K., 2004: Digestive stimulant action of spices: a myth or reality? Indian J. Med. Res. 119:167-179.

RINGDORFER F., 2010:Lammfleischerzeugung – was sind die optimalen Produktionsbedingungen? 6. Fachtagung für Schafhaltung, 5. November 2010, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein 2010, 11-19.

Adressen der Autoren

[1] LFZ Raumberg Gumpenstein, Inst. f. Nutztierforschung, Abt. Schafe und Ziegen, Raumberg 38, 8952 Irdning

[2] Universität für Bodenkultur, Gregor Mendelstraße 33, 1190 Wien

[*] Ansprechpartner: Dr. Ferdinand RINGDORFER, ferdinand.ringdorfer@raumberg-gumpenstein.at

Die Stoffwechselsituation von Milchkühen im geburtsnahen Zeitraum in Abhängigkeit der Energieversorgung

Influence of energy supply on metabolic status of dairy cows in the peripartu-rient period

Marcus Urdl[1*], Leonhard Gruber[1], Walter Obritzhauser[2], Johann Gasteiner[3], Johann Häusler[1] und Anton Schauer[1]

Einleitung

Die Fütterung von Milchkühen in der Trockenstehzeit übt nicht nur auf das fötale Wachstum sondern auch auf Milchleistungskriterien, Gesundheit und Fruchtbarkeit in der Folgelaktation einen entscheidenden Einfluss aus. Der Übergang von der Hochträchtigkeit in die Laktation, die sogenannte Transitphase, stellt für den Stoffwechsel eine besondere Herausforderung dar. In den letzten Jahrzehnten wurden zahlreiche Studien zur Fütterungsstrategie in der Trockenstehzeit und zur Vorbereitungsfütterung durchgeführt. Im vorliegenden Versuch wurde der Einfluss mangelnder und überhöhter Energiezufuhr gegenüber normgerechter Versorgung vor und nach der Abkalbung auf Produktionsdaten und Stoffwechselparameter von Milchkühen geprüft.

Material und Methoden

Der Versuchszeitraum umfasste 12 Wochen vor bis 15 Wochen nach der Abkalbung. Die Gruppen (n = 81 Kühe) unterschieden sich hinsichtlich der Energieversorgung (75, 100 und 140 bzw. 125 % des Bedarfes nach GfE 2001). Die unterschiedliche Energieversorgung wurde sowohl durch eine differenzierte Grundfutterration, vor allem jedoch durch stark verschiedene Kraftfutteranteile erreicht. Wenn die Energieaufnahme mit der jeweiligen Ration den Bedarf der Versuchsgruppe überstieg, wurde die Futteraufnahme beschränkt. Zur Beurteilung des Energie- und Leberstoffwechsels wurden in den wöchentlich gezogenen Blutproben die Parameter Aspartat-Amino-Transferase (AST), Glutamat-Dehydrogenase (GLDH), Gesamtbilirubin, Cholesterol, Glukose, β-Hydroxybutyrat und nichtveresterte freie Fettsäuren (NEFA) bestimmt.

Ergebnisse

Die Energieversorgung vor der Abkalbung wirkte sich signifikant auf die postpartale Milchleistung aus (25.4, 28.5 und 30.0 kg ECM in den Gruppen 75, 100 bzw. 140). Die differenzierte Energieversorgung nach der Abkalbung wirkte sich erwartungsgemäß stärker auf die Milchleistung (21.4, 30.0 und 32.5 kg ECM in den Gruppen 75, 100 bzw. 125) und weitere Produktionsdaten aus. Eine detaillierte Darstellung dieser Ergebnisse ist in URDL et al. (2007) angeführt, die Stoffwechselparameter in Tabelle 1.

Versuchszeitraum Trockenstehzeit: Signifikant erhöhte NEFA-Werte in der Gruppe $75_{prä\ partum}$ zeigen, dass eine (zu) niedrige Energieversorgung schon vor der Abkalbung zu einem Einschmelzen von Körperreserven führt. Ebenso weist der höhere Bilirubingehalt auf die Energiemangelsituation bei den Tieren dieser Gruppe hin. Die Blutglukosekonzentration war bei der Gruppe 140 signifikant höher (3,34 mmol/l gegenüber 3,20 und 3,09 in den Gruppen 100 bzw. 75). Die Leberenzymwerte (AST, GLDH) lagen trotz statistisch abzusichernder Differenzen generell auf einem niedrigen Niveau (im Schnitt < 30 IU/l bzw. zwischen 3 und 6 IU/l). Obwohl die Differenzierung der Energieversorgung zwischen Mangel- und überversorgter Gruppe ca. 30 MJ NEL ausmachte, waren keine dementsprechend großen Unterschiede bei β-Hydroxybutyrat festzustellen (0,71 vs. 0,65 mmol/l in den Gruppen 75 bzw. 140).

Versuchszeitraum Laktation: Die Energieversorgung *post partum* übte den deutlichsten Einfluss auf die untersuchten Stoffwechselparameter aus. Eine nicht bedarfsgerechte Fütterung zu Laktationsbeginn belastet den Stoffwechsel der Tiere zusätzlich zu dem in der Regel schon bestehenden Energiedefizit. Auf diese Mangelsituation reagierten die Variablen Glukose, β-Hydroxybutyrat und

Tabelle 1: **Stoffwechselparameter in der Trockenstehzeit und Folgelaktation in Abhängigkeit von der Energieversorgung prä- und postpartum (Haupteffekte)**

Trockenstehzeit					Laktation					
prä partum					*prä partum*			*post partum*		
75	100	140	Parameter[1]		75	100	140	75	100	125
-15,6[a]	-3,2[b]	14,6[c]	NEL-Saldo	MJ NEL	-8,3[b]	-13,4[ab]	-16,5[a]	-33,3[a]	-9,9[b]	4,9[c]
24,7[a]	29,0[b]	28,2[b]	Aspartat-Aminotransferase	IU/l	33,9[a]	37,7[b]	35,6[ab]	35,7	34,5	36,9
3,28[a]	4,29[b]	5,41[c]	Glutamat-Dehydrogenase	IU/l	5,96	6,05	6,42	5,28[a]	6,27[b]	6,99[b]
1,594[b]	1,283[a]	1,188[a]	Bilirubin	µmol/l	1,333	1,352	1,428	1,699[a]	1,238[b]	1,224[b]
4,007[b]	3,713[a]	3,599[a]	Harnstoff	mmol/l	3,621[a]	4,005[b]	4,016[b]	3,872[ab]	4,041[b]	3,729[a]
2,699	2,569	2,527	Cholesterol	mmol/l	3,909	4,148	4,079	4,060	4,123	3,953
3,085[a]	3,197[a]	3,335[b]	Glukose	mmol/l	2,802	2,798	2,796	2,461[a]	2,926[b]	3,009[b]
0,709	0,712	0,646	β-Hydroxybutyrat	mmol/l	0,903	0,980	0,956	1,371[c]	0,880[b]	0,702[a]
0,164[b]	0,117[a]	0,116[a]	Nichtveresterte Fettsäuren	mmol/l	0,150[a]	0,166[ab]	0,186[b]	0,258[b]	0,139[a]	0,130[a]
2,504	2,498	2,492	Calcium	mmol/l	2,452	2,454	2,472	2,497[b]	2,455[a]	2,426[a]
1,852	1,822	1,831	Phosphor	mmol/l	1,829	1,803	1,821	1,828	1,831	1,793
0,997	1,009	1,004	Magnesium	mmol/l	1,068	1,092	1,082	1,095	1,074	1,071

[1] bei logarithmierten Parametern *LSMeans* nach statistischer Auswertung rücktransformiert

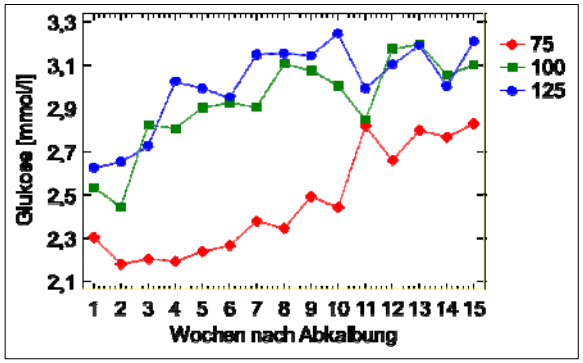


Abbildung 1: **Glukose im Versuchsverlauf in Abhängigkeit der Energieversorgung postpartum**

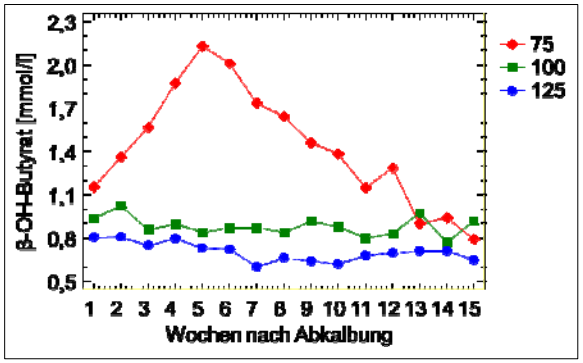


Abbildung 2: **β-OH-Butyrat im Versuchsverlauf in Abhängigkeit der Energieversorgung postpartum**

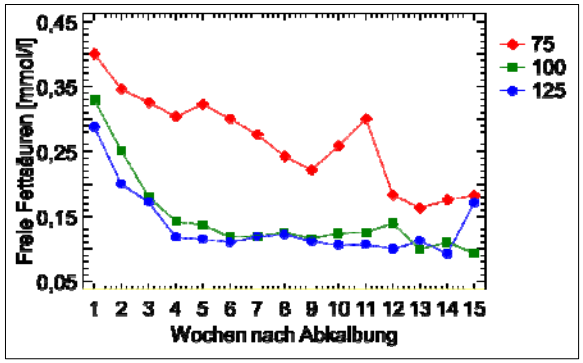


Abbildung 3: **NEFA im Versuchsverlauf in Abhängigkeit der Energieversorgung postpartum**

nichtveresterte freie Fettsäuren am empfindlichsten. Anhand des Verlaufs dieser diagnostisch vielfach zur Beurteilung der Stoffwechselsituation herangezogenen Werte ist erkennbar (Abbildungen 1 bis 3), dass der Blutglukosespiegel bei den Gruppen 100 und 125 direkt nach der Abkalbung zu steigen beginnt, während dies in der Energiemangelgruppe 75 erst ab der 7. Laktationswoche geschieht. Ebenfalls deutlich zu erkennen ist, dass die Ketogenese zwischen der 4. und 6. Laktationswoche ein Maximum erreicht. Das Niveau von β-Hydroxybutyrat lag in der Gruppe 75 wesentlich höher als bei bedarfsgerecht versorgten Tieren, obwohl auch hier ein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt wurde (1,37 mmol/l gegenüber 0,88 und 0,70 in den Gruppen 75, 100 bzw. 125). NEFA pendelten sich bei den Gruppen 100 und 125 nach 4 Wochen auf einem Niveau von ca. 0,11 mmol/l ein, während die unterversorgte Gruppe auch nach 11 Wochen noch deutlich höhere Werte aufwies. Auch im Gesamtbilirubingehalt spiegelt sich die negative Energiebilanz der Gruppe 75 (1,70 µmol/l) gegenüber den anderen Gruppen wider (im Schnitt 1,23 µmol/l). Obwohl auch bei Glutamat-Dehydrogenase signifikante Unterschiede festgestellt wurden, sind die Aktivitätswerte dieses Leberenzyms in diesem Versuch ungewöhnlich niedrig (5 bi 7 IU/l). Aus den Ergebnissen bei Aspartat-Aminotransferase ist kein gerichteter Einfluss der Energieversorgung erkennbar. Die Energieversorgung vor der Abkalbung wirkte sich nicht so stark auf die stoffwechselrelevanten Kenngrößen aus.

Ein ausführlicherer Versuchsbericht und Literaturangaben finden sich in URDL et al. (2011).

Abstract

During the transition period the metabolism of dairy cows undergoes tremendous challenges. Feeding strategies to minimize the disease incidence in the first weeks of lactation are needed. The objective of this study was to investigate the impact of different energy levels (E) before (PRE) and after parturition (POST) on performance and metabolism. Therefore 81 cows were used in a 2-factorial feeding trial (3 E_{PRE} × 3 E_{POST}) with diets meeting 75% (L), 100% (M) and 140$_{PRE}$/125%$_{POST}$ (H) of their energy demands for 12 weeks before until 15 weeks after parturition. Procedure GLM of SAS was used for statistical analysis of milk production data, procedure MIXED for analysis of blood metabolites including weekly taken samples as repeated measurements. E_{POST} had the greatest impact on production and metabolism parameters. Energy corrected milk yield (ECM) was 21.4, 30.0 and 32.5 kg in groups L_{POST}, M_{POST} and H_{POST}, respectively. Milk protein content was 3.00% in L_{POST}, 3.27% in M_{POST} and 3.40% in H_{POST}. The effect of E_{PRE} on milk yield also was significant (25.4, 28.5 and 30.0 kg ECM in groups L_{PRE}, M_{PRE} and H_{PRE}). Increasing negative energy balance when feeding dairy cows below recommended energy requirements led to significant changes in glucose (2.46, 2.93, 3.01 mmol/l in L_{POST}, M_{POST} and H_{POST}, respectively), β-hydroxybutyrate (BHBA; 1.37, 0.88, 0.70 mmol/l), nonesterified fatty acids (0.26, 0.14, 0.13 mmol/l) and other metabolic parameters. Accumulation of ketone bodies in group L_{POST} was highest 4 to 6 weeks after parturition indicating ketosis. BHBA figures of group M_{POST} also reached subketotic levels. E_{PRE} had only minor effects on metabolic parameters. To avoid negative effects on milk production cows should not be fed below recommended energy requirements in the dry period whereas overfeeding increases risk of fatty liver postcalving.

Literatur

URDL M, OBRITZHAUSER W, GRUBER L, HÄUSLER J, SCHAUER A, 2011: Einfluss der Energieversorgung vor und nach der Abkalbung auf Stoffwechselparameter von Milchkühen. 38. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 13.-14. April 2011, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein 2011, 67-73.

Adressen der Autoren

[1,3] Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, [1]Institut für Nutztierforschung, [3]Institut für Artgemäße Tierhaltung und Tiergesundheit, Raumberg 38, A-8952 Irdning

[2] Tierarztpraxis Dr. med.vet. Walter Obritzhauser, Randweg 2, A-8605 Parschlug

[*] Ansprechpartner: DI Marcus URDL, marcus.urdl@raumberg-gumpenstein.at

Futterwert und Milcherzeugungswert von Wiesenfutter in Abhängigkeit vom Vegetationsstadium

Nutritive value and milk production potential of permanent grassland depending on stage of vegetation

Leonhard Gruber[1*], Anton Schauer[1], Johann Häusler[1], Marcus Urdl[1], Andrea Adelwöhrer[1] und Karl-Heinz Südekum[2]

Einleitung

Das Vegetationsstadium des Wiesenfutters beeinflusst den Futterwert in hohem Maße. Es bestimmt den Anteil und die Zusammensetzung der Gerüstsubstanzen. Während die Pansenmikroben die Gerüstkohlenhydrate Zellulose und Hemizellulose je nach Lignifizierung zu einem bestimmten Grad abbauen können, ist Lignin selbst unverdaulich. Daher ist Lignin der entscheidende Faktor, der die Abbaubarkeit der Gerüstsubstanzen bestimmt (VAN SOEST 1994). Die Verdaulichkeit wird einerseits durch chemische Querverbindung des Lignins mit Hemizellulose vermindert und andererseits durch die Inkrustierung der Zellulosefibrillen mit Lignin. Im vorliegenden Versuch wurde der Einfluss des Vegetationsstadiums einer Dauerwiese in allen drei Aufwüchsen während einer vollständigen Vegetationsperiode auf Futterwert (Gerüstsubstanzen, Verdaulichkeit) und Milchleistung untersucht.

Material und Methoden

Die Artengruppen der Dauerwiese setzten sich aus 51 % Gräsern, 21 % Leguminosen und 28 % Kräutern zusammen. Die Untersuchungsperiode eines jeden Aufwuchses dauerte 7 Wochen (Wiederholung über 3 Jahre). Das Futter wurde täglich gemäht und frisch an Schafe verfüttert (Verdaulichkeit *in vivo*, kontinuierlicher Verdauungsversuch, NEHRING 1963), ebenso an fistulierte Ochsen (Abbaubarkeit *in situ*, nylon bag-Methode, ORSKOV und McDONALD 1979) sowie an Kühe (kontinuierlicher Fütterungsversuch). Die Analyse des Futters erfolgte nach konventionellen Methoden (VDLUFA 1976, ALVA 1983, MERTENS 2000). Das statistische Modell berücksichtigte die fixen Effekte Jahr, Aufwuchs und Vegetationswoche sowie deren Interaktionen (Proc GLM, SAS 2010).

Ergebnisse und Diskussion

Sowohl Aufwuchs als auch Vegetationswoche übten in allen wesentlichen Kriterien einen statistisch signifikanten Einfluss aus ($P \leq 0{,}05$). In Tabelle 1 sind die Ergebnisse Aufwuchs × Vegetationswoche angeführt. Bei den Kriterien Ertrag (kg Trockenmasse/ha), Gehalt an Gerüstsubstanzen (NDF, ADF, ADL), Futteraufnahme und Milchleistung wurde eine signifikante Wechselwirkung Aufwuchs × Vegetationswoche festgestellt, jedoch nicht bei Verdaulichkeit und ruminaler Abbaubarkeit.
Im Mittel der Vegetationswochen ging der Ertrag mit der Nummer des Aufwuchses zurück (4.000, 3.599, 3.119 kg TM je ha in Aufwuchs 1, 2 bzw. 3). Im Durchschnitt der drei Aufwüchse erhöhte sich der Ertrag im Laufe der 7 Vegetationswochen von 1.808 auf 4.812 kg TM je ha, doch der Anstieg der Ertrages je Tag ging mit der Nummer des Aufwuchses und der Vegetationswoche zurück. Ähnliche Ertragsverläufe berichten CAPUTA (1966) und GRUBER et al. (2000) auf vergleichbaren Standorten.
Im Durchschnitt stieg der NDF-Gehalt von 542 auf 608 g/kg TM an und die Verdaulichkeit ging von 77,3 auf 63,8 % zurück. Aber der Gehalt an Gerüstsubstanzen sowie die Verdaulichkeit und Abbaubarkeit verhielten sich in den einzelnen Aufwüchsen sehr unterschiedlich. Der tägliche Anstieg des Gerüstsubstanzen ging mit der Nummer des Aufwuchses zurück (Entwicklung von 521 auf 623 g NDF/kg TM in Aufwuchs 1, von 537 auf 620 g NDF/kg TM in Aufwuchs 2, von 568 auf 558 g NDF/kg TM in Aufwuchs 3). Der Gehalt an ADL und dessen Anteil an NDF war im 2. Aufwuchs wegen der höheren Temperaturen im Sommer signifikant höher (VAN SOEST et al. 1978). Im Gegensatz dazu verminderte sich die Verdaulichkeit und Abbaubarkeit während der Vegetation in allen drei Aufwüchsen in gleicher Weise (im Mittel von 77,3 auf 63,8 % dOM). Das bedeutet, dass die Beziehung zwischen Gerüstsubstanzen und Verdaulichkeit in den drei Aufwüchsen sehr unterschiedlich ist, nämlich von sehr eng bis ganz schwach. Ähnlich wie die Verdaulichkeit ging auch die Grundfut-

teraufnahme zurück, im Mittel der drei Aufwüchse von 12,9 auf 11,3 kg TM und in der Folge auch der Milchproduktionswert des Grundfutters von 13,4 auf 6,7 kg Milch.
Der Einfluss des Vegetationsstadiums auf den Futterwert wurde in den vergangenen Jahrzehnten umfangreich untersucht und ist in der Fachliteratur zahlreich dokumentiert (VAN SOEST 1967 und 1994, BURNS 2008). Wie in vielen Untersuchungen wird auch in dieser Arbeit der starke Rückgang des Futterwertes durch die Lignifizierung der Zellwände verursacht (JUNG und FAHEY 1995). Diese Lignifizierung behindert den Zugang der hydrolytischen Enzyme zu den Zellwandpolysacchariden durch räumliche Wirkung und dadurch den mikrobiellen Abbau der Zellwände (JUNG und DEETZ 1993).
Eine detailiertere Beschreibung der Methodik und der Ergebnisse sowie die vollständige Literaturliste finden sich in GRUBER et al. (2010).

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde der Einfluss des Wachstumsstadiums von Dauerwiesenfutter auf Ertrag, Gehalt an Nährstoffen und Gerüstsubstanzen sowie Verdaulichkeit *in vivo* (bei Schafen), ruminale Abbaubarkeit *in situ* (nylon bag-Methode), Futteraufnahme sowie Leistung bei Milchkühen in allen drei Aufwüchsen einer gesamten Vegetationsperiode über drei Jahre hindurch untersucht. In allen wesentlichen Kriterien übten sowohl der Aufwuchs als auch die Vegetationswoche einen signifikanten Einfluss aus. Bei den Parametern Ertrag, Gehalt an Gerüstsubstanzen, Futteraufnahme und Milchleistung trat eine signifikante Wechselwirkung Aufwuchs × Vegetationswoche auf, nicht jedoch bei Verdaulichkeit und ruminaler Abbaubarkeit. Dies hatte zur Folge, dass zwischen Gehalt an Gerüstsubstanzen und Verdaulichkeit im 1. Aufwuchs eine sehr enge negative Beziehung bestand, die jedoch im 2. und besonders im 3. Aufwuchs geringer wurde. Im Mittel der 3 Aufwüchse stieg der Ertrag im Laufe von 7 Vegetationswochen von 1.808 auf 4.812 kg TM je ha an, der Gehalt an NDF erhöhte sich von 542 auf 608 g/kg TM und die Verdaulichkeit der OM sank von 77,3 auf 63,8 %. Die Grobfutteraufnahme ging von 12,9 auf 11,3 kg TM zurück und der Milcherzeugungswert aus dem Grobfutter von 13,4 auf 6,7 kg.

Abstract

The impact of vegetative stage of permanent grassland on DM yield, cell wall content, sheep *in vivo* digestibility, *in situ* ruminal degradability as well as feed intake and milk yield of dairy cows was investigated for three consecutive years covering all three growths of the total vegetation period. Both the influence of growth number as well as the week of vegetation was statistically significant in all criteria. Regarding the parameters DM yield, cell wall content, feed intake and milk yield a significant interaction between growth number and week of vegetation was found, but this was not the case with digestibility and ruminal degradability. Hence there was a very close correlation between cell wall content and digestibility in the primary growth, but the relationship became weaker in the first regrowth and especially in the third growth. On average of the three growths, the DM yield increased from 1,808 to 4,812 kg/ha during 7 weeks of vegetation, the NDF content rose from 542 to 608 g/kg DM and the digestibility of OM decreased from 77.3 to 63.8%. The forage intake was reduced from 12.9 to 11.3 kg DM and theoretical milk production from forage decreased from 13.4 to 6.7 kg.

Literatur

GRUBER L, SCHAUER A, HÄUSLER J, ADELWÖHRER A, SÜDEKUM K-H, WIELSCHER F, URDL M, KIRCHHOF S, 2010: Einfluss des Wachstumsstadiums von Dauerwiesenfutter auf Ertrag, Futterwert, Futteraufnahme und Leistung bei Milchkühen im Laufe einer ganzen Vegetationsperiode. 122. VDLUFA-Kongress, Kiel, 21.-24.09.2010, Kongressband 633-671.

Adressen der Autoren

[1] LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Gumpenstein, A-8952 Irdning

[2] Universität Bonn, Institut für Tierwissenschaften, Endenicher Allee 15, D-53115 Bonn

[*] Ansprechpartner: Univ.-Doz. Dr. Leonhard GRUBER, leonhard.gruber@raumberg-gumpenstein.at

Tabelle 1: **Versuchsergebnisse (Ertrag, Gehalt an Nährstoffen und Kohlenhydraten, Verdaulichkeit *in vivo*, Abbaubarkeit *in situ*, Futteraufnahme und Milchleistung)**

Aufwuchs	**Aufwuchs 1**							**Aufwuchs 2**							**Aufwuchs 3**						
Versuchswoche	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Ertrag (kg TM/ha)	1.692	2.579	3.439	4.302	4.842	5.361	5.782	1.764	2.586	3.201	3.860	4.179	4.686	4.916	1.968	2.502	3.068	3.302	3.625	3.629	3.739
Gehalt an Nährstoffen, Gerüstsubstanzen und Nichtfaser-Kohlenhydraten																					
Rohprotein (g/kg TM)	202	181	160	146	127	117	129	216	197	178	161	155	139	148	206	202	190	186	179	166	160
Rohfaser (g/kg TM)	222	250	283	314	315	333	326	252	269	282	295	300	308	323	272	266	273	273	274	272	268
NDF (g/kg TM)	521	562	572	620	615	633	623	537	545	555	596	603	619	620	568	561	575	592	564	572	558
ADF (g/kg TM)	272	304	332	373	371	396	401	307	319	333	362	368	369	369	312	311	309	352	323	336	322
ADL (g/kg TM)	29	30	33	40	44	47	50	42	44	48	48	53	52	52	36	32	37	44	40	43	42
NFC (g/kg TM)	147	134	146	118	146	138	138	91	113	128	117	116	126	102	89	111	107	95	130	123	144
Verdaulichkeit *in vivo*, Energiegehalt und Proteinwert																					
Organische Masse (%)	78,2	78,1	72,6	70,4	68,5	64,9	60,8	75,8	74,8	72,3	70,8	68,4	67,3	62,9	78,0	75,9	74,6	73,4	70,7	68,3	67,7
NDF (%)	81,1	80,6	73,0	70,9	66,4	63,2	56,5	78,7	76,1	73,5	71,8	68,9	68,3	63,7	82,5	79,5	77,6	77,7	72,1	70,3	67,8
ADF (%)	76,8	77,2	71,2	69,6	65,1	62,9	56,9	74,0	72,3	69,8	69,0	65,7	63,8	59,1	77,7	75,2	71,9	73,9	67,8	66,3	63,1
Energie (MJ NEL/kg TM)	6,44	6,44	5,89	5,66	5,48	5,12	4,78	6,05	5,95	5,71	5,65	5,39	5,33	4,84	6,31	6,17	6,00	5,90	5,65	5,34	5,30
Protein (nXP, g/kg TM)	146	143	133	128	122	115	111	143	139	133	130	125	122	116	146	143	139	137	132	125	123
Ruminale N-Bilanz (g/kg TM)	9,0	6,0	4,3	3,0	0,9	0,4	2,8	11,7	9,3	7,2	5,0	4,9	2,7	5,2	9,6	9,4	8,2	7,8	7,5	6,6	5,9
Abbaubarkeit *in situ*																					
a (% der TM)	31,5	31,2	28,3	28,4	26,2	27,5	25,3	27,6	26,8	26,9	26,0	26,6	25,7	21,7	26,3	24,6	24,6	27,0	24,6	27,1	27,2
b (% der TM)	54,5	53,8	53,5	51,7	52,7	47,3	47,0	52,8	53,2	51,8	52,8	51,8	48,0	50,5	53,6	56,4	55,9	54,9	54,8	52,1	47,9
c (% pro h)	8,61	5,78	6,20	5,37	4,62	4,22	4,25	7,33	7,07	5,63	4,82	5,39	3,89	4,72	6,68	5,30	4,45	4,24	4,87	4,82	5,92
Potenzielle Abbaubarkeit (a + b, %)	86,0	84,9	81,8	80,1	78,9	74,9	72,3	80,4	80,0	78,6	78,8	78,4	73,7	72,2	79,9	81,0	80,5	81,9	79,4	79,2	75,0
Effektive Abbaubarkeit k_p=0,02 (%)	74,2	70,6	67,7	65,2	61,6	59,2	57,1	67,6	67,2	64,0	62,7	63,3	56,7	56,1	66,1	63,8	61,9	62,6	62,2	62,7	60,8
Effektive Abbaubarkeit k_p=0,05 (%)	63,4	59,4	56,5	54,0	49,4	48,6	46,7	56,5	56,3	52,7	51,0	51,9	45,7	44,6	54,8	50,8	48,7	49,7	49,5	50,6	49,4
Effektive Abbaubarkeit k_p=0,08 (%)	56,5	53,1	50,2	47,8	43,1	43,3	41,5	49,9	49,7	46,4	44,8	45,7	40,3	38,6	48,3	43,7	42,0	43,2	42,8	44,2	43,2
Futteraufnahme und Milchleistung																					
Grundfutter (kg TM/d)	13,34	12,70	12,86	12,06	12,32	11,52	10,66	12,44	12,87	12,53	12,48	12,48	11,61	11,20	12,80	12,95	13,03	12,78	13,01	12,48	12,02
Kraftfutter (kg TM/d)	5,45	5,61	5,39	5,37	5,66	5,63	5,40	6,03	5,68	5,83	5,74	5,76	5,84	5,57	6,34	6,09	5,93	5,30	5,86	5,98	5,69
NDF-Aufnahme (g/ kg LM)	13,2	13,2	13,2	13,2	13,5	12,9	11,8	12,8	13,1	13,0	13,5	13,7	12,8	12,5	14,0	13,8	14,0	13,8	13,5	13,2	12,3
Energie (MJ NEL/d)	129,1	125,9	120,3	113,1	115,2	107,3	98,5	123,0	122,0	118,8	117,1	114,8	110,3	101,6	129,9	127,5	125,2	117,9	121,3	116,4	111,0
Milchleistung (kg/d)	25,6	25,0	23,8	22,4	21,3	19,5	18,1	24,4	24,6	23,6	22,1	21,3	20,2	19,3	25,0	24,6	24,8	23,1	22,5	21,3	20,3
ECM-Leistung (kg/d)	25,9	25,0	24,1	22,9	21,4	19,7	18,1	23,9	25,0	23,6	21,9	20,9	20,2	19,1	25,6	25,4	25,5	23,9	23,5	22,5	21,2
Milchfett-Gehalt (%)	4,21	4,10	4,23	4,31	4,20	4,21	4,14	3,97	4,19	4,14	4,08	4,07	4,13	4,10	4,27	4,35	4,31	4,31	4,41	4,45	4,39
Milcheiweiß-Gehalt (%)	3,28	3,31	3,31	3,25	3,23	3,28	3,29	3,28	3,33	3,27	3,24	3,25	3,28	3,28	3,38	3,38	3,35	3,44	3,45	3,52	3,57
Milcherzeugungswert GF (kg/d)	15,1	13,6	12,3	10,1	10,0	7,7	5,4	11,8	12,3	10,9	10,6	9,8	8,1	6,1	13,4	13,2	12,8	12,1	11,7	9,8	8,7
Milcherzeugungswert Gesamt (kg/d)	28,8	27,8	25,9	23,6	24,3	21,8	19,0	26,9	26,6	25,5	25,0	24,3	22,8	20,1	29,3	28,4	27,7	25,5	26,4	24,8	23,0

Einsatzmöglichkeiten von DDGS (Trockenschlempe) in der Broilermast

Application of DDGS in broiler feed

Karl Schedle

Einleitung

DDGS (Dried Distiller's Grains with Soluble) ein Nebenprodukt der Ethanolerzeugung, ist weitgehend frei von Stärke bzw. deren Abbauprodukten (Dextrine, Zucker). Sie enthält aber alle anderen Inhaltsstoffe der verarbeiteten Rohstoffe, v.a. Eiweiß, Fett, Mineralstoffe und Faser in konzentrierter Form. Die Literaturdaten zur Verdaulichkeit der organischen Substanz aus DDGS reichen weit auseinander und nehmen mit der Zeit deutlich zu. Während frühere Angaben noch von einer Verdaulichkeit im Bereich um 40% ausgingen, liegen die Befunde heutzutage infolge verbesserter und schonenderer Herstellungs- und Trocknungsverfahren bei 70 bis 75%. Dennoch liegt die Verdaulichkeit der organischen Substanz immer noch deutlich unter dem der Ausgangsprodukte der DGGS z.B. 90% bei Weizen. Für den reduzierten Einsatz von DDGS als Futtermittel bei monogastrischen Nutztieren scheint das schlechte Aminosäuremuster, die Lysingehalten machen ca. 2,5% des Rohproteins aus, sowie deren geringere Verdaulichkeit verantwortlich (Nyachoti et al. 2005, Bandegan et al. 2009). Dennoch scheint die DDGS aufgrund ihrer hohen Gehalte an Protein, Fett und verdaulichen Phosphor eine Berichtigung bei monogastrischen Nutztieren und da sowohl beim Schwein als auch beim Geflügel zu haben.

Nährstoffgehalt und Umsetzbarkeit der Energie im Geflügel

Einen wesentlichen Einfluss auf den Nährstoffgehalt der DDGS hat vor allem die Nährstoffzusammensetzung der Rohstoffe, welche zur Ethanolerzeugung herangezogen werden. Tabelle 1 und 2 zeigen Nährstoffgehalte und Aminosäureverdaulichkeiten von DDGS hergestellt aus unterschiedlichen Rohstoffen.

Tabelle 1: **Nährstoffgehalte unterschiedlicher DDGS in g/kg Frischmasse**

Rohstoff	Energie AME/$_N$	XP	Lysin	Lysin im XP	Quelle
Weizen/Mais	9,17	333	8,2	2,5	eigene Untersuchung
Weizen/Gerste	10,2	390	7,9	2,0	Kluth et al. 2008
Mais	9,7	278	7,6	2,7	Stein and Shurson 2008; Robinson et al. 2008
Weizen	9,9	357	9,2	2,6	Thacker et al. 2007

Tabelle 2: **Verdaulichkeit der Aminosäureverdaulichkeiten unterschiedlicher DDGS in %**

Rohstoff	Lysin	Methionin	Threonin	Quelle
Weizen/Gerste*	79	76	71	Kluth et al. 2008
Mais†	76	84	81	Kim et al. 2010
Weizen*	45	78	64	Bandegan et al 2009

*präceacale Aminosäureverdaulichkeit
†totale Aminosäureverdaulichkeit

DDGS in der Broilermast

Um gegenüber praxisüblichen, auf Sojaschrot basierenden Mastrationen eine vergleichbare Ausgangssituation sicherzustellen, müssen vorab die Unterschiede in den Gehalten an essentiellen Aminosäuren welche bei DGGS darüber hinaus auch noch schlechter verdaulich sind als bei Sojaextraktionsschrot, mittels Zulagen an synthetischen Aminosäuren kompensiert werden.
Schedle (2011) zeigte das DDGS aus Österreich (Actiprot®, Agrana Bioethanol, Pischelsdorf Österreich) bis zu 24% in Futterrationen für Broiler ohne Beeinträchtigung der Leistung eingesetzt werden kann, wenn die verabreichten Futterrationen alle Nährstoffe bedarfsgerecht beinhalten und die Aminosäuren auf Basis der präceacalen Verdaulichkeit kalkuliert waren. Fungierte die Kalkulation der Aminosäuren auf Bruttoaminosäuren in den Futterrationen, konnte ab 8% DDGS in der Ration ein linearer Leistungsabfall beobachtet werden (Schedle et al. 2010).
Durch den Fermentationsprozess kommt es zu einer Anreicherung der nicht fermentierbaren Substanzen. Am stärksten davon betroffen ist die Fraktion der nicht Stärke Polysaccharide (NSP) die bis zu 50% in der DDGS ausmachen können (Stein and Shurson 2008). Die Fraktion der NSP ist aufgrund ihrer viskositäts erhöhenden Eigenschaften schlecht verdaulich. Zusätzlich verringert sich durch NSP der Gehalt an Energie sowie die Verdaulichkeit der restlichen Nährstoffe. Hohe Gehalte an NSP können jedoch durch den Zusatz von NSP-spaltenden Enzymen abgebaut werden und führen so zu einer nachgewiesenen Verbesserung der zootechnischen Leistungsparameter (Barrera et al. 2004). In den Studien von Schedle (2011) und Trautwein (2008) konnte ein solcher Effekt jedoch nicht nachgewiesen werden. Diese Ergebnisse lassen daher schließen, dass die NSP von modernen DDGS nicht zu einer Erhöhung der Viskosität im Gastrointestinaltrakt von Broilern und somit zu einer Verschlechterung der Leistung führen.

Zusammenfassung

Insgesamt legen die Ergebnisse nahe, dass ein Einsatz von bis zu 24% DDGS in der Broilermast, ohne eine systematische Beeinträchtigung der Mast- und Schlachtleistung bei Gewährleistung einer adäquaten Nährstoffversorgung grundsätzlich möglich ist. Eine genaue Kontrolle des Ausgangsmaterials sowie des Endproduktes scheinen daher unumgänglich. Diese Aussagen sind nur bei Kalkulation mit präceacal verdaulichen Aminosäuren gültig. Ein Zusatz an NSP-spaltenden Enzymen zur DDGS scheint keine zusätzlichen Verbesserungen der Leistungsparameter zu bringen.

Abstract

The results show that an inclusion of DDGS up to 24% in diets for broiler chicks is possible, under consideration of a balanced digestible amino acid pattern. Supplementation of an NSP-hydrolyzing enzyme affects no additional advancement in performance.

Literatur

Bandegan A., Guenter W., Hoehler D., Crow G.H., Nyachoti C.M. (2009): Standardized ileal amino acid digestibility in wheat distillers dried grains with soluble for broiles. Poultry Science 88: 2592-2599
Barrera M., Cervantes M., Sauer W.C., Ariaza A.B., Torrentera N. (2004): Ileal amino acid digestibility and performance of growing pigs fed wheat-based diets supplemented with xylanase. Journal of Animal Science 82: 1997-2003.
Kim E.J., Parsons C.M., Srinivasan R., Singh V. (2010): Nutritional composition, nitrogen-corrected true metabolizable energy, and amino acid digestibilities of new corn distillers dried grains with soluble produced by new fractionation processes. Poultry Science 89 :44-51
Kluth H., Wolf E., Rodehutscord M. (2008): Untersuchungen zum Gehalt an ME und praecaecalen verdaulichen Aminosäuren von Getreidetrockenschlempe beim Broiler. VDLUFA Schriftenreihe 64
Nyachoti C.M., House J.D., Slominski B.A., Seddon I.R. (2005): Energy and nutrient digestibilities in wheat dried distillers' grains with soluble fed to growing pigs

Robinson P.H., Karges K., Gibson. (2008): Nutritional evaluation of four co-product feedstuffs from the motor fuel ethanol distillation industry in the Midwestern USA. Animal Feed Science and Technology 146: 345-352
Schedle K., Guggenberger V., Leitgeb R., Windisch W. (2010): Zootechnical performance and carcass characteristics of broiler chicks fed distillers dried grain with solubles (DDGS). In: Proceedings of the Society of Nutrition Physiology. 128. ISBN: 978-3-7690-4103-3
Schedle (2011): Einfluss von Actiprot® mit und ohne NSP-spaltende Enzyme auf die Mast- und Schlachtleistung von Masthühnern. Unveröffentlichter Versuchsbericht.
Stein H.H. and Shurson G.C. (2008): The use and application of distillers dried grains with soluble in swine diets. Journal of Animal Science 87: 1292-1303
Thacker P.A., and Widyaratne G. (2007): Nutritional value of diets containing graded levels of wheat distillers grains with soluble fed to broiler chicks. Journal of the Science of Food and Agriculture 87: 1386-1390
Trautwein J., Chudaske C., Röser W., Dusel G. (2008): Effect of distilled dried grains with soluble, with and wihtout supplementation of nsp-hydrolysing enzymes on broiler performance. In: Eder K. (Hrsg.) 10. Tagung Schweine und Geflügelernährung. 123-125 ISBN: 973-3-86829-075-2

Adresse des Autors

Dr. Karl SCHEDLE, Universität für Bodenkultur, Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie, Muthgasse 11, A-1190 WIEN, E-mail: karl.schedle@boku.ac.at

Einfluss verschiedener Prozessfaktoren auf die Trubstabilität von Karottensaft

Effects of different process factors on cloudstability of carrot juice

Karl Karigl[1]*, Manfred Gössinger[2] und Emmerich Berghofer[3]

Einleitung

Die Karotte gehört zu den wichtigsten Gemüsearten in der EU. Da sie sehr lange lagerfähig ist, dient sie uns bis spät in den Winter als Frischgemüse und somit als Quelle für wertvolle Nährstoffe. Das Hauptaugenmerk liegt hier natürlich auf β-Carotin, der Majorkomponente der Carotine, welches die Vorstufe zu Vitamin A darstellt. Das Wurzelgemüse hat jedoch auch andere gesundheitsfördernde Stoffe wie die Polysaccharide Stärke und Pektin, die sich günstig auf den Verdauungstrakt auswirken. Auch eine große Menge an Saccharose, Glucose und Fructose ist enthalten und aufgrund dieser Tatsache erfreut es sich bei Jung und Alt sowohl roh, gegart, als auch entsaftet größter Beliebtheit. Gerade der Prozess des Entsaftens stellt sich aber in der Praxis als eher schwierig dar, da er des Öfteren unbefriedigende Ergebnisse in puncto Stabilität liefert. So wird sehr oft von Ab-Hof-Produzenten berichtet, dass sich der gepresste Saft nach dem Pressen auftrennt. Dabei bildet sich am Flaschenboden ein dichtes Trubdepot, das nur noch sehr schwer aufgeschüttelt werden kann, mit darüberliegender klarer, gelblicher Serumphase. Am einfachsten wäre es natürlich, den Saft frisch gepresst zu konsumieren. Für einen bäuerlichen Betrieb stellt das aber keine Alternative dar, zumal die Haltbarkeit begrenzt ist und auch frischer Saft zum raschen Ausklären neigt. Außerdem ist man auf eine gewisse Rohstoffverfügbarkeit angewiesen, welche nur zum Erntezeitpunkt bzw. unmittelbar nach einem größeren Lieferauftrag in Form von Ausschussware gegeben ist.
Karottensaft sollte also durch Entsaften von reifen, gesunden und geschälten Karotten hergestellt werden. Um den gewünschten pH-Wert einzustellen, verwendet man Zitronensaft. Als Antioxidationsmittel dient Ascorbinsäure, haltbargemacht wird durch Erhitzen. Geschmack und Geruch sollten typisch nach Karotte sein, frei von Fremdgeschmack und Fremdgeruch. In Bezug auf Farbe und Aussehen sollte er auch karottenfarben sein, also leicht orange, ohne Braunfärbung und frei von Verunreinigungen. Das Produkt muss den Leitsätzen für Gemüsesaft und Gemüsetrunk entsprechen. (HANDSCHUH 1994).
Um ein Produkt mit den gewünschten Eigenschaften zu erlangen, wurden daher verschiedene Verfahren zur Herstellung dieses erprobt. Dabei wurden einige Prozessparameter variiert bzw. spezielle Saftbehandlungen erprobt, um die Farbwerte und die Trubstabilität der Karottensäfte zu verbessern.

Material und Methoden

Die verwendeten Karotten wurden von einem landwirtschaftlichen Großbetrieb aus Niederösterreich besorgt und stammten aus dem Erntejahr 2008. Der Rohstoff war als Ausschussmaterial deklariert, er viel im Rahmen einer Bestellung für den Großhandel an. Er war bereits gewaschen, musste aber ein weiteres Mal verlesen werden.
Zur Produktion selber gelangten immer 100kg Chargen. Es wurde mittels Dekanter und Bandpresse entsaftet. Anschließend wurde eine HTST-Behandlung vollzogen, um den Grobtrub abzuscheiden. Zuletzt wurde der Saft in 1L AF-Normflaschen mit den dazugehörigen Vacu-Vent-Verschlusskappen gefüllt und bei Raumtemperatur eingelagert. Ein Teil des Presssaftes wurde außerdem mit Stabilisierungsmitteln versetzt bzw. wurde mittels Microfluidizer hochdruckhomogenisiert. Im Anschluss daran wurden regelmäßig Farbmessungen im L*-a*-b* bzw. L*C*H*-Raum mittels Chroma Meter CR 200 Fa. Minolta bzw. Messungen mit dem Trübungsphotometer LTP5 Fa. Dr. Lange durchgeführt. Alle gemessenen Proben wurden anschließend bei 4200g (15min) zentrifugiert, um den Grobtrub zu bestimmen.(REITER 2005).Erneut wurden Farbmessung und Trübungsmessung durchgeführt. Sowohl Produktion als auch Messungen wurden in Doppelbestimmung ausgeführt.

Ergebnisse und Diskussion

Der Wert der Helligkeit (L*-Wert) ist bei den Säften, die mittels Dekanter hergestellt wurden, deutlich niedriger als bei jenen, die mit der Bandpresse erzeugt wurden. Das rührt daher, dass β-Carotin, welches nicht wasserlöslich, aber leichter als Wasser ist, bei der Anwendung von Zentrifugalkraft besser von Feststoffen abgetrennt werden kann als bei einer Presse.(Handschuh 1994) Der Gehalt an Feuchttrub und auch die Trübung waren bei den Presssäften deutlich höher. Bei den letzten beiden Messungen war im Dekantersaft kein Feuchttrub mehr messbar, beim Pressaft jedoch schon. Generell war feststellbar, dass das Trubpellet bei den Presssäften kompakter und weniger schlierig war als bei den Dekantersäften. Die Proben, die mittels Microfluidizer einer Hochdruckhomogenisation unterzogen wurden, wiesen durchwegs weniger Feuchttrub auf als jene ohne. Der Presssaft erfuhr durch die Behandlung eine wesentlich höhere Trübung, das Sedimentationsverhalten verbesserte sich dadurch.

Abbildung 1: **Veanschaulichung der Abnahme der Helligkeit (L*-Wert) in Abhängigkeit der Lagerzeit. Dieser Wert ist bei den Säften, die mittels Dekanter hergestellt wurden, deutlich niedriger, d.h. der Saft ist dunkler. Die Messungen wurden nicht mehr wiederholt, nachdem die Werte vor und nach dem Zentrifugiern keine wesentlichen Unterschiede mehr aufwiesen.**

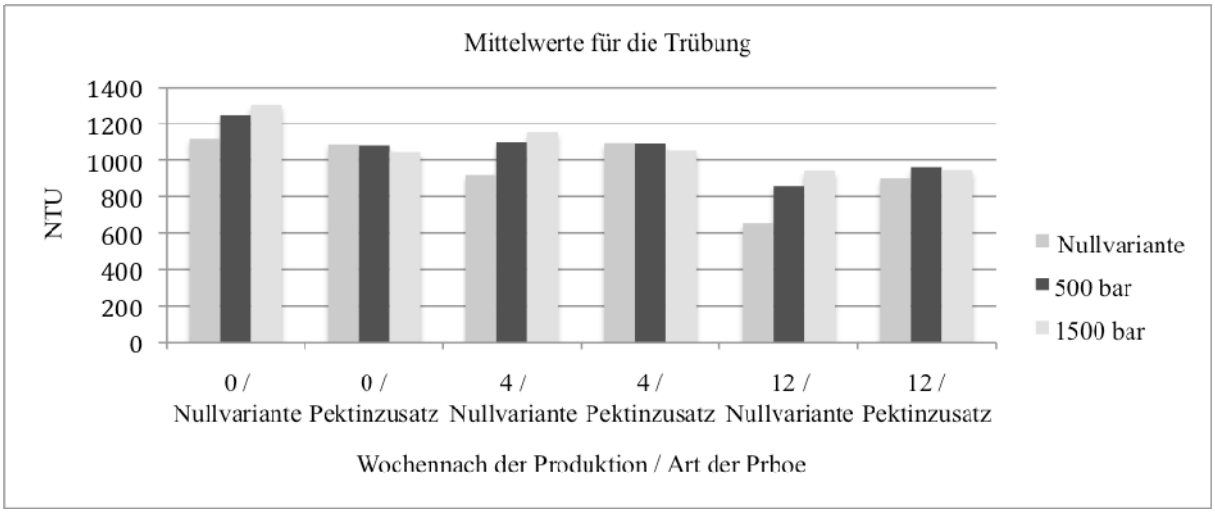


Abbildung 2: **Veranschaulichung der Abnahme der Trübung in Abhängigkeit von der Lagerzeit. Aus dieser Abbildung geht deutlich hervor, dass es für den Presssaft von Vorteil ist, wenn er hochdruckhomogenisiert wird, da die Trübung steigt. Für die mit Pektin behandelte Probe war der Druck von 1500 bar nicht förderlich, die Trübung war schwächer als die Nullvariante bzw. die 500 bar Variante.**
(Aus Gründen der Übersicht und aufgrund der linear abfallenden Werte wurden die Messungen nach zwei bzw. acht Wochen Lagerzeit in der Graphik nicht berücksichtigt)

Zusammenfassung

Das Ziel dieser Arbeit war eine Herstellungsmethode für Karottensaft zu etablieren, die trubstabile Produkte liefert. Außerdem galt es auch herauszufinden, wodurch Trubinstabilitäten zu Stande kommen und verursacht werden und somit das Ausklären in Serum und Trubdepot beschleunigt wird. Dazu war es notwendig, verschiedene Säfte herzustellen und innerhalb dieser Varianten wurden Parameter verändert bzw. wurde durch die spezielle Saftbehandlung versucht, die Farbwerte und die Trübung dadurch merklich zu verbessern. Nach erfolgter Abfüllung wurde eine Überwachung der Lagerung und der Lagerstabilität in gewissen Intervallen mit wiederholter Messung der Farbe, der Trübung und des Gehaltes an Feuchttrub durchgeführt und festgehalten.
Aus den Messungen geht hervor, dass die mittels Bandpresse hergestellten Säfte gehaltvoller und dichter sind, die Säfte aus dem Dekanter sind dafür dunkler und bei optimaler Einstellung von Drehzahl und Gegendrehzahl könnte auch noch am Feststoffanteil gearbeitet werden. Der Zusatz von Stabilisierungsmitteln in Kombination mit Hochdruckhomogenisation hat sich nur bedingt als synergistisch erwiesen, da durch die hohen Scherraten die Struktur dieser zerstört wird und somit ihre stabilisierende Wirkung verloren geht. Ohne Zusatz hat dieses Verfahren jedoch positive Auswirkungen auf das Sedimentationsverhalten und somit auf die Trubstabilität von Karottensaft.

Abstract

The aim of this project was to create a method to produce cloudy stable carrot juice. It was also a part to find out what causes instability of turbidity and what makes the process of separating into serum and pulp going faster. Therefore it was necessary to produce a variety of juices and within this batches there were changed a certain few parameters. There was also a special treatment tried to advance the colour and the turbidity. After the juice was bottled a monitoring of the storage was started and in a certain range the measurement of colour, turbidity and the wet matter of the pulp started.
What emerges from the results is that the juices produced with the belt press are more in content and tighter. On the other hand the juices produced with the decanter are more coloured and if the parameters are set ideal you can also produce similar products. The addition of stabilizing agents in combination with highpressure homogenisation was not only an advantage and so it happened that the structure was destroyed through the high shear rate and so their effect got lost. Nevertheless the treatment had also a positive effect on the sedimentation rate and on the stability of the cloudy carrot juice.

Literatur

HANDSCHUH B., 1994: Karottenverarbeitung zu Saft und Püree. Flüssiges Obst Jg.61, Heft 8/94, 323-324

REITER M., 2005: Untersuchungen über den Einfluß der Herstellungstechnologie auf die Trubstabilität von Karottensaft

Adressen der Autoren

[2] : DI DR. Manfred GÖSSINGER, LFZ für Wein- und Obstbau Klosterneuburg. Wienerstraße 74. A-3400 Klosterneuburg

[3] : Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Emmerich BERGHOFER, Institut für Lebensmitteltechnologie (LMT) BOKU 1190 Wien, Muthgasse 18

[1]*: Ansprechpartner: Karl KARIGL, karlkarigl@gmail.com

Weinenzyme – Produktion und deren Konsequenzen für die Weinbereitung

Wine enzymes – production and consequences for the wine industry

Ilona Schneider*

Einleitung

Enzyme sind die universalen Wirkstoffe lebender Zellen. Sie kommen in allen Lebewesen vor - vom Mikroorganismus bis zum Menschen. Die Zahl der natürlich vorkommenden Enzyme wird auf mehr als 10.000 geschätzt, gut ein Viertel davon sind inzwischen bekannt. Nicht nur die große Anzahl natürlicher Enzyme ist beeindruckend, sondern auch das breite Spektrum ihrer Fähigkeiten: Sie können große Moleküle auf- und umbauen oder kleine „zusammenkleben", sie können Stärke, Fette, Eiweiße oder auch den allgegenwärtigen Zellbaustoff Cellulose aufspalten. Der vorliegende Artikel konzentriert sich auf die Produktion und Anwendungsmöglichkeiten von Enzymen in der Getränkeindustrie.

Einsatz von Enzymen in der Lebensmittel- und Getränke-Industrie

Heute enthalten bereits zahlreiche Lebensmittel verschiedenste Enzyme als Nahrungsmittelzusatz oder sie sind mit Hilfe von Enzymen hergestellt worden. Da der Einsatz oder Zusatz von Enzymen weder einer Deklarations- noch Kennzeichnungspflicht unterliegt, erfährt der Verbraucher nur in seltenen Fällen von deren Existenz im Nahrungsmittel.

Möglichkeiten der Enzym-Herstellung

Von schätzungsweise über 10.000 Enzymen, die in der Natur vorkommen, sind aktuell 3.000 bekannt. Lediglich ca. 120 werden industriell genutzt. Von über 45 Millionen Arten Mikroorganismen, als wichtigste natürliche „Enzymquelle", sind erst ca. 100.000 bekannt.

Lange Zeit war die schlechte Verfügbarkeit „isolierter Enzyme" ein Hindernis für die wirtschaftliche Verwertung. Eine chemische Synthese ist wegen der komplexen Molekülstruktur nur schwer möglich. Mittlerweile werden zahlreiche Enzyme durch biotechnologische Verfahren gewonnen. Verschiedene Mikroorganismen wie Bakterien und Pilze werden darauf gezüchtet, die für ihren eigenen Stoffwechsel benötigten Enzyme, aber auch „Fremdenzyme" in großen Mengen zu produzieren und bei Bedarf sogar ins Kulturmedium auszuscheiden.

Wie beeinflusst die Genetik den Produktionsprozess?

Werden bei der Produktion natürliche (traditionell selektionierte) Wildtyp-Mikroorganismen eingesetzt, dann sind die geernteten Mengen an Enzymen sehr gering. Dies ist zum Einen darin begründet, dass Wildtyp-Mikroorganismen nicht nur ein Enzym produzieren, sondern auch eine Vielzahl an Enzym-Fremdaktivitäten erzeugen. Zum Anderen sind die Wildtyp-Mikroorganismen generell für die Anzucht und die Vermehrung weniger geeignet. Um diesen Problemen entgegenzuwirken werden heute durch gezielte genetische Verfahren die Mikroorganismen optimiert. So wird dem Anwender eine höhere Enzym-Reinheit und -Spezifikation garantiert. Weiterhin kann die Enzymproduktion rationeller und effizienter gestaltet werden.

Was bedeutet genetische Verfahren oder genetisch veränderter Mikroorganismus?

Bei genetisch veränderten Mikroorganismen ist das Genmaterial gezielt verändert worden. Das neueste Verfahren das z. Zt. in der industriellen Enzymproduktion angewendet wird ist die „self-cloning" („Selbst-Klonierungs"-) Methode (s. Abb.1). Bei dieser Methode wird aus einem Mikroorganismus ein bestimmtes Gen X isoliert. Dieses Gen X wird in ein Plasmid (Expressionsvektor) und anschließend in den gleichen Mikroorganismus oder einen Mikroorganismus einer verwandten Spezies integriert. Diese Technologie des homologen Gentransfers ermöglicht eine höhere Stabilität und Integrität des Gen-

materials im Mikroorganismus. Das gewünschte Gen X ist stabil im Genmaterial integriert und bleibt es auch über mehrere Produktionen hinweg. Bei früheren Methoden verloren die veränderten Mikroorganismen nach 1-2 Produktionen die gewünschten Eigenschaften (Produktion eines bestimmten Enzyms), dieses Problem ist nach der self-cloned Methode sehr stark minimiert.

Abbildung 1: **Schematische Darstellung des „self-cloning“-Verfahrens**

Der Anteil an technischen Enzymen, gewonnenen aus genetisch veränderten Mikroorganismen, in der Lebensmittelindustrie betrug im Jahr 1999 ca. 20 %. Dieser Anteil ist in den letzten Jahren nicht kleiner geworden!
In der Wein- und Fruchtsaftindustrie werden z. Zt. zwei Gruppen an technischen Enzymen angeboten. Die aus natürlichen (traditionell selektionierten) Mikroorganismen hergestellten Enzyme sowie Enzyme, gewonnen aus Mikroorganismen, die nach dem „self-cloning“-Verfahren, hergestellt wurden.

Wie erkennt der Winzer-/Kellermeister welches Enzymprodukt ihm vorliegt?

Dies gestaltet sich in einigen Fällen problematisch, da die Anbieter und die Enzymproduzenten sich nicht stringent an die OIV-Resolution 14/2003 halten. In dieser Resolution ist unter Punkt 2 (Labelling-Kennzeichnung/Etikettierung) geschrieben im Originaltext: „... Also the indication that the enzymatic preparations were obtained by genetic modifications where relevant.”. Übersetzt bedeutet dies, dass auf dem Produktetikett hingewiesen werden sollte, ob das Enzym durch genetische Veränderungen hergestellt worden ist. Zusätzlich ist unter Punkt 9 (Obligatory technical sheet to by supplied by manufacture – Pflichtangaben der Produzenten auf Technischen Informationen) in der OIV-Resolution 14/2003 geregelt, dass auf den Technischen Informationen der Produkte darauf hinzuweisen ist, ob ein Enzym von genetisch veränderten Mikroorganismen stammt oder nicht (Originaltext:...whether the enzymatic preparation is genetically modified or not).

Das Dilemma ist: OIV-Resolutionen haben einen Empfehlungs- aber keinen gesetzlichen Charakter. Obwohl 90% aller Vertriebsfirmen/Produzenten sich an die Resolutionen halten und den Anforderungen gerecht werden ist eine generelle Regelung nicht gegeben. Würde nun ein Winzer oder Kellermeister die Technischen Informationen und auch die Produktetiketten explizit auf diesen Sachverhalt prüfen, und keinen Hinweis auf die Produktion des Weinenzyms finden, garantiert dies nicht, dass das Weinenzym durch einen natürlichen (traditionell selektionierten) Mikroorganismus produziert wurde. Oder anders gesagt, das Enzym könnte trotzdem aus einem self-cloned Mikroorganismus stammen.
Der Anwender muss direkt bei den Vertriebsfirmen/Produzenten ein entsprechendes Zertifikat anfordern. Diese Zertifikate müssen belegen, ob das erworbene Enzymprodukt aus einem „self-cloned“ Mikroorganismus oder aus einem natürlichen (traditionell selektionierten) Mikroorganismus stammt.

Warum ist es wichtig zu wissen, wie ein Enzym hergestellt wurde?

Abhängig von der oenologischen Ausrichtung des jeweiligen Weingutes oder Kellerei ist eine differenzierte Sichtweise erforderlich. Denn abhängig davon, welches Gesetz zugrunde gelegt wird, kann der Einsatz Konsequenzen auf die Weinvermarktung haben.

Zum Beispiel ist in den EU-VO 1829/2003 und 1830/2003 der Enzymeinsatz in Lebensmitteln und Futtermitteln geregelt. In diesen Verordnungen wird festgelegt, dass Enzyme, unabhängig aus welchem Mikroorganismus hergestellt, nicht deklarationspflichtig sind. Nach diesen Verordnungen ist eine generelle Kennzeichnungspflicht von Enzymen nicht notwendig.

Hingegen ist in der Verordnung über neuartige Lebensmittel- und Lebensmittelzutaten (Abschnitt 2, §4, Satz 1.2) die Kennzeichnung „ohne Gentechnik" festgelegt. In dieser Verordnung ist die Verwendung von Hilfsstoffen, hergestellt aus gentechnisch modifizierten Mikroorganismen, nicht erlaubt. D .h. beim Verkauf eines Weines mit der Bezeichnung „Ohne Gentechnik" ist die Verwendung von Enzymen aus self-cloned Mikroorganismen nicht erlaubt.

Ein weiterer kritischer Punkt ist die EU-Öko-VO. Laut dieser VO ist (gemäß Artikel 1, Absatz 1, Buchstabe a, i.V.m. Artikel 5, Absatz 3, Buchstabe h) eine Kennzeichnung und Bewerbung des ökologischen Landbaus nicht gestattet, wenn Hilfsstoffe aus gentechnisch modifizierten Mikroorganismen eingesetzt worden sind.

Zusammenfassung

Die erwähnten Verordnungen spiegeln nur einen Teilbereich der derzeitigen Gesetzeslage wider. Es ist also Vorsicht geboten, welche Produkte eingesetzt werden. Denn abhängig davon, welche Unternehmensform (Weingut, Weinexporteur, Weinhändler, Weinkellerei) vorliegt, sind nicht nur die deutsche - und die EU-Gesetzgebung sondern auch die rechtlichen Grundlagen des Exportmarktes zu beachten. In wieweit sich, die eine oder die andere Enzym-Produktgruppe, bei der Herstellung von Getränken speziell im Wein etabliert, entscheidet letztendlich die Weinindustrie selbst.

Adresse der Autorin

E. Begerow GmbH & Co., An den Nahewiesen 24, 55450 Langenlonsheim

* Ansprechpartnerin: DR. Ilona SCHNEIDER, ilona.schneider@begerow.com

Einfluss von Weinbehandlungsmitteln, pH-Wertänderungen und Druckstößen auf das Filtrationsverhalten von (Rot)wein.

Influence of wine treatment agents, pH changes and pressure surges on the filtration behavior of (red)wine.

Harald Scheiblhofer*, Robert Steidl, Christoph Detz, Martin Prinz,
Herbert Weber und Christopher Sengl

Einleitung

Bei der Filtration von Rotwein stellt sich häufig die Frage, welche Art von Filtration am besten geeignet ist. In Österreich werden für die letzten Filtrationsschritte vor der Flaschenfüllung die Membran- oder Schichtenfiltration eingesetzt. In den Jahren 2009 und 2010 wurden am LFZ Klosterneuburg und in Partnerweingütern im Burgenland zahlreiche Filtrationsversuche mit Schichtenfiltern, Modulfiltern und Membranfiltern durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass der Einsatz von Membranfiltern zu erwarteten und gut reproduzierbaren Ergebnissen führt. Ein ganz anderes Verhalten zeigten in diesem Zusammenhang die Tiefenfilter und vor allem die verwendeten Modulfilter. Zum Einsatz kamen Tiefenfilter, die üblicherweise für eine Entkeimungsfiltration im Weinbereich Verwendung finden. Im Extremfall verließen die Rotweine den Filter trüber als sie hineinströmte. Optisch blanke Rotweine waren nach dem Durchgang durch den Filter trüb.

Material und Methoden

Die Filtrationsversuche wurden mit verschiedenen Rotweinen durchgeführt. Bei den Weinen handelte es sich durchwegs um sehr hochwertige Rotweine aus sehr reifem Traubenmaterial. Die Trübungswerte der Weine vor der Filtration schwankten zwischen 15 und 450 NTU. Es wurden also relativ blanke Weine, aber auch extrem trübe Weine filtriert. Alle für die Messungen und Vergleiche verwendeten Filter sind laut Herstellerangabe für die „Entkeimungsfiltration“ von Wein geeignet.

Membranfiltration

3M CUNO Filterkerzen Typ: BevASSURE II ™ Rückhalterate: 0,45 µm

Tiefenfiltration mittels Modulfilter

Die Versuche wurden mit einem Modulfiltergehäuse (Edelstahl) der Firma Cuno3M durchgeführt.
Verwendet wurden Module der Fa. Cuno 3M und Begerow:
BECODISC 170 und BECODISC BS B02; CUNO Zeta Plus® 1. Z12DD150MH07 2. Z12 DD 80MH05 3. Z12DD30MH02 4. Z12E11AA60SP03A 5. Z12E11AA90SP05A
Filterschichten (Größe 20x20 cm): Preziso PSO4 und Carlson Typ XE 400 H

Bestimmung des Filtrationsergebnisses

Die Filtrationsergebnisse wurden mit unterschiedlichen Methoden überprüft. Bei Methode 1 wurde das Filtrat einem Filtrationstest mit einer Membranfilterscheibe unterzogen. Bei dieser Methode werden ca. drei Liter Wein mit 1 bar Druck über einen kleinen Membranfilter mit 47 mm Durchmesser und einer Porenweite von 0,45 µm filtriert. Methode 2 war eine Trübungsmessung mittels eines Trübungsmessgerätes. Werte über 100 NTU sind als sehr trüb anzusehen. Richtwerte sind: klares Wasser 0-5 NTU; leicht trübes Wasser 5-30 NTU; trübes Wasser > 50 NTU; Abwasser 70-2000 NTU.

Weine für die Filtrationsversuche mit Bestimmung des Filtrationsindexes

Cabernet Sauvignon: Index 40 ml; Merlot: Index 100 ml; Rösler: Index 30 ml

Weine für die Filtrationsversuche mit Trübungsmessung

Cabernet Sauvignon: 17 NTU; Shiraz: 58 NTU; Rösler: 102 NTU; Rathay: 430 NTU

Wein für Versuche über den pH-Wert-Einfluss auf die Filtration

Rathay 2009 mit ursprünglichem pH-Wert von 3,75; mit Weinsäure und $CaCO_3$ eingestellt auf pH-Werte von 3,0 und 4,25; Trübung: 430 NTU

Ergebnisse und Diskussion

Membranfilter

Die Filtration mittels Membranfilter fand immer im unmittelbaren Anschluss an eine Tiefenfiltration statt. Die NTU-Werte des Weines auf der Einlaufseite des Membranfilters schwankten von ca. 1 bis 5 NTU.

Kurzfristig kam es zu Werten bis 30 NTU. Die Filtrationsleistung (bzw. Filtrationsgeschwindigkeit) betrug 3,5 Liter min-1 m-2 (dies entspricht 0,21 m3 pro Sekunde bezogen auf 1 m2 Filterfläche). Die Filtrationsergebnisse waren sehr einheitlich und entsprachen den Erwartungen. Beim Filtrat wurden NTU-Werte zwischen 0 und 0,37 gemessen.

Tiefenfilter

Bei den Modulfiltern kamen zwei Arten von Modulen zum Einsatz: kombinierte Schichten aus Vorfilterschicht und Entkeimungsschicht und reine Entkeimungsschichten. Die Kombinationsschichten zeigten eine deutlich höhere Filtrationsleistung in Bezug auf die filtrierte Menge. Allerdings zeigten sie auch deutlich verstärkt die Tendenzen in Richtung „Durchschlagen" der Schichten, also einer erhöhten Trübung im Filtrat. Klare Gesetzmäßigkeiten über den Einfluss der Sorte, des Weines selbst und des Herstellers konnten nicht festgestellt werden. „Versagte" bei einem Wein ein Herstellermodell, war es bei einem anderen Wein genau umgekehrt. Ähnlich verhielt es sich bei dem Einfluss von Sorte und Wein.

Ergebnisse der Trübungsmessungen und Bewertung der beiden Messmethoden

Bei allen Weinen und Filtrationsmaterialien zeigte sich ein sehr ähnliches Bild. Es gab immer wieder unerwartete und aus Sicht des Winzers unbefriedigende Ergebnisse. Ein sehr häufig beobachtetes Phänomen war ein langsamer oder sprunghafter Anstieg der Trübung des Filtrates. In Extremfällen kam es zu Trübungen von über 1000 NTU. Die Trübungsmessung ist von ihrer Aussagekraft her, dem Filtrationsindex deutlich unterlegen und kann das Verhalten des Weinfilters bei der Filtration nicht immer vorhersagen. Allerdings ist die Trübungsmessung sehr einfach und sehr rasch mit wenig Probevolumen durchführbar. Für eine (laufende) Überwachung der Filtration in der Praxis ist somit die Trübungsmessung wesentlich besser geeignet. Die Trübungsmessung stößt in der Praxis auf große Akzeptanz, die Bestimmung des Filtrationsindexes auf Ablehnung.

Ergebnisse der Bestimmung des Filtrationsindexes

Der Filtrationsindex der unfiltrierten Weine lag zwischen 30 und 100 ml. Das bedeutet, dass nur etwa 30 bis 100 ml Wein über die Membranfilterscheibe filtriert werden konnten. Als Mindestwert kann ein Wert von 1000 gelten, dabei muss man aber schon eine relativ rasche Verblockung der nachgeschalteten Membranen in Kauf nehmen. Zu Beginn der Filtration stellten sich im Filtrat Werte zwischen 1000 und 3000 ml ein. Diese Werte konnten alle als zufriedenstellend angesehen werden. Mit fortschreitender Filtration entwickelten sich zwei Szenarien:

Szenarium 1: Der Filterindex blieb während der gesamten Filtration hoch, die Durchflussleistung durch den Filter sank kontinuierlich und der Filter verblockte nach einer gewissen Zeit.

Szenarium 2: Der Filterindex sank ab und fiel wieder in etwa auf den Wert des unfiltrierten Weines. Die Filterleistung fiel zu Beginn etwas ab, stabilisierte sich dann aber auf einem relativ hohen Niveau. Der Filter verblockte nicht. Der Wein strömte durch den Filter, ohne merkbar filtriert zu werden.

Folgende Umstände führten zu trüben Filtraten:

- Unterbrechung der Filtration: Ganz grob kann man sagen, dass je länger die Unterbrechung, desto stärker die Trübung war, die gleich nach der Wiederaufnahme der Filtration gemessen wurde. Aber auch sehr kurze Unterbrechungen von wenigen Sekunden führen zu einem sprunghaften Anstieg der Trübung (Abb. 1).
- das Leerdrücken des Filters mit Druckluft führt zu extrem trüben Filtraten (Abb. 2). - Änderungen des pH-Wertes (vor allem wenn ein Wein mit höherem pH-Wert auf einen Wein mit niedrigem pH-Wert folgt) können zu einem dramatischen Anstieg der Trübung führen (Abb. 3).
- die Fehleinschätzung, dass ein Filter immer verblockt, wenn die Schichten erschöpft sind.
- eine Überlastung der Filterschichten durch zu hohe Trubanteile: Die Filterschichten können nur eine gewisse Menge an Trub aufnehmen. Ist diese Kapazität erschöpft, kann es zu einem Verblocken der Schichten oder aber auch zu einem mehr oder weniger ungehindertem Durchfluss des Trubes durch den Filter kommen.
- Druckstöße, z.B. durch ungleichmäßig fördernde Pumpen.
- ein Überströmen des Filters durch eine zu hohe Flussgeschwindigkeit.
- wenig Einfluss hat eine Steigerung des Druckes (von 1 auf 3 bar).

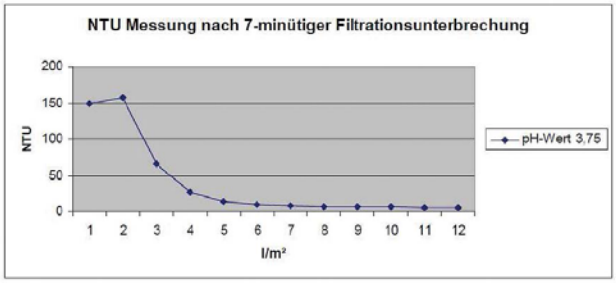


Abbildung 1: **Anstieg des Trübungswertes im Filtrat unmittelbar nach dem Ende eines Filtrationsstopps**.
X-Achse: Liter Filtrat pro m^2 Filterfläche
Y-Achse: Trübungswert in NTU

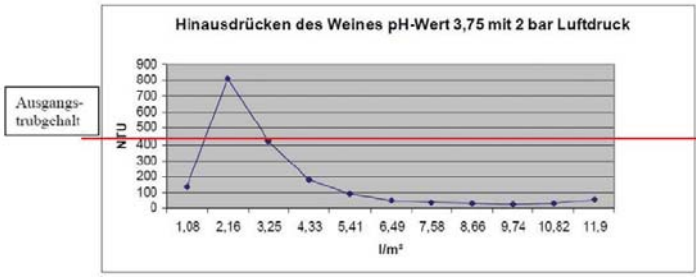


Abbildung 2: **Die letzten Liter, die aus dem Filter nach dem Ende der Filtration mit Druckluft herausgedrückt werden, zeigen sehr hohe Trübungswerte (der unfiltrierte Wein weist eine Trübung von ca. 430 NTU (=> rote Linie = Ausgangstrubgehalt) auf.)**
X-Achse: Liter Filtrat pro m^2 Filterfläche
Y-Achse: Trübungswert in NTU

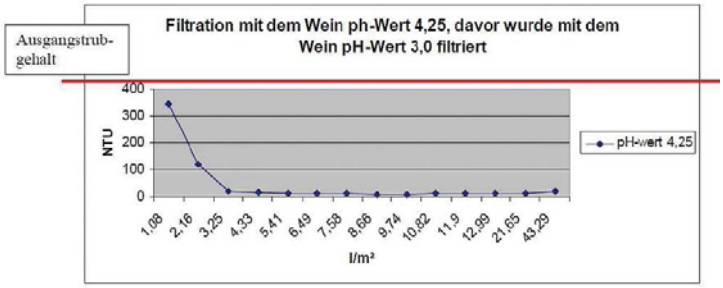


Abbildung 3: **Anstieg des NTU-Wertes nach Veränderung des pH-Wertes (der unfiltrierte Wein weist eine Trübung von ca. 430 NTU (=> rote Linie = Ausgangstrubgehalt) auf.)**
X-Achse: Liter Filtrat pro m^2 Filterfläche.
Y-Achse: Trübungswert in NTU

Interessant aber unbeantwortet ist die Frage nach der Abtrennung von Mikroorganismen.
Bei den Versuchen mit der Messung des Filtrationsindexes konnten keine Mikroorganismen gefunden werden. Bei den Versuchen mit den Trübungsmessungen wurden keine mikrobiologischen Untersuchungen durchgeführt. Meine persönliche Einschätzung (unterstützt durch Gespräche mit den Filterherstellern und einschlägige Literatur) ist, dass Mikroorganismen bei ungünstigen Bedingungen sehr wahrscheinlich durchtreten.

Zusammenfassung

Eine Tiefenfiltration mit „Entkeimungsschichten“ ist kein Garant für einen blanken Rotwein und vermutlich auch keine Garantie für eine vollkommene Abtrennung von Mikroorganismen. Nur mit einer nachgeschalteten Membranfiltration kann beides gewährleistet werden. Im Extremfall kann ein Wein (kurzfristig) wesentlich trüber aus dem Filter herausfließen als er in den Filter eintritt. Die Konsequenzen von praxisüblichen „Fehlern“ bei der Abfüllung (z.B. kurzes Ausschalten der Förderpumpe) werden stark unterschätzt. Der Einfluss von pH-Werten auf die Filtration und die Auswirkungen des „Leerdrückens“ des Filters nach der Filtration sollte auch wesentlich stärker beachtet werden. Eine Überwachung der Filtration durch Messung des Trübungswertes ist in der Praxis schnell und einfach durchzuführen. Die aussagekräftigere Bestimmung des Filtrationsindexes scheitert in der Praxis an der praktischen Durchführung. Die Untersuchung der genauen Auswirkungen von trüben Filtraten auf den Mikroorganismengehalt im Filtrat war nicht Teil dieser Arbeit und bleibt weitgehend unbeantwortet.

Abstract

Deep filtration with sterilizing layers cannot guarantee clear red wine and complete elimination of microorganisms. This can only be achieved through subsequent membrane filtration. In extreme cases the wine can (for a short time) leave the filter much cloudier than it was fed into the filter. The consequences of “mistakes that occur in practice during filling (e.g. switching off the pump) are underestimated. The influence of pH values on filtration and the consequences of applying air pressure after filtration should be observed to a higher degree. In practice the control of filtration measuring the turbidity is fast and easy. The convincing determination of the filtration index is not practicable. The exact effects of turbid filtrates on the content of microorganisms in the filtrate were not examined.

Adressen der Autoren

LFZ (HBLA u. BA für Wein- und Obstbau) Klosterneuburg, Abteilung Kellerwirtschaft, Wienerstraße 74, 3400 Klosterneuburg

Kooperationspartner: Weingut Scheiblhofer, Fa. Cuno3M, Fa. Begerow

* Ansprechpartner: DI Harald SCHEIBLHOFER, harald.scheiblhofer@weinobst.at

Veränderungen in der Destillatzusammensetzung von Obstbränden durch Destillation unter vermindertem Druck

Changes in the composition of distilled beverages by means of distillation at reduced pressure

Walter Brandes und Stefan Nauer

Einleitung

Neben Rohstoffqualität und Maischebedingungen stellt die Destillation einen zentralen Schritt bei der Gewinnung von Obstbränden dar. Unabhängig von der dabei verwendeten Anlage ist das Ziel dabei erwünschte Inhaltsstoffe möglichst vollständig im Mittellauf zu konzentrieren und unerwünschte Komponenten im Vor- bzw. Nachlauf abzutrennen. In jedem Fall handelt es sich nur um Ab- bzw. Anreicherungen, da eine vollständige Trennung aus physikalischen Gründen nicht möglich ist. Die Hauptschwierigkeiten dabei sind einerseits ein teilweise geringer Unterschied in den Siedepunkten der wertbestimmenden Substanzen und andererseits in der Bildung von Azeotropen. Vor allem die Azeotropbildung führt zu teilweise gänzlich anderem Destillationsverhalten von Inhaltsstoffen. Als Beispiel sei hier nur die relativ gleichmäßige Verteilung von Methanol auf alle Fraktionen des Destillates angeführt, obwohl es sich auf Grund des Siedepunktes um eine typische Vorlaufkomponente handeln müsste. Ziel der Untersuchungen ist die Beeinflussung der Zusammensetzung dieser Azeotrope durch Destillation unter vermindertem Druck und damit eine Beeinflussung des Destillationsverhaltens wichtiger Inhaltsstoffe.

Material und Methoden

Als Ausgangsmaterial wurde je ein Raubrand der Obstarten Zwetschke, Marille und Williamsbirne verwendet. Je 500 ml dieser Raubrände wurden einer fraktionierten Destillation im Gleichstromprinzip ohne Verstärkereinrichtung unterzogen. Das Kühlwasser des verwendeten Liebig-Kühlers wurde durch ein regelbares Wasserbad auf annähernd 0°C konstant gehalten. Nach jeweils 50 ml Destillat wurde die Vorlage gewechselt, die Dampftemperatur notiert und die Fraktion egalisiert. Nach der 8.

Fraktion wurde die Destillation abgebrochen. Die oben beschriebene Destillation wurde für jeden Raubrand sowohl bei normalem Luftdruck (ca. 1000 mBar) als auch bei 250 mBar Unterdruck jeweils zweimal durchgeführt. Bei allen Fraktionen erfolgte die Bestimmung des Alkoholgehaltes. Weiters wurden die auf Grund ihres Alkoholgehaltes für die Feinbrandgewinnnung interessanten Fraktionen einer umfangreichen Analytik auf ihren Gehalt an wertbestimmenden Inhaltsstoffen unterzogen.

Ergebnisse und Diskussion

Typische Vorlaufkomponenten wie Acetaldehyd oder Ethylacetat zeigten bei beiden Druckvarianten praktisch identes Destillationsverhalten. Gleiches gilt für die im Codex B23 genannten Alkohole Methanol, 1-Propanol, iso-Butanol und iso-Pentanole. Auch die als Trübungsbildner bekannten Ester der höheren Fettsäuren sowie die obstspezifischen Aromastoffe der Williamsbirne (Decadiensäureester) und der Zwetschke (Nonanal und Nonansäurethylester) mit partiellem Vorlaufcharakter zeigten keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Druckvarianten. Stärker ausgeprägt war die Differenz zwischen den Druckvarianten bei Verbindungen mit moderatem bis stark ausgeprägtem Nachlaufcharakter. Darunter fallen die sensorisch negativ wirksamen freien Fettsäuren, aber auch die meisten spezifischen Aromastoffe der Marille (Terpene und Lactone). Bei allen diesen Verbindungen ergab sich ein langsamerer Übergang ins Destillat bei den Varianten, die unter vermindertem Druck destilliert wurden. Interessanterweise destillierte auch der Ethylalkohol bei den Varianten mit 250 mBar Druck langsamer über.

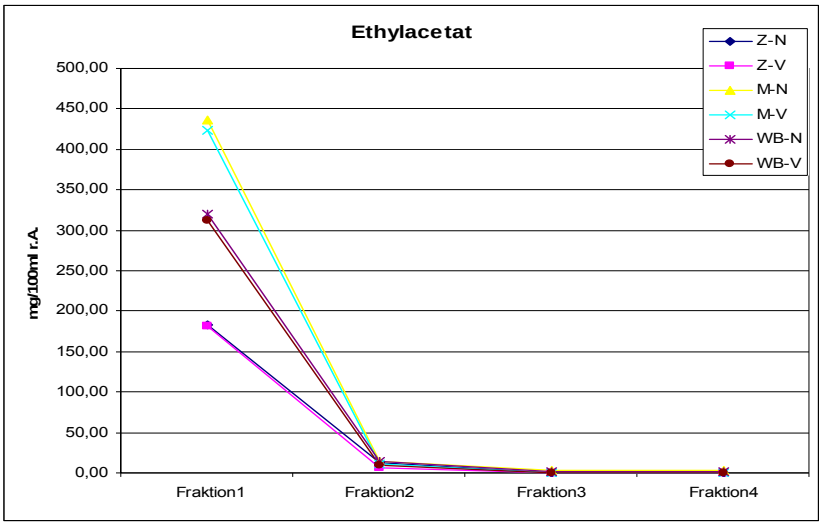


Abbildung 1: **Ethylacetatgehalte der ersten vier Fraktionen bei 1000mbar (N) und 250mbar (V)**

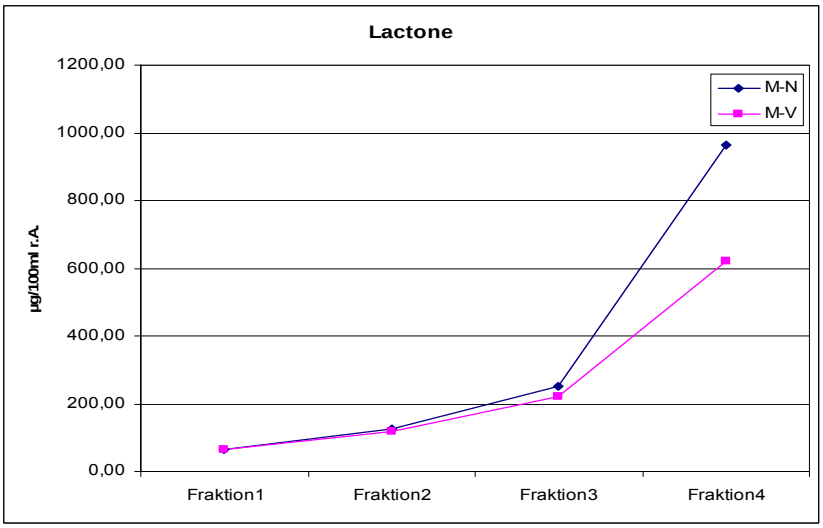


Abbildung 2: **Gehalte der Summe von gamma-Decalacton und gamma-Dodecalacton der ersten vier Fraktionen bei 1000mbar (N) und 250mbar (V)**

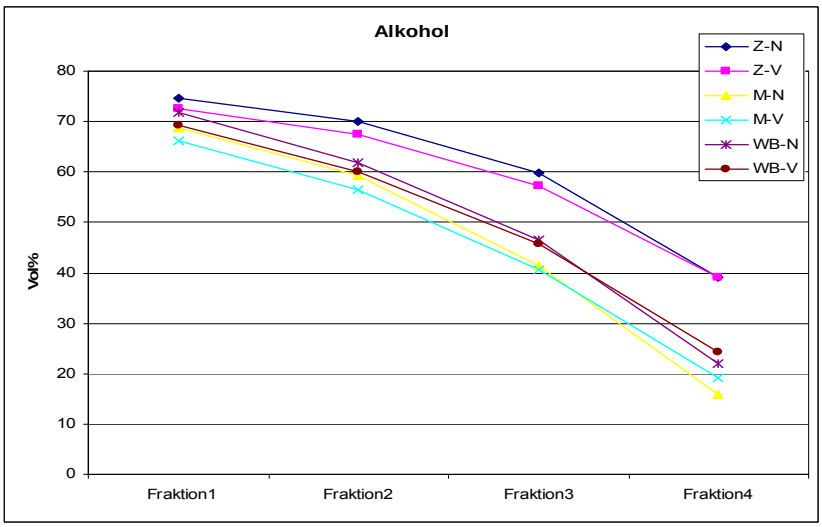


Abbildung3: **Alkoholgehalte der ersten vier Fraktionen bei 1000mbar (N) und 250mbar (V)**

Zusammenfassung

Es wurden je ein Zwetschken-, Marillen- und Williamsbirnenraubrand sowohl unter Normaldruck als auch unter vermindertem Druck fraktioniert destilliert und die einzelnen Fraktionen auf ihren Gehalt an wertbestimmenden Inhaltsstoffen untersucht. Während bei den Vorlaufkomponenten praktisch kein Unterschied messbar war, destillieren die meisten Komponenten mit Nachlaufcharakter bei Normaldruck schneller über. Da es bei diesen Verbindungen sowohl sensorisch positiv als auch negativ wirksame Komponenten gibt, sind die geschmacklichen Auswirkungen auf das fertige Destillat nicht eindeutig abschätzbar. Die augenscheinlichste Veränderung ist aber der langsamere Übergang vom Ethylalkohol bei Druckverminderung, so dass mit etwas geringeren Feinbrandausbeuten zu rechnen ist

Abstract

The influence of reduced pressure on the content of several important flavouring substances in the distillate was studied by distillation of a plum, apricot and Bartlett pear low wine. Substances with fore-run behaviour show no changes at the different pressure. In opposite to these results, substances with after-run behaviour distilled slower at reduced pressure. Because of the different influence of this substances on the quality of the distillate the final impact of this deviation can not be estimated. Because of the slower distillation of ethanol under reduced pressure the amount of middle cut will decrease a little.

Literatur

GLATTHAR, J., SENN, T. und PIEPER, H.J. 2001: Investigations on Reducing the Methanol Content in Distilled Spirits made of Bartlett, Deutsche Lebensmittel-Rundschau 97.Jahrgang Heft 6: 209-215

GUAN, S. und PIEPER, H.J. 1998: Untersuchungen über charakteristische Inhaltsstoffe in Destillaten aus Obstmaischen, die als Leitsubstanzen zur sicheren Erkennung von Nachläufen geeignet sind, Deutsche Lebensmittel-Rundschau 94.Jahrgang heft 11: 365-374

SCHOLTEN, G. 2002: Inhaltsstoffe von Obstbränden Destillata Magazin, 3: 26-28

WUCHERPFENNIG, K. und BRETTHAUER, G. 1974: Zusammensetzung von Obstdestillaten in Abhängigkeit vom angewandten Destillationsverfahren, Alkohol-Industrie 1: 7-10

Adressen der Autoren

Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau, Institut für Chemie und Biologie, Wiener Straße 74, A-3400 Klosterneuburg

Ansprechpartner: Walter BRANDES, walter.brandes@weinobst.at

Untersuchungen hinsichtlich der sensorischen Wahrnehmung von Acetaldehyd in Destillaten

Investigations in threshold levels of acetaldehyde in distillates

Bernd Innthaler*, Manfred Gössinger und Emmerich Berghofer

Einleitung

Die Reizschwelle ist jener adäquater Reiz, der einen Unterschied zu der vorhergehenden Probe ohne definierbare Zuordnung vermittelt. Die Erkennungsschwelle ist der Reiz bzw. die Probe, die erstmals einen erkennbaren Unterschied zur Vorprobe vermittelt. Die darauffolgenden Unterschiedsschwellen befinden sich dort, wo ein Unterschied von einer, zur anderen Probe feststellbar ist. Es ist diejenige Konzentration der Probe, die sich gerade feststellbar von der vorhergehenden unterscheidet.
Acetaldehyd ist einer der wichtigsten Vorlaufkomponenten von Edelbränden. Da Acetaldehyd eine negative Komponente in Edelbränden darstellt, sollte möglichst darauf geachtet werden, so viel wie möglich über den Vorlauf zu entfernen. Allerdings wird Acetaldehyd von verschiedenen Personen sehr unterschiedlich wahrgenommen, was bei Verkostungen und Destillatbewertungen ein großes Problem darstellt. Deswegen wäre es ein großer Vorteil, wenn man die Geruchs- und Geschmacksschwellen von Acetaldehyd kennt um das Kosterpanel dementsprechend zu schulen. Sie dienen als Basis für das bei der Destillata verwendete 20-Punkte Verkostungsschema. Wobei die Note 5 für „sehr gut“ steht und 1 für „ungenügend“ in jeweils 4 Kategorien.

Material und Methoden

Es wurde 96% Ethanol mit destilliertem Wasser auf eine Konzentration von 40% Ethanol eingestellt. Anschließend wurde Acetaldehyd in den entsprechenden Konzentrationen hinzugefügt.
Die Unterschiede zwischen den Konzentrationen wurden mit Dreieckstest ausgewertet und so sensorisch getestet, wo sich die Wahrnehmungsschwelle, die Erkennungsschwelle und die Unterschiedsschwellen zwischen den Beurteilungen bei einem 20-Punkte System befinden.

Ergebnisse und Diskussion

Das Ergebnis in reinem 40% Ethanol zeigte, dass die Wahrnehmung von Acetaldehyd keine lineare Funktion ist, sondern sich am besten mit einer polynomischen Funktion beschreiben lässt.

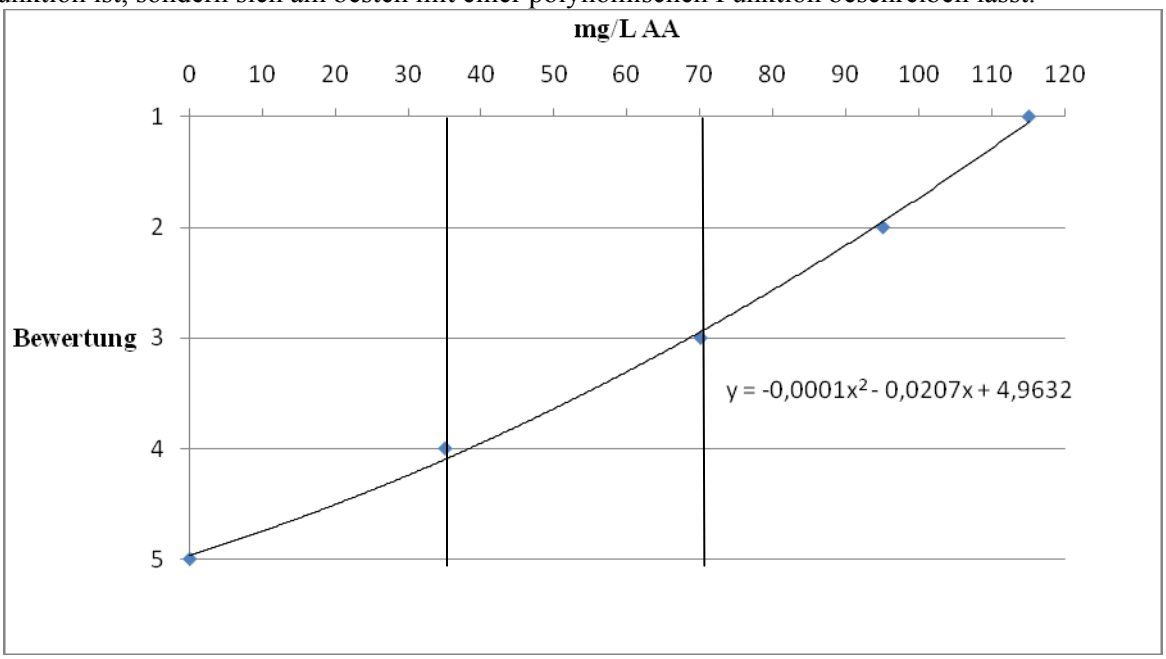


Abbildung 1: **Grafik der Wahrnehmungskurve von Acetaldehyd in reinem 40% Ethanol**.

Mit der Formel y= -0,0001x^2 -0,0207x+4,9632 lässt sich die Wahrnemung von Acetaldehyd gut beschreiben. Die Reizschwelle befindet sich bei 35ppm und die Erkennungsgrenze bei 70mg/L. Die darauffolgenden Unterschiedsschwellen befinden sich jeweils bei 95mg/L und 115mg/L.

Tabelle 1: **Bewertung von 40% Ethanol mit Acetaldehyd versetzt**

Bewertung	mg/L AA	Differenz (mg/L)	
5	0	-	
4	35	35	Reizschwelle
3	70	35	Erkennungsschwelle
2	95	25	Unterschiedsschwelle
1	115	20	Unterschiedsschwelle

Zwischen den Bewertungen 5-3 stellt die Wahrnehmung eine lineare Funktion dar. Ab der Erkennungsschwelle bei 70mg/L werden die Konzentrationsunterschiede zwischen den Unterschiedsschwellen immer geringer. Die Funktion steigt exponentiell an. Das bedeutet, dass Brände, deren Acetaldehydgehalt unterhalb der Erkennungsschwelle liegt, meistens mit der Note 5 oder 4, also „sehr gut“ und „gut“ bewertet werden. Allerdings ist ein schneller Qualitätsunterschied sensorisch merkbar, wenn der Acetaldehydgehalt etwas zu hoch über der Erkennungsschwelle liegt. Die Sättigungsschwelle (kein Unterschied zur Probe merkbar aufgrund von Sättigung der Nervenreizung) wurde nie erreicht und würde dadurch sowieso die Beurteilung „ungenügend“ erhalten.
Allgemein lässt sich das Kosterpanel mit 40% reinem Alkohol und der ausgewerteten Funktion schulen, sodass ein einheitliches Verständnis für die Wahrnehmung von Acetaldehyd gegeben ist. Allerdings wäre es von großem Vorteil, wenn die Einflüsse auf die Wahrnehmung von Acetaldehyd bei jeder Obstart bekannt wären. Beispielsweise könnte das typische Aroma der Williams Birne die Empfindung von Acetaldehyd überlagern, wodurch dieses erst ab einer höheren Konzentration bemerkbar ist und somit die Steigung der Funktion stark beeinflusst wird.

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurden die Wahrnehmungs- und Erkennungsschwellenwerte von Acetaldehyd in 40% Alkohol mit sensorischen Tests bestimmt. Darüber hinaus wurden die Konzentrationsunterschiede bestimmt, die vom Koster noch erkannt werden. Die Reizschwelle, jener Wert der einen Unterschied zum reinen 40 % Ethanol darstellt, wurde bei 35mg/L Acetaldehyd identifiziert. Die Erkennungsschwelle befindet sich bei 70 mg/L und die darauffolgenden Unterschiedsschwellen („genügend“=2 und „nicht genügend“=1) bei 95mg/L und 115 mg/L Acetaldehyd. Um die Wahrnehmung zu beschreiben wurden die Werte in ein Koordinatensystem eingetragen und eine Funktion an die Werte angepasst. Um die Wahrnehmung von Acetaldehyd zu beschreiben dient am besten die polynomische Funktion y= -0,0001x^2 -0,0207x+4,9632.
Da allerdings in reinem 40% Ethanol keine sensorisch beeinflussenden Aromaten vorhanden sind, wird Acetaldehyd bereits ab einer geringen Konzentration wahrgenommen im Vergleich zu Edelbränden, in denen sich möglicherweise sensorisch intensivere Aromaten befinden.

Abstract

In this experiment the sensory detection of acetaldehyde in 40% spirit got analyzed with an organoleptic triangle test. This experiment should help to define the rating of a 20 points distillate tasting (4*5points; “very good”=5, “not adequate”=1), by knowing the barriers of the cognition of acetaldehyde . First the stimulus barrier, between the clean 40% spirit and the 40% spirit with 35mg/L acetaldehyde was detected. Then the next barriers (cognition barrier and the difference barriers) were measured with an organoleptic triangle test as well. The cognition barrier was detected at 70mg/L acetaldehyde and the next difference barriers (“adequate”=2 and “not adequate”= 1) were detected at 95mg/L and 115mg/L acetaldehyde. Afterwards the data were evaluated and the mathematical function used to educate the professional taster for distillates. The result is a polynomial function y= -0,0001x2 -0,0207x+4,9632. But in 40% Ethanol the stimulus barrier is lower in comparison to a distillate where

aromatic properties can affect the sensory detection of acetaldehyde and the stimulus barriers and all following barriers are at a higher concentration level.

Literatur

BELITZ H.-D, GROSCH W, SCHIEBERLE P, 2001: Lehrbuch der Lebensmittelchemie, 5. Auflage, Seite 923
GRÜB H, 2002: Ermitteln von Geschmacks und Geruchsschwellen.
In: Busch-Stockfisch M, Praxishandbuch Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung, Behr Verlag, Hamburg, Kapitel 4, Seite 2

Adressen und Autoren

LFZ für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, Wienerstrasse 74, A-3400 Klosterneuburg
Universität für Bodenkultur Wien, Gregor Mendel Straße 33, A-1180 Wien

* Ansprechpartner: Bernd INNTHALER, innthaler.bernd@gmx.at

The content of copper (Cu^{2+}) ions in wine and their influence on wine aroma

Der Gehalt an Kupfer (Cu^{2+})-Ionen im Wein und deren Einfluss auf Weinaroma

Tatjana Košmerl[1*], Helena Prosen[2], Vojmir Francetič[2], Lea Gašperlin[1] and Denis Rusjan[3]

Introduction

Wine aromas are the most important components contain various classes of compounds such as highly volatile hydrocarbons and terpene alcohols, as well as less volatile alcohols, esters, aldehydes, ketones, acids, ethers, lactones and sulphur-compounds. The aroma compounds depending on the grape variety (PROSEN *et al*. 2007), environment (climate, soil, location) (MIKLÓSY AND KERÉNY 2004), winemaking (fermentation and ageing conditions) (SWIEGERS *et al*. 2005) as well as vine growing practices (SÁNCHEZ-PALOMO *et al*. 2007).

The impact of copper ions on the aroma compounds content of several varietal and cuveé wines (vintages 2007-2009), matured on wine lees, was examined. A solid-phase microextraction (SPME) procedure at two temperatures (10ºC and 50ºC) was used for the sampling of aroma constituents of wine from the headspace. Compounds were determined by GC-MS. Altogether thirty three different aroma compounds were identified and among them the majority was found in significant different contents in all investigated samples. The Cu^{2+} ions influenced mainly on the content of 1-propanol, acetic acid, ethyl lactate, isoamyl acetate, hexanoic acid, hexyl acetate, benzaldehyde, ethyl 2-hexenoate and linalool, and all together seems to be responsible for the differentiation between investigated wines.

Materials and Methods

Samples: All selected wines of different vintages are produced in the same winegrowing area of Štajerska Slovenija by several months of ageing on wine lees. Wines of older vintages 2007 and 2008 were already bottled while the youngest one 2009 were still in tanks or barrique casks.

Cooper ions determination: Before measuring, 20 mL of wines were mineralised at 525±25°C, obtained ashes were dissolved by 10 mL of 10% HNO_3 and diluted up to 25 mL with bidistilled water. Atomic Apsorption Spectrophotometer was used (Varian SpectrAA-300) for determination of cooper ions content. Working standard solutions were prepared from standards produced by Merck.

GC-MS procedure: Volatile aroma compounds were analyzed using a gas chromatograph with mass spectrometric detector. Compounds were identified on the basis of their retention times (comparison with standards) and spectra using the searchable EI-MS spectra library (NIST02). The peak area for quantitation was measured either in TIC chromatogram or in an extracted ion chromatogram in the case of coelution with other compounds.

SPME procedure: SPME fibre with DVB/CAR/PDMS coating (film thickness 50/30 μm, from Supelco) was used for the extraction. 5 mL of wine was measured into a 20-mL headspace vial, crimped and thermostated for 15 min at 10°C and 50°C. An SPME fibre was inserted in the headspace and the compounds were sampled for 35 min. The fibre was subsequently inserted into the injector port of a gas chromatograph and desorbed for 10 min.

Statistical analysis: Statistical analysis was performed using SPSS version 15.0 for Windows, as the evaluation version (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Correlation analysis was carried out to determine the relationships between the main components. The multivariate analysis included principle component analysis (PCA) and linear discriminant analysis (LDA).

Results and Discussion

According to Slovenian and European wine regulation the maximal content allowed of the determined Cu ions in wines is 1 mg/L. The sources of copper in soil-grapevine-grape-wine system are parental material (TILLER 1983), anthropogenic influence through spraying and fertilization (RUSJAN *et al.* 2007) and vinification (RIBÉREAU-GAYON *et al*. 2000). Spraying with Cu fungicide presents in vineyard more than a century tradition which increases the Cu content in plant and grape (ANGELOVA *et al*. 1999). Through grape vinification the different Cu preparation are used against must and

wine oxidation. PROVENZANO *et al*. (2010) affirm that the use of copper formulations in vineyards according to European legislation guidelines should not raise any concern with regards to human health. The copper concentration ranged from 0.04 to 0.17 mg/L for wines of vintage 2009, followed by vintage 2008 with 1.00 mg/L and vintage 2007 with 1.90 mg/L.

Multivariate analysis

Principle component analysis (PCA) and linear discriminant analysis (LDA) were performed to classify the wine samples on the basis of their cooper ions and several aroma compounds. All thirty three aroma compounds were included, which were seen to be above the detection limit in all of the wine samples analysed. PCA was performed to provide a data structure study over a reduced dimension, covering the maximum amount of the information present in the basic data. The ten principal components thus accounted for 99.85%: PC1 31.45% (isoamyl acetate, ethyl acetate, benzaldehyde and hexanoic acid), PC2 24.22% (acetic acid and hexyl acetate), PC3 17.39% (Cu ions), PC4 9.37%, PC5 8.63%, PC6 3.57%, PC7 2.87%, PC8 1.32%, PC9 0.81% and PC10 0.21%) of the variation among the wine samples analysed. Therefore, all parameters were included in the LDA.

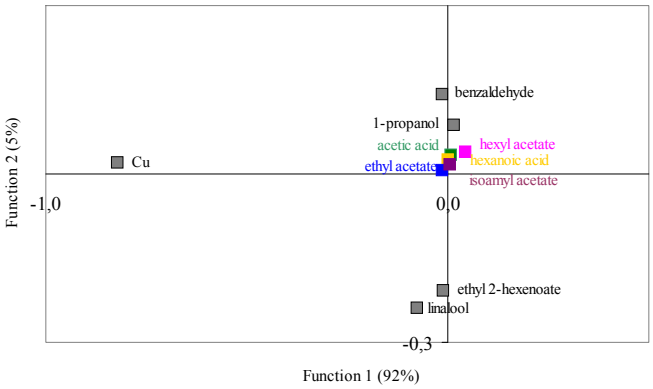


Figure 1: **Projection of the variables in the plane defined by the two standardized canonical discriminant function coefficients**

Using LDA, seven parameters, mentioned above, were selected as the most discriminating variables. The other three parameters (1-propanol, hexyl 2-hexenoate and linalool) also contribute significantly to better separation among the wines. When the LDA was applied to the data (22 samples, 33 variables), two discriminant functions were obtained. Function 1 explains 91.6% (Cu ions) of the total variance, and function 2 explains 5.1% (linalool, ethyl 2-hexenoate and benzaldehyde). The scores of the samples for these two functions are plotted in Figures 1 and 2. As it can be seen, the wine samples are well separated depending on variety and vintage. The classification of the data obtained using LDA shown that all samples were correctly classified. Overall, the accuracy of the placement of each sample into its corresponding group (variety, vintage) was 100%, with no one sample out of 22 was misplaced.

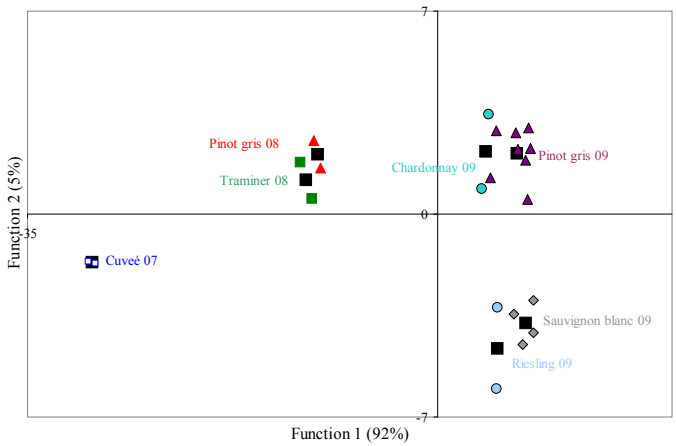


Figure 2: **LDA performed using the scores for properties chosen by PCA from 11 Slovenian wine samples originated from 7 different varieties and 3 vintage years**

Summary

Of note, many researchers investigated minerals, polyphenols, aroma compounds, amino acids etc. in different varieties of wine, and on the basis of the contents of these compounds, they used PCA and LDA to successfully differentiate between their geographical origins. The analysis show that Cu ions and some aroma compounds (1-propanol, acetic acid, ethyl lactate, isoamyl acetate, hexanoic acid, hexyl acetate, benzaldehyde, ethyl 2-hexenoate and linalool) can be used for determination of varieties and vintages of Slovenian wines produced in the same winegrowing region by extended maturation on wine lees.

Abstract

The content of copper ions in wine is a relatively wide range, depending on the use of protective equipment to protect the vines in the vineyard, their content in the grapes, and the use of oenological agents (mainly permitted copper preparations) for the production, especially care of the wine. Copper ions can affect the turbidity of the wine, causing a metallic taste, oxidation catalysts and influence the change of aromatic substances in wine, usually in a negative direction, which ultimately provides the quality of the wine over time.

Literature

ANGELOVA VR, IVANOV AS, BRAIKOV DM, 1999: Heavy metals (Pb, Cu, Zn and Cd) in the system soil-grapevine-grape. J Sci Food Agric 79, 713-721.

MIKLÓSY E, KERÉNY Z, 2004: Comparison of the volatile aroma components in noble rotted grape berries from two different locations of the Tokaj wine district in Hungary. Anal Chim Acta 513, 177-181.

MOINE-LEDOUX V, DUBOURDIEU D, 1999: Interpretation moleculaire deliamelioration de la stabilite proteique des vins blancs au cours de leur elevage sur lies. Revue des Oenologues 86, 11-14.

PROSEN H, JANEŠ L, STRLIČ M, RUSJAN D, KOČAR D, 2007: Analysis of free and bound aroma compounds in grape berries using headspace solid-phase microextraction with GC-MS and a preliminary study of solid-phase extraction with LC-MS. Acta Chim Slov 54, 25-32.

PROVENZANO MR, EL BILALI H, SIMEONE V, BASER N, MONDELLI D, CESARI G, 2010: Copper contents in grapes and wines from a Mediterranean organic vineyard. Food Chem 122, 1338-1343.

RIBÉREAU-GAYON P, DUBOURDIEU D, MAUJEAN A; GLORIES Y, 2000: The handbook of enology: The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments; Wiley, John&Sons, New York: 410 p.

RUSJAN D, STRLIČ M, PUCKO D, KOROŠEC-KORUZA Z, 2007: Copper accumulation regarding the soil characteristics in Sub-Mediterranean vineyards of Slovenia. Geoderma 141, 111-118.

SANCHEZ-PALOMO E, DIAZ-MAROTO MC, GONZALEZ-VINAS MA, SORIANO-PEREZ A, PEREZ-COELLO MS, 2007: Aroma profile of wines from Albillo and Muscat grape varieties at different stages of ripening. Food Control 18, 398-403.

SWIEGERS JH, BARTOWSKY EJ, HENSCHKE PA, PRETORIUS IS, 2005: Yeast and bacterial modulation of wine aroma and flavour. Aust J Grape Wine Res 11, 139-173.

TILLER KG, 1983. Micronutrients, Soils: An Australian View point, Division of Soils, CSIRO. Academic Press, Melbourne, pp. 365-385.

Addresses of Authors

[1] University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology, Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

[2] University of Ljubljana, Faculty of Chemistry and Chemical Technolgy, Aškerčeva cesta 15, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

[3] University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy, Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

[*] Contact: Tatjana KOŠMERL, tatjana.kosmerl@bf.uni-lj.si

Vorkommen von Geosmin in österreichischen Trauben und Weinen

Occurrence of Geosmin in Austrian grapes and wines

Reinhard Eder, Stefan Nauer, Georg Weingart und Walter Brandes

Einleitung

Geosmin (griechisch „ge“ Erde, „osme“ Geruch) ist eine enantiomere Verbindung (Abb. 1), die in Reinform als hellgelbes Öl vorliegt. Der Geruch erinnert an feuchte Erde und wird als muffig, modrig, schimmelig beschrieben, sodass er bei niedrigen Konzentrationen mit dem von Chlorphenolen bzw. Choranisolen verwechselt werden kann. Der Geruchsschwellenwert von Geosmin liegt laut Darriet in Weißweinen bei 60 ng/l und in Rotweinen bei 80 ng/l während Amon und Vandepeer (1989) einen Schwellenwert von 25 ng/l publiziert haben (Darriet et al., 2000).

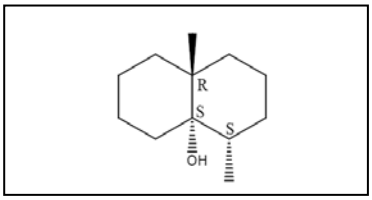


Abbildung 1: **Formel von (-)-Geosmin**
trans-1,10-dimethyl-trans-9-decalol CAS 19700-21-1

In Weinen wurde Geosmin erstmals im Jahr 1989 und in Traubenmosten erstmals im Jahr 2000 (Darriet et al., 2000) nachgewiesen. Das Vorkommen von Geosmin im Wein kann einerseits auf Schimmelpilzinfektionen der Trauben und andererseits auf mikrobiologische Kontaminationen während der Gärung und Weinlagerung zurückgeführt werden. Den Beweis, dass von Trauben isolierte Mikroorganismen (Streptomyces sp. und Penicillium sp.) Geosmin produzieren können, erbrachten Darriet et al. im Jahr 2001. Sie entwickelten eine chirale multidimensionale GC-Methode zur Trennung der beiden Enantiomere. In Wein, Most und Streptomyces- bzw. Penicillium-Kulturen, die von verschimmelten Trauben isoliert wurden, konnte nur (-)-Geosmin gefunden werden.
Dumoulin und Riboulet stellten 2004 erstmals eine Methode zum Nachweis von Geosmin in Wein mittels SPME vor. Geosmin wird von verschiedene Penicillium Species insbesondere aber P.expansum gebildet. Von einigen Experten wird angenommen, dass P. expansum Geosmin nur dann bilden kann, wenn die Trauben vorher mit Botrytis cinerea infiziert wurden. Es wird angenommen, dass für die Bildung von Geosmin in gefaulten Trauben die Art der Botrytis-Infektion wichtiger ist als die Art der Penicillium expansum Infektion. LaGuerche und Darriet (2005) berichten von 8 – 36 µg Geosmin pro kg verschimmelter Trauben während in gesunden Trauben kein Geosmin nachweisbar war. Der größte Teil (94%) wurde auf der Beerenhaut der inneren Beeren, der Rest auf den äußeren Beeren bzw. am Stielgerüst gefunden. Die Entfernung gefaulter Trauben ist für die Weinqualität sehr weicht, da bereits 1-5 % kontaminierte Trauben die ganze Ernte beinträchtigen können. Untersuchungen von weißen Traubensäften ergaben Werte von 17-205 ng/l und von roten Traubensäften von 63-252 ng/l (Darriet et al., 2001). In Weißweinen lagen die Werte zwischen „nicht nachweisbar“ bis 250 ng/l und in Rotweinen bei 4-300 ng/l (Darriet et al., 2000).

Material und Methoden

Chemische Analysen: Für die Analyse wurde die SPME-HS-GC-MS verwendet, die von Weingart et al. (2010) beschrieben wurde. Die Aufkonzentrierung der Analyten erfolgte an einer 100 µm PDMS SPME-Faser (Fa. Supelco) im Kopfraum der mit NaCl versetzten Probe (5 ml Probe und 1,5 g NaCl) mit 60 Minuten Extraktionsdauer. Für die GC-MS Analyse wurde eine Agilent 6890 N GC mit einem MSD HP 5975 und einem CTC Combi PAL Probengeber verwendet. Die quantitative Analyse erfolgte auf einer DB-5MS Trennsäule mit 60 Meter Länge, 0,25 mm Durchmesser und 0,25 µm Filmdicke.

Ergebnisse und Diskussion

Für die quantitative Analyse von Geosmin wurde eine HS-SPME-GC-MS Methode mit dreifacher Standardaddition verwendet. Mit dieser Methode konnte eine Nachweisgrenze von 0,5 ng/l und eine

Bestimmungsgrenze von 2 ng/l Geosmin erreicht werden. Die relative Standardabweichung (RSD) betrug innerhalb eines Tages 5,6 % und zwischen verschiedenen Tagen 12 %. Als Wiederfindungsrate wurde ein Wert von 75 % ermittelt und die Analysenwerte korrigiert.

Traubenproben: Die in den gefaulten Traubenproben gefundenen Geosminwerte sind in Abbildung 2 dargestellt und bewegen sich im Bereich von „nicht nachweisbar“ bis 18 ng/l Most. In den visuell als gesund bewerteten Trauben wurde Geosmingehalte unter 2 ng/l gemessen, lediglich in Trauben der Sorte „Blauer Zweigelt“ wurden Gehalte bis 7 ng/l detektiert.

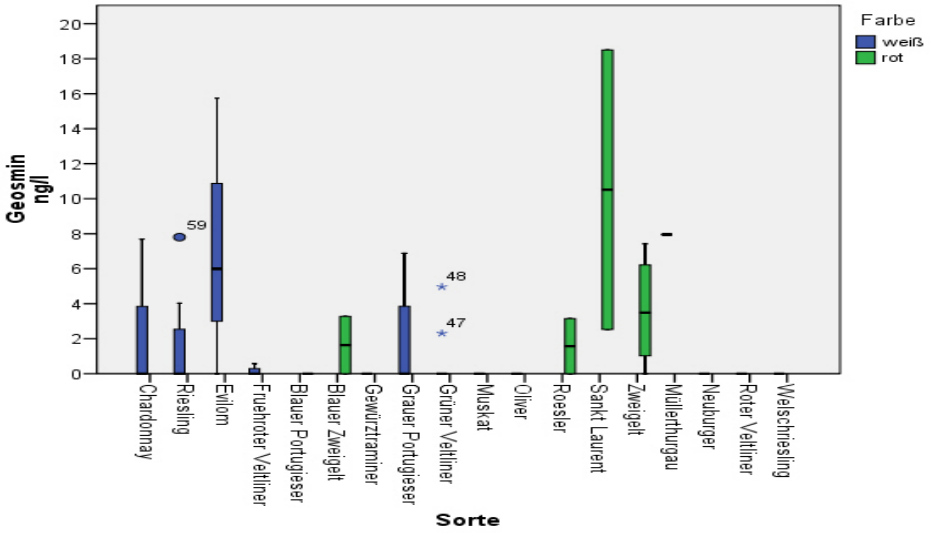


Abbildung 2:. **Gehalte an Geosmin in Mosten aus gefaulten Trauben**

Weinproben: In einer ersten Serie wurden 118 Weinproben untersucht, die bei der amtlichen Weinprüfung wegen Kork- und Schimmelfehlern beanstandet wurden. TCA konnte in 20 Proben identifiziert (<LOQ) und in vier Proben quantifiziert (rd. 3,5 – 14 ng/L) werden. Geosmin wurde in 45 Proben identifiziert (<LOQ) und in 65 weiteren Proben quantifiziert (bis rd. 17 ng/L). Die Ergebnisse zeigen, dass Korkfehler bzw. TCA nur mehr einen kleinen Teil der Beanstandungen ausmachen, das Problem „Schimmel“ den größeren Teil. In einigen beanstandeten Weinproben konnten weder TCA noch Geosmin, dafür aber andere Substanzen nachgewiesen werden. Die Analytik sollte sich daher nicht nur auf TCA und Geosmin beschränken. In einer weiteren Serie wurden 389 Handelsproben untersucht, wobei bei den Weißweinen die höchsten Geosmingehalte in Weinen der Sorten „Chardonnay“ (höchster Wert: 46 ng/l), „Grauburgunder“ und „Frühroter Veltliner“ beziehungsweise bei einem Rotwein der Sorte „Blauburgunder“ (16 ng/l) und einem Sortenverschnitt „Zweigelt-Blaufränkisch“ (35 ng/l) (Abbildung 2) gefunden wurden.

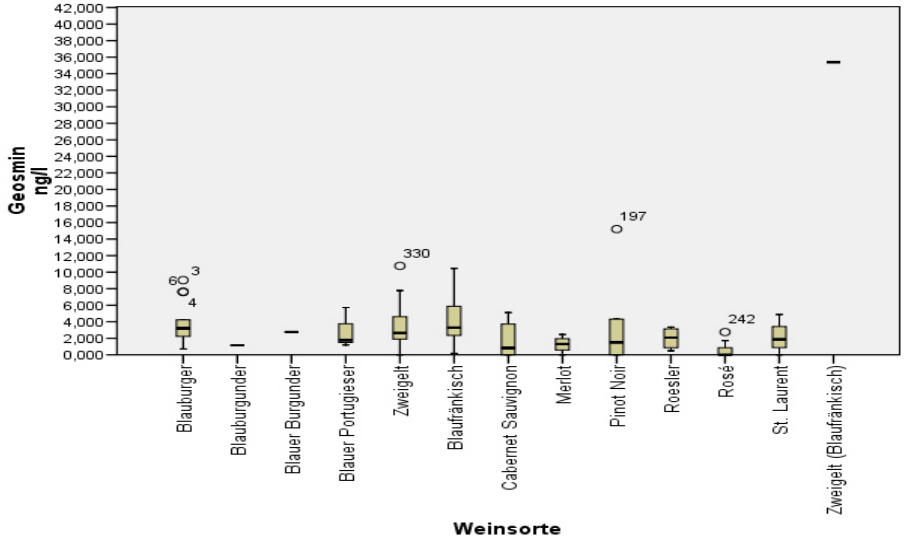


Abbildung 3: **Gehalte an Geosmin in Rotweinen**

Zusammenfassung

Pilzinfektionen von Trauben, Fässern und Korken verursachen verschiedene Weinfehler. Daher wurde eine automatisierbare HS-SPME-GC-MS Methode zum simultanen Nachweis von Korktönen und Schimmeltönen entwickelt und für beide Substanzen jeweils eine Nachweisgrenze von 0,5 ng/L und eine Bestimmungsgrenze von 2 ng/L bestimmt.
In einer ersten Serie wurden 118 Weine untersucht, die bei der amtlichen Weinprüfung als dumpf bzw. muffig beanstandet wurden. Bei diesen Proben war in 20 Weinen 2,4,6-TCA nachweisbar aber nur in 4 quantifizierbar (bis 14 ng/L). Geosmin wurde hingegen in 110 Proben nachgewiesen, und in 65 Weinen quantifiziert (bis zu 17 ng/L). Diese Ergebnisse lassen vermuten, dass Kork weniger oft die Ursache von muffigen Fehltönen ist, als vermutet wird.
In einer zweiten Serie wurden mehr als 69 Traubenproben sowie 389 handelsübliche Weine untersucht. In den Proben aus schimmeligen Trauben wurden Geosmingehalte bis zu 18 ng/l Most detektiert, in visuell als gesund eingestuften Trauben lagen die Gehalte zumeist unter 2 ng/l Most.
Bei der Analyse von 389 Handelsproben wurden die höchsten Werte in einem Wein der Sorte Chardonnay (46 ng/l) bzw. in einem verdorbenen roten Cuvee (35 ng/l) detektiert. In den meisten Weinen waren die Gehalte gering und unter 4 ng/l.

Abstract:

Infection of grapes, wine containers and bottle closures with fungi causes the formation of various off-flavours in wine. Therefore a selective HS-SPME-GC-MS method which can differentiate between TCA and geosmin in a single run, with a LOD of 0.5 and a LOQ of 2 ng/L was developed
In a first series 118 wines, which were judged as mouldy-corky at the official wine tasting, were investigated. TCA was found in 20 and quantified in only four samples (up to 14 ng/L). On the other hand, geosmin was found in 110, in 45 samples it could be identified and in 65 samples quantified (up to 17 ng/L). These results indicate that cork taint is not such a big problem anymore but that rottiness and increased geosmin levels occur more often that expected.
In a second series 69 grape samples have been analysed. In the juice of rotten grape samples a maximum of 18 ng/l has been detected, while in juice from visually healthy grapes the geosmin level was in general below 2 ng/l
Furthermore the geosmin levels of 389 wine samples, which were on the market, were investigated. The highest geosmin levels were found in a Chardonnay wine with 46 ng/l respectively in a red blend with 35 ng/l, while in most wines geosmin was below 4 ng/l.

Literatur

Amon J.M., J.M. Vandepeer, R.F. Simpson 1989. Compounds responsible for cork taint in wine. Australian and New Zealand Wine Industry Journal 4, 62 – 69 in SEFTON und SIMPSON

Darriet P., M. Pons, S. Lamy, D. Dubourdieu 2000. Identification and Quantification of Geosmin, an Earthy Odorant Contaminating Wines. J. Agric. Food Chem. 48: 4835 – 4838

Darriet P., S. Lamy, S. La Guerche, M. Pons, D. Dubourdieu, D. Blancard, P. Steliopoulos, A. Mosandl 2001. Stereodifferentiation of geosmin in wine. Eur. Food Res. Technol. 213 : 122 – 125

Dumoulin M., J.M. Riboulet 2004. Analyse de géosmin dans les vines: apport de la microextraction en phase solide (SPME) couplée à l'analyse par GC-MS. Revue Française d'OEnologie 208: 28 - 30

Eder R., Hütterer, E., Weingart, G und Brandes. W. 2008. Verringerung der Gehalte an 2,4,6-Trichloranisol und Geosmin in Wein mittels Spezialfilterschichten. Mitt. Klosterneuburg 58: 12-16

LaGuerche S., P. Darriet 2005. Déviations organoleptiques des moûts et des vines associées aux pourritures des raisins. Étude particulière de la géosmine. Revue des OEnologues 115: 13 - 16

Picco A.M., M. Rodolfi 2004. Assessments of Indoor Fungi in Selected Wineries of Oltrepo Pavese (Northern Italy) and Sottoceneri (Switzerland). Am. J. Enol.Vitic. 55: 355 – 362

Weingart, G., Schwartz, H., Eder, R. and Sontag, G. (2010). Determination of geosmin and 2,4,6-trichloranisole in red and white Austrian wines by headspace SPME-GC/MS and comparison with sensory analysis. Eur. Food. Res. Technol.: 231: 771-779

Adresse der Autoren

Lehr- und Forschungszentrum für Wein- und Obstbau (Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau), Wiener Strasse 74, A-3400 Klosterneuburg, Reinhard.Eder@weinobst.at

Carnobakterien im Wein - Methoden zur Identifizierung von einem Hefen- und Bakterienisolates an GH140 in der Weinbereitung

Carnobacteria in Wine – Methodes for Identification of a Yeast and Bacterial Isolate GH 140 of Wine Making

Karin Mandl[1], Katharina Mumm[2] und Alexander Prange[2]

Einleitung

Das Bundesamt für Wein- und Obstbau beschäftigt sich unter anderem mit der Entdeckung neuer Hefen zu Vermarktungszwecken. Bereits 1902 gründete Prof. Seifert die Hefereinzuchtstation in Klosterneuburg. In dieser Zeit wurde die Hefe Oenoferm Klosterneuburg selektioniert und ist seit dieser Zeit im Vertrieb. Bis in die 70iger Jahre wurde die Hefe als Flüssigkultur in Klosterneuburg direkt hergestellt und an die Winzer weiter gegeben. Diese Produktionsform verlor erst an Bedeutung, seit es die industriell produzierte Trockenhefe gibt.

Zur Auffindung neuer Weinhefen werden in der Abteilung Biologie regelmäßig verschiedenste Gärproben mit Traubenmaterial aus der Umgebung angesetzt, um die Gärleistung zu beobachten. Proben mit auffallend guten Eigenschaften werden herausselektiert und anhand weiterer Versuche genauer erforscht. Erweist sich eine neu entdeckte Hefe als brauchbar, kann diese möglicherweise auf den Markt gebracht werden.

Im Jahr 2005 zeigte eine Versuchsmischung eine auffällig gute Fermentation. Die Weinprobe stammte aus einem biologischen Weinbaubetrieb, der mit dem Bundesamt für Wein- und Obstbau in Zusammenarbeit steht. Die Probe erhielt die Bezeichnung GH140. Das Besondere dieser Hefe war ein sehr starker Äpfelsäureabbau. Es ist erwiesen, dass sowohl manche Hefen der Art Saccharomyces cerevisiae als auch einige Bakterien-Arten in der Lage sind, Malat (Äpfelsäure) abzubauen (DITTRICH und GROßMANN, 2005). Zunächst wurde angenommen, dass die Hefe dieser Probe besonders gut für einen solchen Abbau geeignet ist. Da sich die Hefe als Reinkultur darstellte, lag die Schlussfolgerung nahe, dass es sich nur um eine Hefe handelt. Erst die Ergebnisse der genetischen Analyse (PCR) zeigten, dass es sich nicht um eine Reinkultur handelte sondern, dass auch Bakterien daran beteiligt sind. Jedoch gelang es vorerst nicht die Bakterien und die Hefen voneinander zu trennen. Mithilfe der PCR konnte gezeigt werden, dass außer den Hefen noch Carnobakterien eine Rolle spielen. Carnobakterien wurden vor dieser Arbeit noch nie aus einem Wein isoliert (KÖNIG et al., 2009). Normalerweise halten sich diese Milchsäurebakterien vor allem in Fleisch- und Fischprodukten auf (HOLT et al., 2000). Die Gattung Carnobacterium wird, jedoch erst seit kurzem, zu den Milchsäurebakterien gezählt. Es sind schmale, grampositive Stäbchen-Bakterien, die einzeln, paarweise oder in kurzen Ketten vorkommen. Carnobakterien sind heterofermentativ und haben ihre optimale Wachstumstemperatur bei 30°C.

Material und Methoden

Das Hefe-Bakterienisolat wurde auf Wallersteinmedium, Fa.Oxoid reinkultiviert. Es zeigte sich, erst bei der ITS PCR und den anschließenden RFLP Schnitten (ESTEVE-ZARZOSO B et al, 1999), dass es sich um mehrere Individuen handelt. Anschließend, da es sich um Bakterien handelte, wurden die Primer Ac1 und Ac3 verwendet (SILHAVY, 2005). Die Gel-Aufreinigung erfolgte mit Hilfe des „Illustra GFX PCR DNA and Gel Band Purification Kits“. Die anschließende Sequenzierung wurde von der Firma Ibl in Wien durchgeführt. Die Sequenzvergleiche erfolgten mit der NCBI und RPD Datenbank. Die folgenden Carnobakterienuntersuchungen wurden nach KABADJOVA P et al., 2002 durchgeführt.

Ergebnisse und Diskussion

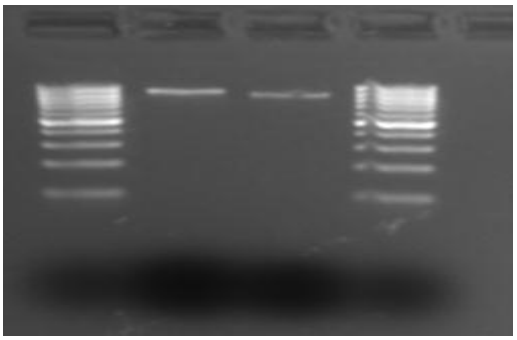
Die Bebrütung der GH140-Ausstriche auf Petrischalen bei Raumtemperatur erzielte die besten Ergebnisse. Es konnten gut sichtbare, einzelne Kolonien von Hefe-Zellen erhalten werden. Der Versuch der Bebrütung bei 28°C oder bei 37°C führte nicht zum gewünschten deutlichen Wachstum von Kolonien.

Es war nicht möglich die Bakterien isoliert auf einem Nährboden (z.B. PC Agar) anzukultivieren. Durch die mikroskopische Untersuchung konnten die Zellen der Hefe des Hefe-/ Bakterien-Isolats sichtbar gemacht werden. Die Bakterien des Gemisches GH140 dagegen waren aus unbekannten Gründen zu keinem Zeitpunkt unter dem Mikroskop zu erkennen.

Für das Ergebnis des Projekts GH140 waren mehrere Sequenzierungen notwendig. Die Hefe konnte mit den Primern ITS1 Hefe und ITS4 (White et al., 1990) identifiziert werden. Für die Bakterien-Identifikation waren mehrere Versuche mit verschiedenen Primerkombinationen erforderlich, da nicht bekannt war, um welche Bakterien es sich handelte. Es war aber nahe liegend, dass es Essigsäure- oder Milchsäurebakterien waren. Da diese häufig im Wein anzutreffen sind, wurden die Primer Ac1 und Ac3 (SILHAVY, 2005) für Essigsäurebakterien ausprobiert.

Die Hefe-Zellen der Probe GH140, gewachsen auf WL Nutrient, gehören der Gattung Saccharomyces an, welches durch die Sequenzierung belegt werden konnte.
Die GH140 Hefe-Sequenz wurde mit der Sequenz des Isolats Saccharomyces cerevisiae ZY9 abgeglichen. Hier entspricht der „max score" dem „total score", der Deckungsgrad (query coverage) wird hier mit 99% beziffert. Der Score-Wert gibt das Verhältnis der identischen zu den nicht identischen Bausteinen der DNA-Probe an.

GH140 Bakterium (mit den Primern Ac1 und Ac3):
Beim Versuch der Bakterien-Identifikation wurden 2 Banden auf dem Agarose-Gel erzielt. Da keine reine Bakterien-Probe zur Verfügung stand, wurden die Essigsäurebakterien-Primer auf die gereinigte, ursprüngliche Probe „GH140" angewendet.
Das folgende Foto zeigt das Ergebnis der PCR, welches durch Elektrophorese im Gel sichtbar ist. Die obere Bande (abgekürzt oB) befindet sich cirka auf Höhe von 950bp, die untere Bande (uB) ungefähr bei 900bp. Die davor geschaltete PCR wurde mit den Primern Ac1 und Ac3 durchgeführt und anschließend auf ein 1,5%iges Agarose-Gel aufgetragen.



Die Eingabe der Sequenz der Probe oB mit Ac1 bzw. Ac3 in die Datenbank NCBI ergab folgendes Resultat. Der Grad der Übereinstimmung mit Carnobacterien sp.-Isolaten betrug 98%. Somit kann festhalten werden, dass die Internet-Datenbanken NCBI und RDP ein Bakterium des Hefen-/ Bakterien-Gemisches GH140 als Carnobacterium identifiziert haben.

Zusammenfassung

In Klosterneuburg werden kontinuierlich Hefeselektionen aus verschiedenen Weinbau-Gebieten durchgeführt. Das Hefeisolat GH140 war wegen des starken Milchsäureabbaus und käsigen Geruchs, wie er zeitweise bei Sauvignon blanc zu finden ist, sehr interessant. Aufgrund dieser beiden Eigenschaften wurde diese Probe genauer untersucht. Zuerst wurde angenommen, dass es sich um eine reine Hefe handelt, da mikroskopisch nur Hefen und keine Bakterien sichtbar waren. Erst bei der ITS-PCR stellte sich heraus, dass es sich um ein Hefen-Bakterien Gemisch handelte. Es war zuerst nicht möglich die Bakterien und Hefen zu trennen. Erst eine Ac1/Ac3-PCR ermöglichte eine Trennung der PCR Produkte mit anschließender Sequenzierung. Der Sequenzabgleich mit den NCBI und RPD Datenbank ergab eine Deckung zu 98% mit Carnobakterien.

Abstract

In Klosterneuburg there are continuously yeast selections from different Austrian regions done. The yeast isolate GH140 was very interesting because of its strong lactic acid degradation and cheesy smell which shows Sauvignon blanc sometimes. These two characteristics where the reason to investigate more time to get more details of this sample. First, it was assumed that this is a pure yeast. In the microscope only yeasts and no bacteria were seen. The ITS-PCR showed that it was a yeast-bacteria mixture. First it was very difficult to separate the bacteria from the yeasts. Only an Ac1/Ac3 PCR enabled a separation of the PCR products, followed by sequencing. The sequence alignment with the NCBI database and RPD showed with Carnobacteria a coverage of 98%.

Literatur

DITTRICH HH und GROßMANN M, 2005: Handbuch der Lebensmitteltechnologie: Mikrobiologie des Weines, 3. Aufl. Eugen Ulmer, Stuttgart.

ESTEVE-ZARZOSO B, BELLOCH C, URUBURU F und QUEROL A, 1999: Identification of yeasts by RFLP analysis of the 5.8S rRNA gene and the two ribosomal internal transcribed spacers. International Journal of Systematic Bacteriology 49, 329-337.

HERMANNS J und MOECKEL G, 2002: Text- und sequenzbasierte Datenbankabfragen in der Bioinformatik. (Kapitel 17) In Gentechnische Methoden: eine Sammlung von Arbeitsanleitungen für das molekularbiologische Labor, G. Schrimpf (Hrsg.)., 3. Aufl. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg; Berlin, S. 387-410. (ISBN: 3-8274-1103-3).

HOLT JG, KRIEG N R, SNEATH PHA, STALEY JT und WILLIAMS ST, 2000: Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, 9. Aufl. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, PA.

KABADJOVA P, DOUSSET X, LE CAM V and PREVOST H, 2002 : Differentiation of closlely related Carnobacterium Food Isolates Based on 16S-23S Ribosomal DNA Intergenic Spacer Region Polymorphism, Applied and Environmental Microbiology, p.5358-5366

KÖNIG H, UNDEN G und FRÖHLICH J, 2009: Biology of Microorganisms on Grapes, in Must and in Wine, Springer 2009, S.6

MUMM K, 2009: Carnobakterien im Wein - Methoden zur Identifizierung von einem Hefen- und Bakterienisolates an GH140 in der Weinbereitung, Diplomarbeit, Hochschule Niederrhein, Fachbereich Oectotrophologie, Deutschland

SILHAVY K 2005: Identifizierung relevanter Essigsäurebakterien im Wein. Diplomarbeit, Bundesamt für Wein- und Obstbau, Klosterneuburg, Österreich.

WHITE TJ, BRUNS T, LEE S, TAYLOR J, 1990: Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics, PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications, Academic Press, p. 315-322

Adressen der Autoren

[1] LFZ für Wein- und Obstbau, Wienerstraße 74, A- 3400 Klosterneuburg
[2] Hochschule Niederrhein, Abteilung Mönchengladbach, Reinarzstraße 49 , D- 47805 Krefeld

Ansprechpartnerin: Dr. Karin MANDL, Karin.Mandl@weinobst.at

Extreme Weinjahre seit dem 16. Jahrhundert und ihre Beziehung zum Klima

Extreme vine years from the 16th century onwards and their relation to climate

Elisabeth Koch*; Christian Maurer; Christa Hammerl; Teresa Hammerl
und Elfriede Pokorny

Einleitung

Im Weinbau spielt das Klima eine ausschlaggebende Rolle. Nicht nur aber vor allem in Grenzregionen des wirtschaftlich betriebenen Weinbaus wird der Einfluss des Klimas auf phänologische und para-phänologische Ereignisse der Weinrebe und auf die Qualität, Quantität des Weins sowie in weiterer Folge auf den Weinpreis deutlich sichtbar. Die Erkennung und Quantifizierung von Wetter / Klima Extrema der Vergangenheit sind für die korrekte Bewertung und Einordnung von aktuellen Extrema wichtig, vor allem und im Besonderen im Kontext des Klimawandels. Hier werden extreme Wein-Jahre durch eine Synopsis von para-phänologischen Daten (Termin der Weinlese, in weiterer Folge GHD genannt), Temperaturrekonstruktionen und -messungen und Beschreibungen aus historischen Quellen wie Tagebücher, Schreibkalender, Annalen, Chroniken, etc. bis ins 16. Jahrhundert zurück verfolgt (Maurer et al, 2009 und 2011). Wir ziehen GHD der Regionen Burgund, Schweizer Plateau und Wien / Klosterneuburg / Retz, Temperaturrekonstruktionen mit Hilfe von historischen Quellen (Dobrovolny et al., 2010) und ab der 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts die entsprechenden Lufttemperaturmessdaten (Böhm et al., 2010) dieser Regionen heran, um den räumlichen Vergleich von Wein/Temperatur-Extrema anzustellen.

Material und Methoden

Es mussten verschiedene Quellen durchforstet werden, um „Weinzeitreihen" für Wien und Umgebung, die einige Jahrhunderte überdecken, zusammenstellen zu können. Vom Stiftsarchiv Klosterneuburg wurden folgende Quellen bearbeitet: Handschrift 121: *Gedenck Buch und Wein Chronieck; d*aneben wurde auch Handschrift 102, Handschrift 122/1, Handschrift 122/2, Handschrift D73, Box 221 studiert. Für die sogenannte moderne Periode standen die Beobachtungsdaten des Lehr- und Forschungszentrums für Wein- und Obstbau (Sommer, 2008 und Schmuckenschlager) zur Verfügung. Als Defizit der alten Quellen muss die fehlende Angabe der Weinsorten und auch der Rieden genannt werden. Für Wien wurde die Sekundärquelle Pribram et al., 1938 benutzt, die für uns relevante Daten des Wiener Bürgerspitals von 1523 bis 1789 beinhaltet. Vom Retzer Stadtarchiv wurden herangezogen: Victor Apeldauer – Chronik – Gedenkbuch der Stadt Retz, 1896, Rudolf Resch: Retzer Heimatbuch. 2.Bd., Chronik von Philipp Schweineker, Chroniken von Leopold Resler, Georg Anger und das Gedenkbuch von Johann und Maria Rausch und als Hauptquelle die Bürgerspitalamtsrechnungen, die ab 1510 vorliegen (Abbildung 1). Die Burgunder GHD stammen von Chuine et al. (2004), die Schweizer GHD von Meier at al. (2007).

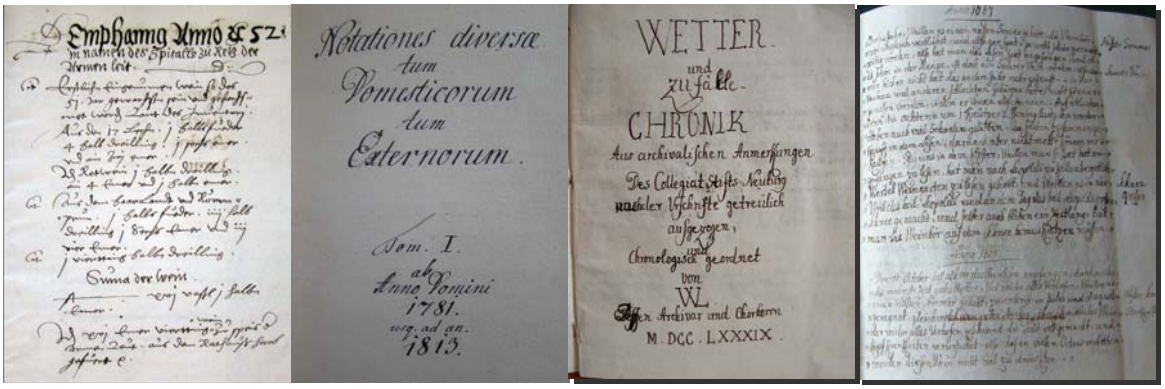


Abbildung 1: **Beispiele historischer Quellen: rechts Rechnung des Retzer Bürgerspitals für das Jahr 1552 (Stadtarchiv StARetz, Buergerspitalrechnungen 1552), Mitte HS 122, rechts und ganz rechts HS 221 Stiftsarchiv Klosterneuburg**

HISTALP (Böhm et al., 2010) lieferte die monatlichen Temperaturmessdaten von Wien Hohe Warte, Genf-Cointrin und Basel-Binningen ab 1775 und von Straßburg (zwar nicht in Burgund aber die nächstgelegene Messstelle mit langer Temperaturreihe) ab 1801. Für die sogenannte vorinstrumentelle Periode bildete die zentraleuropäische Temperaturrekonstruktion CEuT von Dobrovolný et al. (2010) in Form von AMJJ-Mitteltemperaturen die Basis.
Als „extrem" wurde ein Ereignis definiert, das jenseits der 2 fachen Standardabweichung σ Grenzwertes bezogen auf die Referenzperioden 1523 bis 1774 „vorinstrumentell", 1775 bis 1959 „historisch instrumentell" und 1960 bis 2007 „modern instrumentell" bezeichnet, gelegen ist und dieses Kriterium von mindestens 2 von vier Parametern erfüllt wird (Maurer et al., 2011).

Ergebnisse und Diskussion

Die Tabelle 1 und Tabelle 2 zeigen die extremen Jahre, welche die oben angeführten Kriterien erfüllen. In allen drei Regionen war in den Jahren 1718, 1811, 1822 und 2003, 2006, 2007 (hier fehlen die GHD vom Schweizer Plateau) die Weinlese besonders früh bzw. lag das Temperaturmittel der Monate April bis Juli jenseits der 2 σ Grenze, und nur 1542 in Burgund, Schweizer Plateau und Region Wien extrem spät. Die größten Verspätungen der Weinlesetermine bewegen sich um +3 σ, während die Verfrühungen bis zu mehr als -5 σ erreichen.
In den 500 Jahren findet sich eine Anhäufung von kalten Mai- bis Julitemperaturen, welche mit den Weinleseterminen hoch signifikant korreliert sind (Maurer et al, 2009) zwischen 1816 und 1837, keine Temperaturextreme (entsprechend der Definition) treten zwischen 1866 und 1944 auf.

Tabelle 1**: Extrema der vorinstrumentellen Periode. Angegeben ist das Vielfache von σ, grau unterlegt sind extrem späte Weinlese-daten bzw. kalte April bis Juli Temperaturen**

	Harv. Buerg.-Vie.	Harv. Swiss	Harv. Burg.	CEuT-AMJJ
1536			-2.3	2.7
1540	-2.4	-3.5		3.9
1542	2.2	2.8	2.2	
1559		-2.1	-2.8	
1571	-2.6	-2.2		
1590		-2.5	-2.2	
1599	-2.4	-2.4		
1603		-2.1		2.0
1611		-2.4		2.2
1616	-2.5	-3.2		2.7
1624		-2.2		2.0
1636		-2.1	-2.7	
1637		-2.4	-2.9	2.3
1638		-2.8	-2.3	2.7
1645			-2.1	2.3
1653	-2.1		-2.1	
1666	-2.1		-2.2	2.9
1675	2.9	2.7		
1684			-2.7	2.2
1718	-2.4	-3.4	-2.7	2.0
1719		-2.6	-2.6	

Tabelle 2: **Extrema der historischen und modernen instrumentellen Periode. Angegeben ist das Vielfache von σ, grau unterlegt sind extrem späte Weinlesedaten bzw. kalte April bis Juli Temperaturen.**
/ bedeutet keine Daten verfügbar

	Harv. Vie.	Harv. Klo.	Harv. Swiss	Harv. Burg.	T-AMJJ, Vie.	T-AMJJ, Basel&Geneva	T-AMJJ, Stras.
1794	/	-2.4			2.8	2.7	/
1811	/	-2.7			3.0	2.1	2.6
1816	/		3.1	2.9		-2.2	-2.1
1821	/	2.1	2.2				
1822	/	-2.7	-3.1	-3.2		2.1	2.2
1837	/				-2.3		-2.2
1865	/		-3.2	-2.2		2.6	3.0
1945	/	/	-2.6			2.7	2.4
1947	/	/				2.9	2.9
1980	2.6	2.9				-2.1	
2000	/				2.1	2.0	
2003	/	-2.2	-3.8	-4.7	2.5	4.0	3.7
2005	/					2.2	2.4
2006	/		-2.5		2.1	2.8	3.1
2007	/	-2.2	/	-5.3	2.8	2.8	3.2

Zusammenfassung/ Abstract

We found extreme years on a greater regional (Lower Austria) and on an interregional (Austria, Switzerland and north-eastern France) scale. In *1542*, *1718*, *1822* and *2003* extreme phenological events occurred at all three vine-growing sites, but outstanding temperature conditions for Central Europe or in all the corresponding towns (Vienna, Basel&Geneva and Strasbourg) together with extreme GHD can be confirmed only for *1718* and *2003*. The harvest was remarkably advanced on all three locations (Vienna/Klosterneuburg, Burgundy and Swiss Plateau Region), although there is quite a big geographical distance between the Swiss Plateau Region and Burgundy on the one hand and Vienna/Klosterneuburg on the other. The correlation coefficients between e.g. Vienna-Buergerspital and Burgundy (r = 0.46), Vienna-Buergerspital and the Swiss Plateau Region (r = 0.65) and Burgundy and the Swiss Plateau Region (r = 0.79, p = 0.01 in all three cases) confirm that this analogy is not a coincidence. However, bearing the geographical locations in mind, one will understand that the data of Burgundy and the Swiss Plateau Region show the highest correlation, whereas the Vienna and Burgundy data reveal the lowest correlation. The highly significant correlation of GHD all over Central and Western Europe is referred to by Le Roy Ladurie (1977) and Rutishauser et al. (2007). Le Roy Ladurie (1977) attributes this to a large-scale effect of temperature regimes.

Looking at extremes defined as values greater than the two-sigma threshold, one finds remarkable results at the turn of the 20th to the 21th century, the "modern" period. All temperature extremes are positive with regard to the period mean 1775-1879/1801-1905 and all extreme years – with the exception of one - selected according to the criteria occur after 1999. The year of 2003 features extreme values: never before had Burgundy (42.8 days advance with regard to the 1775-1879 period) and the Swiss Plateau Region (35.3 days advance with regard to the 1775-1879 period) experienced such an early harvest date. All three available phenological data and all three considered mean temperatures showed extreme values. The 2007 year, the last year in Table 3, exhibits three positive temperature extremes and a remarkable negative grape harvest extreme in Burgundy of nearly 50 days (corresponds to 5.3 σ).
Outstanding results are that three out of only six years with negative temperature extremes and/or positive grape harvest extremes cluster in the period *1816* to *1837*. Besides, not a single extreme negative AMJJ temperature in the CEuT-series from 1523 until 1774 and not a single negative or positive extreme AMJJ temperature at Vienna-Hohe Warte can be found between 1874 and 1983. Also the phenological and temperature extremes themselves have the same sign (+/-) during one considered year and the opposite sign with respect to each other.

Danksagung

Das Projekt BACCHUS wurde vom BMWF und von der ZAMG finanziert, wofür wir uns bedanken.

Literatur

Böhm R, Jones PD, Hiebl J, Frank D, Brunetti M, Maugeri M. (2010): The early instrumental warm-bias: a solution for long central European temperature series 1760-2007. *Climatic Change* 101: 41-67
Chuine, I., P. Yiou, N. Viovy et al. (2004): Historical phenology: Grape ripening as a climate indicator, *Nature*, *432*, 289-290.
Dobrovolný P, Moberg A, Brázdil R, Pfister C, Glaser R, Wilson R, van Engelen A, Limanòwka D, Kiss A, Halícková M, Macková J, Riemann D, Luterbacher J, Böhm R. (2010): Monthly, seasonal and annual temperature reconstructions for Central Europe derived from documentary evidence and instrumental records since AD 1500. *Climatic Change* 101: 69-107
Le Roy Ladurie E (1977): Die Geschichte von Sonnenschein und Regenwetter. In Honegger C, Bloch M (eds) *Schrift und Materie der Geschichte - Vorschläge zur systematischen Aneignung historischer Prozesse*. Frankfurt a M, pp. 220-240.
Maurer C, Koch E, Hammerl C, Hammerl T, and Pokorny E. (2009): Klosterneuburg Wine and Climate Change in Lower Austria (BACCHUS) temperature reconstruction for the period 16th to 18th centuries from Viennese and Klosterneuburg grape harvest dates,
J. Geophys. Res., Vol. 114, D22106, doi:10.1029/2009JD011730
Maurer, C. Hammerl, E. Koch, T. Hammerl, E. Pokorny (2011): Extreme grape harvest data of Austria, Switzerland and France from A.D. 1523 to 2007 compared to corresponding instrumental/reconstructed temperature data and various documentary sources. *Theor Appl Climatol*, DOI 10.1007/s00704-011-0410-3
Meier, N., T. Ruthishauser, C. Pfister, H. Wanner, and J. Luterbacher (2007), Grape harvest dates as a proxy for Swiss April to August temperature reconstruction back to A. D. 1480, *Geophys. Res. Lett.*, *34*, L20705, DOI: 10.1029/2007GL031381.
Mitteilungen Klosterneuburg 1962-2000.
Pribram, A. F. (1938), Materialien zur Geschichte der Preise und Löhne in Österreich I, unter Mitarbeit von Rudolf Geyer und Franz Koran.
Schmuckenschlager, B., Lesedaten Agneshof Klosterneuburg (Manuskript).
Rutishauser T, Luterbacher J, Jeanneret F, Pfister C, Wanner H (2007) A phenology-based reconstruction of interannual changes in past spring seasons. J Geophys Res 112:G04016. doi:10.1029/2006JG000382.
Sommer, M. (2008), Zusammenfassung der Analysenkenndaten von authentischen Weinen verschiedener Jahrgänge und deren weinbaulich-klimatische Interpretation, Diplomarbeit aus den Fachgegenständen Chemie der Früchte und Fruchtprodukte, Mathematik, Lehr- und Forschungszentrum für Wein- und Obstbau, Klosterneuburg.

Adresse der Autoren

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Hohe Warte 38, 1190 Wien

* Ansprechparterin: Dr. Elisabeth KOCH, E-mail: elisabeth.koch@zamg.ac.at

Holzkrankheiten der Rebe: Symptome, Biologie, Physiologie und mögliche Bekämpfungsansätze

Trunk diseases of the grapevine: symptoms, biology, physiology and possible control strategies

Wolfgang Schweigkofler

Einleitung

Rebkrankheiten, deren verursachende Pathogene das Innere des Holzkörpers besiedeln, gewinnen zunehmend an Bedeutung und verursachen gravierende wirtschaftliche Schäden in zahlreichen Weinbaugebieten. Beispiele sind Esca, Eutypa und verschiedene Phytoplasma-Krankheiten. Im Unterschied zu oberflächen-besiedelnden Pilzen (wie z.B. den Verursachern von Echtem und Falschem Mehltau und Graufäule) gibt es keine effizienten, direkten Bekämpfungsmöglichkeiten. Untersuchungen zur Physiologie der Wechselwirkung Rebe/Pathogen, sowie zu den Verbreitungsstrategien der Pathogene sind daher notwendig, um den wirtschaftlichen Schaden zu begrenzen.

Kennzeichen und Symptome

Typische Kennzeichen von Holzkrankheiten sind folgende: die Infektion erfolgt häufig über Vektoren oder offene oberirdische Wunden, z.T. auch die Wurzel; das Wachstum der Pathogene erfolgt (teil-) systemisch im Holzkörper (z.T. auch extern); die Pathogene zeigen häufig eine lange endophytische, latente Phase vor dem Ausbruch von Symptomen; die Symptomausprägung kann innerhalb des Jahres, aber auch zwischen den Jahren unterschiedlich sein, abhängig z.T. von Wetterverlauf, wobei manchmal auch vorübergehende (Remission) oder definitive (Recovery) Spontanheilung auftreten kann. Holzkrankheiten treten bevorzugt in wärmeren Weinbaugebieten auf, wo für Vektoren und Pathogene optimale Wachstumsbedingungen herrschen. Abwehrmechanismen der Pflanze werden induziert: Thyllenbildung, Blockierung von Leitbahnen, enzymatische Reaktionen, in der Folge wird die Regulierung des Wasserhaushaltes gestört und es kommt zu Symptomen von Trockenstress. Durch die Produktion von Toxinen, bzw. Veränderungen des Phytohormonhaushaltes, üben die Pathogene teilweise eine Wirkung auf entfernte Pflanzengewebe aus ohne diese zu besiedeln. Zu den typischen Symptomen zählen auch Holzabbau (Weißfäule) oder ungleichmäßige Verholzung, welche (z.T. verstärkt durch Winterschäden) zum Absterben der Reben führen kann.

Die wichtigsten Holzkrankheiten der Rebe und ihre Verursacher sind in Tabelle 1 aufgelistet.

Tabelle 1: **wichtigste Krankheiten des Rebholzes**

Krankheit	**Pathogen**	**Verbreitung**	**Übertragung**
Esca	verschiedene Pilze: Asco-, Basidiomyceten	weltweit	Sporen
Petri disease	verschiedene Pilze: Ascomyceten	weltweit	Sporen, z.T. Pfropfung
Eutypa	Ascomycet *Eutypa lata*	weltweit	Sporen
Verticillium-Welke	Ascomycet *Verticillium dahliae*	weltweit	Sporen
Hallimasch	Basidiomycet *Armillaria mellea*	weltweit	Sporen, Wurzelverwachsungen
Schwarzholz (BN)	Phytoplasma 16SrXII (Stolbur)	Europa	Vektor *H. obsoletus*
Flavescensce dorée (FD)	Phytoplasma 16SrV (elm yellow)	Europa	Vektor *S. scaphoideus*
Pierce`s disease (PD)	Gram- Bakterium *Xylella fastidiosa*	Kalifornien, Südliche USA	mehrere Zikadenarten
Virosen	verschiedene Viren (Blattroll-, Fleck-,Fanleaf-…)	weltweit	Propfung, z.T. Nematoden

Rebsortenanfälligkeit

Rebsorten reagieren unterschiedlich stark auf Befall mit Holzpathogenen. Die Anfälligkeit der wichtigen Südtiroler Rebsorten gegenüber Schwarzholz, Esca und Eutypa ist in Tabelle 2 dargestellt. Die molekularen Ursachen dafür sind weitgehend unbekannt. Eine mögliche Erklärung der relativ geringen Anfälligkeit von Merlot gegenüber Eutypa ist der enzymatische Abbau von Mycotoxinen, welcher bei anderen Sorten nur in geringerem Ausmaß erfolgt.

Tabelle 2: **Anfälligkeit wichtiger Rebsorten gegenüber den wesentlichen Holzkrankheiten (soweit bekannt; die Einschätzung erfolgt aufgrund eigener Beobachtungen bzw. Literaturangaben)**

Rebsorte	Schwarzholz	Esca	Eutypa
Chardonnay	+++	+	+
Gewürztraminer	+	+++	+++
Grüner Veltliner	++		
Müller-Thurgau	+/-	+++	
Riesling	+++		+
Sauvignon blanc	+	+++	+++
Blauburgunder	++	+	
Cabernet Sauvignon	-	++	+++
Lagrein	++	+	+
Merlot	-	-	+
Vernatsch	-	+++	
Zweigelt	+++		

Die nachhaltige Bekämpfung von Rebholzkrankheiten erfordert genaue Kenntnisse der Epidemiologie und Biologie der Erreger und der physiologischen Reaktionen der Pflanze auf den Befall.
In den vergangenen Jahren untersuchten wir diese komplexen Zusammenhänge am Beispiel der Schwarzholz-Krankheit: u.a. die Biologie und Populationsdichte des Vektors *Hyalesthes obsoletus*, das möglichen Vorkommen von alternativen Vektoren (KURZ et al. 2010) und die Rolle von alternativen Wirtspflanzen als Phytoplasmen-Reservoir (BERGER et al. 2009) sowie Änderungen des Nährstoffgehalts von befallenen Blättern (die z.B. einen deutlich reduzierten Calcium-Gehalt aufweisen) (SCHWEIGKOFLER et al. 2008).

Bekämpfungsstrategien

Die Bekämpfung von Phytoplasma-Krankheiten ist komplex. Generell bieten sich verschiedene Strategien an: 1) Direkte Bekämpfung der Phytoplasmen z.B. durch Antibiotika (nur im Labormaßstab durchführbar), Heißwasserbehandlung von Pflanzmaterial, Rückschnitt und gegebenenfalls Rodung und zukünftig vielleicht auch bio-aktiven Substanzen welche Resistenz induzieren, 2) Unterdrückung der Symptome durch bio-aktive Substanzen (Phytohormone?), 3) Bekämpfung der Vektoren, entweder direkt (chemisch, mechanisch oder biologisch) oder indirekt (Management des Unterwuchses). Außerdem können agronomische Verfahren den Anstich der Vektoren verringern, z.B. Wahl des Anbauverfahrens, Entfernen von bodennahen Ruten, Verwenden von Pflanzröhren und vielleicht auch chemische Abschreckung (z.B. Behandlung mit Kaolin) sowie als langfristige Strategie der Anbau einer wenig anfälligen Rebsorte.
Die zweite wichtige Holzkrankheit der Rebe in Südtirol ist Esca. Auch in diesem Falle ist keine befriedigende chemische Bekämpfung der verursachenden Pilze möglich. Labortests am VZ Laimburg zeigten zwar, dass einige im Weinbau zugelassene Fungizide eine Wirkung auf Esca-Pilze zeigen, eine schon erfolgte Infektion im Freiland kann aber damit nicht mehr aufgehalten werden (PLATZER und SCHWEIGKOFLER 2009). Zweckmäßige Verfahren zur Eindämmung von Esca liegen daher in präventiven Hygienemaßnahmen, um Infektionen zu verringern. Wesentlich ist die Vermeidung von großen Schnittwunden und Verletzungen, bzw. eine wundarme Stammerziehung. Der Rebschnitt sollte bei trockener Witterung im Spätwinter erfolgen, und größere Wunden sollten mit einem Baumwachs versiegelt werden. Kranke Reben sollten bis auf das gesunde Holz zurück geschnitten werden und das abgestorbene Holz aus der Anlage entfernt werden. Um Stammwunden zu vermeiden sollten mechanische Unterstockgeräte, wie z.B. der Fadenmulcher, sehr vorsichtig eingesetzt werden und in Junganlagen Pflanzröhren verwendet werden. Schwachwachsende, wenig gedüngte Reben sind generell weniger gegen Pilze anfällig. Bei Neupflanzungen sollte natürlich nur gesundes Pflanzgut verwendet wer-

den, allerdings zeigen Esca-Pilze häufig eine längere latente Wachstumsphase, sodass ihre Präsenz in Jungreben nur mit relativ aufwändigen PCR-Tests nachweisbar ist. Die Verwendung von Holzpfählen als Stützgerüst sollte vermieden werde, da Esca-Pilze auch auf Totholz wachsen können.

Zusammenfassung

Holzkrankheiten der Rebe werden von einer Gruppe von Pathogenen verursacht (Pilzen, Bakterien, Viren), welche sich in ihrer Biologie und Verbreitungsstrategien stark unterscheiden. Die induzierten Symptome umfassen u.a. verringerte Assimilationsleistung der Blätter, Welke, schlechte Verholzung, schlechtes Ausreifen der Trauben, Trockenstress bis hin zum Absterben der Pflanze. Häufig tritt eine längere Inkubationszeit zwischen Infektion und Symptomausbruch, sowie ein von Jahr zu Jahr unterschiedlicher Symptomverlauf auf. Die Bekämpfung der Holzkrankheiten ist komplex and muss auf das jeweilige Pathogen abgestimmt werden. Eine direkte chemische Bekämpfung ist meist nicht zielführend, da die Pathogene gut geschützt im Holzkern wachsen. Neben hygienischen Maßnahmen zur Reduzierung des Inokulums wie dem Entfernen von befallenem Holz aus der Anlage und dem Verwenden von gesundem Pflanzmaterial sind z.T. auch die Bekämpfung der Vektoren bzw. Unterwuchsmanagement notwendig. Verschiedene Faktoren (wie Klimaerwärmung und das Eintreffen von neuen invasiven Vektoren) lassen vermuten, dass die Bedeutung von Holzkrankheiten im Weinbau künftig noch steigen wird.

Abstract

Trunk diseases of the grapevine are caused by a group of pathogens (fungi, bacteria, viruses) with very different life cycles and dispersal strategies. Symptoms include, but are not limited to, decreased assimilation of the leaves, wilting, uneven lignification, shriveling of the grapes, desiccation and even death of the plant. An elongated incubation time between infection and appearance of symptoms is typical, as well as annual differences of the expression of symptoms. The control of trunk diseases is difficult and has to be optimized for every pathogen. The use of pesticides rarely leads to positive results because the pathogens grow well protected in the wooden parts of the vine. Hygienic measures, like removing infested wood from the field and the use of healthy planting material have to be combined with the control of vectors and management of the understory. Several factors (like climate change and spreading of new invasive vectors) might further increase the importance of trunk diseases of the grapevine in the future.

Literatur

BERGER J, SCHWEIGKOFLER W, KERSCHBAMER C, ROSCHATT C, DALLA VIA J, BARIC S, 2009: Occurrence of Stolbur phytoplasma in the vector *Hyalesthes obsoletus*, herbaceous host plants and grapevine in South Tyrol (Northern Italy). Vitis 48, 185-192.

KUNZ G, ROSCHATT C, SCHWEIGKOFLER W, 2010: Biodiversity of planthoppers (Auchenorrhyncha) in vineyards infected by the Bois noir phytoplsam. Gredleriana 10: 89-108.

PLATZER V, SCHWEIGKOFLER W, 2009: In vitro-Wirkung von Fungiziden auf *Fomitiporia mediterranea* und *Phaeomoniella chlamydospora*, die Erreger der Esca-Krankheit der Rebe. Mitteilungen Klosterneuburg 59: 74-83.

SCHWEIGKOFLER W, CASSAR A, STIMPFL E, 2008: Reduced levels of calcium and other mineral elements in grapevine leaves affected by Bois noir (BN). Mitteilungen Klosterneuburg 4, 117-122.

Adresse des Autors

Land- und Forstwirtschaftliches Versuchszentrum Laimburg, Sektion Pflanzenschutz, I-39040 Auer.

Ansprechpartner: Dr. Wolfgang SCHWEIGKOFLER, wolfgang.schweigkofler@provinz.bz.it

Detektion von Milchsäurebakterien im Wein mittels mikro- und molekularbiologischer Methoden

Detection of lactic acid bacteria in wine using micro- and molecularbiolgical methods

Sigrid Mayrhofer*, Dobroslava Lehner, Markus Walzer, Raphaela Filipp,
Wolfgang Kneifel und Konrad J. Domig

Einleitung

Milchsäurebakterien kommen in vielen Getränken sowie anderen Lebensmitteln vor. Dabei kann durch den Stoffwechsel der Milchsäurebakterien das Lebensmittel wesentlich verändert werden. Dies wird auch bei der Weinbereitung genutzt, bei der Milchsäurebakterien für den Abbau der stechender schmeckenden Äpfelsäure in die mildere Milchsäure verantwortlich sind (biologischer Säureabbau, malolaktische Gärung). Die bewirkte „Entsäuerung" hat dabei einen großen Einfluss auf die Qualität und Stabilität des Weines. Neben der Äpfelsäure können Milchsäurebakterien aber auch andere Inhaltsstoffe des Weines nutzen. Dadurch können sie in manchen Fällen durch ihre metabolische Tätigkeit zur Minderung der Weinqualität führen (Dittrich und Großmann, 2005; Hornsey, 2007).
Bislang wurden die meisten an der Weinfermentation beteiligten Mikroorganismen mit traditionellen, mikrobiologischen Methoden basierend auf verschiedenen Kultivierungsschritten identifiziert. Neue Studien aus verschiedensten Bereichen der mikrobiellen Ökologie zeigen jedoch, dass kulturabhängige Methoden zur verzerrten, unvollständigen Darstellungen der mikrobiellen Diversität führen (Renouf und Lonvaud-Funel, 2007). Der Einsatz von kultur-unabhängigen, molekularbiologischen Techniken zur Untersuchung der Mikrobiota bei komplexen Habitaten führte daher zum Nachweis von Mikroorganismen und Wechselwirkungen, die mittels traditioneller, mikrobiologischer Methoden bisher nicht entdeckt wurden (Ercolini, 2004).
Die denaturierende Gradienten-Gelelektrophorese (DGGE) ist eine geeignete Methode für die Charakterisierung der mikrobiellen Zusammensetzung von ökologischen Nischen. Zudem ermöglicht sie ein Monitoring der Mikrobiota und ihrer Veränderungen im Verlauf von Fermentationen und Lagerungen (Ercolini, 2004). Erste Ergebnisse konnten die Vorteile der DGGE für die mikrobielle Untersuchung im Zuge des Weinherstellungsprozesses demonstrieren (Spano et al., 2007).
Im Rahmen dieser Studie wurde daher die Technik der DGGE angewendet, um Milchsäurebakterien in diversen Most- und Weinproben zu detektieren. Gleichzeitig wurden zur Beurteilung dieser Methodik kultur-abhängige Verfahren eingesetzt.

Material und Methoden

Für die Isolation von Milchsäurebakterien aus verschiedenen Most- und Weinproben mittels kulturellen Techniken, wurden die Proben zunächst dezimal verdünnt und auf diversen komplexen Nährmedien für anspruchsvolle Milchsäurebakterien ausgestrichen. Die Platten wurden anschließend für sieben Tage bei 30°C unter anaeroben Bedingungen bebrütet. Um Reinkulturen zu erhalten, wurden danach Kolonien mit unterschiedlicher Morphologie auf den Nährmedien fraktioniert ausgestrichen und wiederum unter den zuvor genannten Konditionen inkubiert. Von den erhaltenen Reinkulturen wurde jeweils eine Kolonie in ein entsprechendes flüssiges Nährmedium überimpft. Nach erfolgter Inkubation wurde die Biomasse geerntet, aus der die DNA zur Identifikation der Isolate mittels PCR isoliert wurde.
Bei der Anwendung der kultur-unabhängigen Methodik wurde die DNA direkt aus den Most- und Weinproben isoliert. Dabei erhält man einen Pool an unterschiedlicher DNA, da oft mehrere Bakterienarten in einer Probe vorhanden sind. Mittels PCR und dem Einsatz spezifischer Primer wurden anschließend Abschnitte der 16S rRNA Gene der isolierten DNA amplifiziert. Im Falle des Vorhandenseins mehrerer Bakterienarten in einer Probe besteht das erhaltene PCR Produkt aus mehreren Amplifikaten derselben Länge aber unterschiedlicher Basensequenz. Dieses PCR-Produkt wurde danach mit Hilfe der DGGE elektrophoretisch aufgetrennt. Dabei werden die Doppelstränge der Amplifikate solange einem zunehmenden, denaturierenden Gradienten ausgesetzt, bis sie partiell in zwei

Einzelstränge aufschmelzen. Dadurch ist es möglich, kleinste Unterschiede in der DNA Sequenz zu erkennen und Amplifikate mit derselben Länge aber unterschiedler Basensequenz zu differenzieren (Ercolini, 2004).

Ergebnisse und Diskussion

Generell konnten mit beiden Methoden dieselben Milchsäurebakterien in den unterschiedlichen Proben detektiert werden. Dennoch gab es einige wichtige Unterschiede. So konnten nicht alle Milchsäurebakterienarten, die mit der DGGE gefunden wurden, auch mittels kultureller Technik und einer anschließender PCR-basierender Identifikation detektiert werden und umgekehrt. Einen möglichen Einflussfaktor stellt die anfängliche Lagerung der Proben bei -20°C dar. Dadurch sind gefrierempfindliche Bakterien abgestorben oder in einen lebensfähigen, aber nicht kultivierbaren Zustand übergetreten und waren somit nicht mehr auffindbar. Des Weiteren gibt es kein geeignetes, universelles Medium zur Kultivierung aller, in einem bestimmten Lebensraum vorkommenden, Bakterienarten (Renouf et al., 2007). In geringer Zahl vorhandene Arten können oft mit häufiger vertretenen mikrobiellen Arten unter Laborbedingungen nicht konkurrieren (Hugenholtz et al., 2008). Somit wachsen möglicherweise einige Arten *in vitro* überhaupt nicht an (Head et al., 1998). Darüber hinaus sind kultur-abhängige Methoden aufgrund der langen Inkubationsperioden und der aufwendigen Techniken äußerst zeitintensiv (Renouf et al., 2007). Andererseits können eine geringe Keimzahl oder Substanzen der Matrix die DNA Isolierung oder PCR inhibieren, wodurch ein negatives bzw. nicht der Realität entsprechendes Ergebnis der kultur-unabhängigen Methode entsteht. Man geht davon aus, dass das Limit für die Detektion von Mikroorganismen in komplexen Matrixes mittels PCR-Techniken bei 10^4 Zellen/ml oder höher liegt (Andorrà et al., 2008; Ercolini, 2004). Auch das Vorhandensein mehrerer Banden für eine Art aufgrund des Vorliegens mehrerer Kopien des ribosomalen Gens (z.B. häufig bei manchen Milchsäurebakterien), erschwert die Bewertung der darauf basierenden DGGE Ergebnisse (Bae et al., 2006). Laut Renouf et al. (2006) sollen daher alternative Targets für DGGE-basierende Analysen verwendet werden (z.B. RNA Polymerase Beta-Unterheit: *rpo*B Gen).
Zusammenfassend zeigt sich, dass die DGGE Technik ein effektives und verhältnismäßig kostengünstiges Werkzeug zur Analyse der in Wein enthaltenen Milchsäurebakterien darstellt. Mit dieser Methodik kann relativ schnell ein informativer, allgemeiner Überblick über die mikrobielle Diversität verschiedener Proben erhalten werden, wobei hervorzuheben ist, dass auch nicht kultivierbare Mikroorganismen erfasst werden können. Diese Analytik ist im Vergleich mit den klassischen kulturellen Methoden weniger zeit-, arbeits- und materialaufwendig (Ercolini, 2004). Der Einsatz für die jeweilige analytische Fragestellung erfordert jedoch eine individuelle Optimierung.

Zusammenfassung

Die Weinherstellung stellt einen komplexen mikrobiellen Prozess dar, bei dem neben Hefen auch Milchsäurebakterien Schlüsselrollen einnehmen. Die Rolle der Milchsäurebakterien bei der Weinfermentation ist dabei mitunter zwiespältig: Einerseits sind sie hauptsächlich bei der malolaktische Gärung (biologischer Säureabbau) beteiligt, andererseits sind einige Vertreter auch als Verderbserreger bekannt.
Im Rahmen dieser Studie wurde daher die Zusammensetzung der Milchsäurepopulation in verschiedenen Weinproben untersucht. Hierbei wurden neben mikrobiologischen, kultur-abhängigen Methoden auch kultur-unabhängige, molekularbiologische Techniken eingesetzt um deren jeweiligen Eignung prüfen zu können.

Abstract

Winemaking is a complex microbial process in which primarily yeast but also lactic acid bacteria play key roles. Hence, lactic acid bacteria are of dual importance: They are the main effectors of malolactic acid fermentation on the one hand, but also pose a source of wine spoilage on the other hand.
Thus, the objective of this study was to investigate the diversity of lactic acid bacteria involved in wine making. Next to traditional, microbiological techniques, culture-independent, molecularbiological methods were used to characterise their advantages and disadvantages, respectively.

Danksagung

Diese Studie wurde von der Wiener Wirtschaftskammer (BOKU Wirtschaftskammerpreis 2009 – Projekt Vindobona) finanziert.

Literatur

ANDORRÀ I, LANDI S, MAS A, GUILLAMON JM, ESTEVE-ZARZOSO B, 2008: Effect of oenological practices on microbial populations using culture-independent techniques. Food Microbiol 25, 849-856.
BAE S, FLEET GH, HEARD GM, 2006: Lactic acid bacteria associated with wine grapes from several Australian vineyards. J Appl Microbiol 100, 712-727.
DITTRICH H, GROSSMANN M, 2005: Mikrobiologie des Weines. Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart.
ERCOLINI D, 2004: PCR-DGGE fingerprinting: Novel strategies for detection of microbes in food. J Microbiol Methods 56, 297-314.
HEAD IM, SAUNDERS JR, PICKUP RW, 1998: Microbial evolution, diversity, and ecology: a decade of ribosomal RNA analysis of uncultivated microorganisms. Microb Ecol 35, 1-21.
HORNSEY I, 2007: The chemistry and biology of wine making. The Royal Society of Chemistry, Cambridge.
HUGENHOLTZ P, GOEBEL BM, PACE NR, 2008: Impact of culture-independent studies on the emerging phylogenetic view of bacterial diversity. J Bacteriol 180, 4765-4774.
RENOUF V, CLAISSE O, MIOT-SERTIER C, LONVAUD-FUNEL A, 2006: Lactic acid bacteria evolution during winemaking: Use of *rpo*B gene as a target for PCR-DGGE analysis. Food Microbiol 23, 136-145.
RENOUF V, CLAISSE O, LONVAUD-FUNEL A, 2007: Inventory and monitoring of wine microbial consortia. Appl Microbiol Biotechnol 75, 149-164.
RENOUF V, LONVAUD-FUNEL A, 2007: Development of an enrichment medium to detect *Dekkera*/*Brettanomyces bruxellensis*, a spoilage wine yeast, on the surface of grape berries. Microbiol Res 162, 154-167.
SPANO G, LONVAUD-FUNEL A, CLAISSE O, MASSA S, 2007: *In vivo* PCR-DGGE analysis of *Lactobacillus plantarum* and *Oenococcus oeni* populations in red wine. Current Microbiol 54, 9-13.

Adressen der Autoren

BOKU-Universität für Bodenkultur Wien, Department für Lebensmittelwissenschaften und –technologie, Muthgasse 18, A-1190 Wien

* Ansprechpartner: Dr. Sigrid MAYRHOFER, sigrid.mayrhofer@boku.ac.at

Isolierung von VTEC (Verotoxin bildenden E. coli) aus Rindern und Schafen: ein Methodenvergleich

Comparison of methods for detection of VTEC (Verotoxigenic Escherichia coli) in animal samples

Tanja Urbanke1[*], Peter Much[2] und Heimo Lassnig[1]

Einleitung

Die EU-Zoonosenrichtlinie (2003/99/EG) verlangt, dass Zoonosen und ihre Erreger, die die menschliche Gesundheit am stärksten gefährden, überwacht werden. Zum Nachweis des Prototypen der Verotoxin bildenden *E. coli* (*VTEC*), *VTEC* O175:H7 stehen verschiedene Methoden zur Verfügung. Jedoch gibt es noch keine EU-weit akzeptierte Methode zur Identifikation von *VTEC*. Als Beitrag zu einer einheitlichen Methodik wurden im AGES Institut für veterinärmedizinische Untersuchungen in Graz Proben von 237 Rindern und Schafen vergleichend analysiert.

Material und Methode

Als Probenmaterial kamen rektale Schleimhauttupfer von beiden Tierarten versus Tupfer von Dickdarminhalt beim Rind bzw. Vliesproben vom Schaf zum Vergleich.
Kottupfer, Tupfer von Rektalschleimhaut und Vlies wurde in 100 ml Kolben mit 9 ml mTSB gegeben. Die mTSB – Kolben wurden am Schüttler im Brutraum 5 Stunden bei 37 ± 1° C bebrütet. 1 ml der Voranreicherung wurde in ein Röhrchen mit 4ml EHEC - Direktmedium mit Mitomycin C pipettiert und am Schüttler im Brutraum bei ca. 120 rpm 18-20 h bei 37 ± 1° C bebrütet. Der Toxinnachweis aus dem Überstand wurde mittels den ELISA -Tests von Novitec®Verotoxin Veterinär ELISA, Premier™ EHEC und Ridascreen®Verotoxin nach den Vorschriften der Hersteller durchgeführt. Bei positivem ELISA – Ergebnis folgte der Versuch einer Isolierung von *E. coli* aus dem Sediment auf CT-SMAC-Agar und MacConkey-Agar. Die isolierten Kolonien wurden mit PCR auf die Gene des Verotoxin1 und 2 untersucht.

Ergebnisse und Diskussion

Die erste Vergleichstestung betraf den Verotoxin- Nachweis mittels kommerzieller ELISA –Testkits von drei Herstellern: Im Versuch 1 (n = 57) wurden Novitec®Verotoxin Veterinär ELISA mit Premier™ EHEC miteinander verglichen, im Versuch 2 (n = 21) Ridascreen®Verotoxin mit Premier™ EHEC.

Tabelle 1: **Vergleich Verotoxinnachweis mit drei kommerziellen ELISA Tetkits**

	Versuch 1 (n = 57)		Versuch 2 (n = 21)	
	n	%	n	%
Premier positiv	25	44%	12	57%
Novitec positiv	13	23%	-	-
Ridascreen positiv	-	-	5	24%

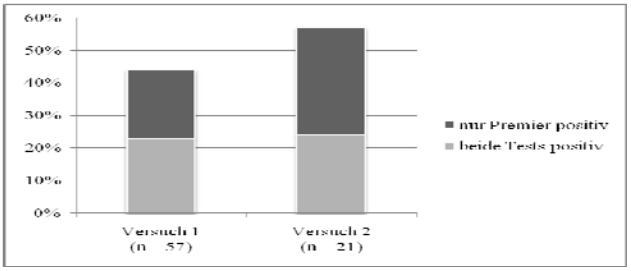


Abbildung 1: **Vergleich Verotoxinnachweis mit drei kommerziellen ELISA Tetkits**

Beim Vergleich der drei Verotoxin-Elisa verschiedener Hersteller ging der Premier™ EHEC als geeigneter hervor; mittels Novitec®Verotoxin oder Ridascreen®Verotoxin konnten keine weiteren Verotoxin-positiven Anreicherungen erkannt werden, die nicht vom Premier™ EHEC auch gefunden wurden. Um die Spezifität zu verifizieren wurde das Sediment der ersten 21 positiven Proben mit PCR überprüft und bei allen Proben das Ergebnis bestätigt.

Aus der zweiten Vergleichsstudie von 70 Rindern wird das Ergebnis der rektalen Schleimhauttupfer, kurz „Tupfer" bezeichnet, versus Dickdarminhalttupfer, kurz „Kot" dargestellt:

Tabelle 2: **Vergleich Verotoxinnachweis und *VTEC* –Isolate aus rektalem Schleimhauttupfer oder Darmkot beim Rind (n =70)**

	Tupfer positiv	Kot positiv
Verotoxin ELISA positiv	57,0%	21,4%
Isolate PCR positiv	27,0%	14,3%
n = 70		

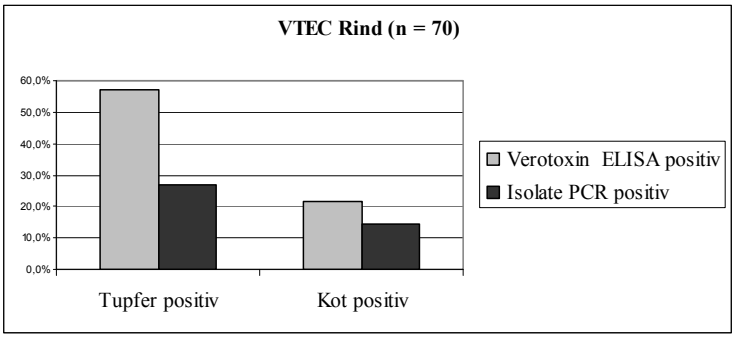


Abbildung 2: **Vergleich Verotoxinnachweis und *VTEC* –Isolate aus rektalem Schleimhauttupfer oder aus Darmkot beim Rind**

Beim dritten Vergleich der Rektalschleimhauttupfer („Tupfer") mit der Wolle vom Ohrgrund („Vlies") von 89 Schafen kam man zu folgendem Ergebnis:

Tabelle 2: **Vergleich Verotoxinnachweis und *VTEC*-Isolate aus rektalem Schleimhauttupfer oder aus Vlies beim Schaf (n=89)**

	Tupfer positiv	Vlies positiv
Verotoxin ELISA pos	76,4%	36,0%
Isolate PCR positiv	68,5%	4,5%
n = 89		

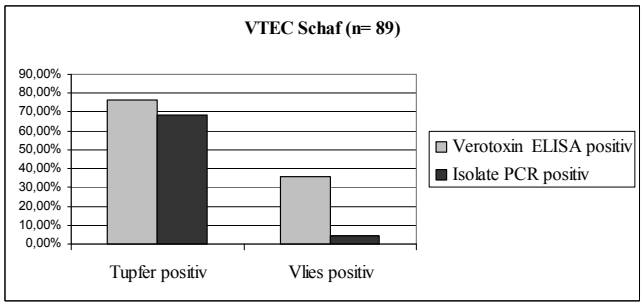


Abbildung 2: **Vergleich Verotoxinnachweis und *VTEC*-Isolate aus rektalem Schleimhauttupfer oder aus Vlies beim Schaf**

Zusammenfassung

Die EU-Zoonosenrichtlinie (2003/99/EG) verlangt, dass Zoonosen und ihre Erreger, die die menschliche Gesundheit am stärksten gefährden, überwacht werden. Zur Untersuchung von Verotoxin bildenden *E. coli* wurden Proben von 237 Rindern und Schafen analysiert. Als Probenmaterial kamen rektale

Schleimhauttupfer von beiden Tierarten versus Tupfer von Dickdarminhalt beim Rind bzw. Vliesproben vom Schaf zum Vergleich. Nach einer selektiven Anreicherung der Probenmatrices wurden drei verschiedene käufliche ELISA zum Nachweis des Verotoxins eingesetzt. Bei positivem Ergebnis wurden Subkulturen auf festen Nährmedien angelegt. Aus diesen Kulturen wurden Verotoxin1 und 2 Gene mittels PCR untersucht.
Bei der ELISA-Testung zeigte sich der Premier™ EHEC als empfindlicher für den Verotoxin-Nachweis aus Kot als Novitec®Verotoxin oder Ridascreen®Verotoxin.
Beim Vergleich verschiedener Probenmatrices kam es zu deutlichen Unterschieden bei der Nachweisrate *VTEC* positiver Tiere. Bei den Rektalschleimhauttupfern wurden mittels ELISA sowohl beim Rind (57 %) als auch beim Schaf (76,4%) mehr Verotoxin-positive Proben erkannt und in Folge mehr *VTEC* isoliert (27% beim Rind und 68,5% beim Schaf) als aus Dickdarminhalt beim Rind bzw. Vlies beim Schaf.

Abstract

The EU Zoonoses directive states that zoonoses and zoonotic agents which pose a threat to human health should be monitored. 237 samples from cattle and sheep were analysed for *VTEC*. Samples were swabs of rectal mucosa from both animals versus colon contents from cattle and fleece from sheep. After a selective enrichment three commercial ELISA test kits were used for the detection of Verotoxin. After positive results the sediment was cultured on agar plates. Out of this culture Verotoxin 1 and 2 genes were examined using PCR.
The testing of the ELISA showed that the Premier™ EHEC was more sensitive for Verotoxin detection from faeces than Novitec®Verotoxin or Ridascreen®Verotoxin.
The comparison of various sample matrices showed clear differences in the number of *VTEC* positive detected animals. Both cattle (57,0%) and sheep (76,4%) swabs of rectal mucosa lead to a higher rate of Vertotoxin positive samples and subsequently more *VTEC* isolates (27% in cattle und 68,5% in sheep) than colon contents from cattle or fleece from sheep.

Literatur

ANONYM (2009): Scientific Report of EFSA; Technical specifications for the monitoring and reporting of verotoxigenic *Escherichia coli* (VTEC) on animals and food (VTEC surveys on animals and food). EFSA Journal; 7 (11) 1366

REISCHL U., YOUSSEF M.T., KILWINSKI J., LEHN N., ZHANG W.L., KARCH H., STROCKBINE N.A. (2002): Real-Time Fluorescence PCR Assays for Detection and Characterization of Shiga Toxin, Intimin, and Enterohemolysin Genes from Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli*.
J. of Clinical Microbiology, 2555-2565

Adressen der Autoren

[1]AGES (Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH), Institut für veterinärmedizinische Untersuchungen, Puchstr. 11, 8020 Graz
[2] AGES, Kompetenzzentrum für Infektionsepidemiologie, Waehringerst. 25a, 1096 Wien

* Ansprechpartner : Dr.Tanja URBANKE, tanja.urbanke@ages.at

Praktische Evaluierung einer real time-PCR-Methode zur Detektion von Salmonella sp. aus Material der Geflügelprimärproduktion

Practical evaluation of a real time-PCR-method for detection of Salmonella spp. from material of broiler primary production.

Thomas Pölzler und Heimo Lassnig

Einleitung

Die Salmonellose des Menschen gehört nach wie vor zu den häufigsten bakteriellen, lebensmittelvermittelten Infektionskrankheiten in den Industriestaaten. In erster Linie erfolgt die Übertragung auf den Menschen über das Geflügel, durch Verzehr von mit Salmonellen kontaminierten und nicht oder unzureichend gegarten Lebensmitteln.
Aus diesem Grund wird in der EU die Überwachung und Bekämpfung von *Salmonella* sp. in Geflügelherden mittels VO (EG) Nr. 2160/2003 und VO (EG) Nr. 1237/2007 reguliert. Die derzeit gültige Norm für den Nachweis von *Salmonella* sp. in tierischem Kot und Umweltproben aus der Primärproduktion ist ISO 6579:2002 Annex D.
Aufgrund der konsequenten Umsetzung dieses EU-Überwachungsprogrammes in Österreich konnte die Prävalenz von *Salmonella* sp. in Hühnerherden in den letzten Jahren auf unter 3 % gesenkt werden. Daraus ergibt sich ein Anfall von Salmonellen-negativen Proben von über 95 %.
Da die derzeitige Standardmethode arbeits- und zeitintensiv ist, wurde die Überlegung angestellt, ob durch den Einsatz einer real time-PCR ein frühzeitiger Ausschluss Salmonellen-negativer Herden möglich wäre, was zu einer Senkung der Kosten beitragen könnte. Die Zielsetzung war eine möglichst einfache Methode zu finden um zeit- und kosteneffizient zu bleiben. Im Rahmen dieses Vortrages werden erste Ergebnisse präsentiert.

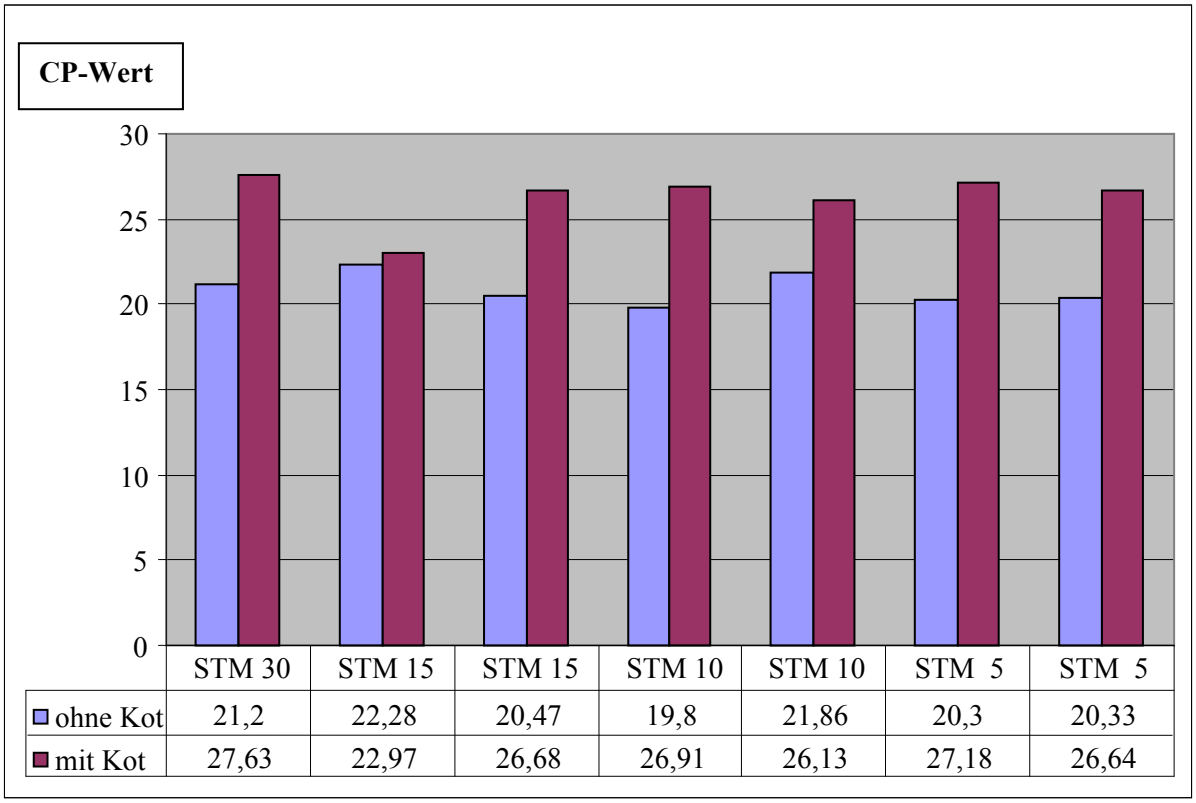
Material und Methoden

Es wurde zunächst eine für die Anwendung an Lebensmitteln entwickelte 5`-Nuklease-real time-PCR (1) für Light Cycler 2.0 (Fa. Roche) an unserem Institut etabliert. Die Entnahme des Probenmaterials für die DNA-Extraktion (1 ml) erfolgte zugleich mit dem Austropfen auf MSRV-Agar. Zur DNA-Gewinnung wählte man die einfache und bewährte CHELEX®- Extraktion (Fa. Bio-Rad).
Die Sensitivität der Methode wurde mittels Peptonwasser-Anreicherungen (18^h +/- 2) sogenannter BioBall®-Kapseln (Fa. Biomeriéux), mit definierter Anzahl an cfu/Kapsel, mit und ohne Kot getestet. Die real time-PCR Methode wurde weiterhin bei zwei Ringversuchen des CRL Salmonella/National Institute for Public Health and the Environment (RIVM)/Bilthoven/Holland (2010, 2011) eingesetzt. In weiterer Folge wurden Routineproben und Proben positiver Herden untersucht.
Alle Ergebnisse der real time-PCR wurden mit der kulturellen Referenzmethode verglichen.

Ergebnisse und Diskussion

Es konnten alle Proben (n=15) mit definierter Anzahl an Salmonellen (BioBall®-Kapseln) aus einer Peptonwasser-Anreicherung ohne Kot nachgewiesen werden. Die mit einer definierten Menge Kot angereicherten Proben (n=7) waren ebenfalls positiv (**Abb. 1**). Alle Ergebnisse der PCR stimmten mit der Referenzmethode überein.
Beim CRL-Ringversuch Salmonella 2010 sind in der real time-PCR im Vergleich zu den Ergebnissen der Referenzmethode mehr positive Ergebnisse (n=5) aufgetreten. Der CRL-Ringversuch Salmonella 2011 ergab in der real time-PCR mehr negative (n=3) Ergebnisse verglichen mit der Referenzmethode. Bei den 41 untersuchten Routineproben traten in der real time-PCR mehr negative Ergebnisse (n=3) auf als in der Referenzmethode.
Jeweils 15 frische Proben (Kot/Einstreu) zweier positiver Herden erbrachten alle ein positives Ergebnis in der real time-PCR und stimmten mit der Kulturmethode überein.

Beim Vergleich der Ergebnisse der BioBall®-Anreicherungen zeigte sich eine zum Teil deutliche Erhöhung der CP-Werte (0,69 - 7,11) der real time-PCR bei den Proben mit Kotzugabe. Dies ist möglicherweise auf den Einfluss der Kotzusammensetzung oder die Begleitflora zurückzuführen. Die Ergebnisse der Ringversuche zeigten, dass bei höheren Keimkonzentrationen in der Anreicherung (RV 2010) die Nachweisrate in der real time-PCR gegenüber der Referenzmethode ansteigt. Bei niedrigen Keimkonzentrationen in der Anreicherung (RV 2011) gelingt der Nachweis aufgrund der niedrigen Konzentration im eingesetzten Probenvolumen nicht in jedem Fall.
Es kann also gesagt werden, dass es bei sehr niedrigen Keimkonzentrationen in der Anreicherung zu vermehrt negativen Ergebnissen der real time-PCR gegenüber der Kultur kommen kann. Als Gründe für niedrige Keimkonzentrationen können z.B. unterschiedliche Voranreicherungszeiten, geringes Probenvolumen, Wachstumshemmung von *Salmonella* sp. bzw. Hemmung der PCR durch unterschiedliche Kotzusammensetzung oder unterschiedliches Wachstumsverhalten von verschiedenen Salmonellen-Arten in Betracht kommen.



	STM 30	STM 15	STM 15	STM 10	STM 10	STM 5	STM 5
ohne Kot	21,2	22,28	20,47	19,8	21,86	20,3	20,33
mit Kot	27,63	22,97	26,68	26,91	26,13	27,18	26,64

Abbildung 1: ***Salmonella* Typhimurium real time-PCR von BioBall-Anreicherungen mit und ohne Kot**

Zusammenfassung

Aufgrund der konsequenten Umsetzung des Salmonellen-Bekämpfungs- und Überwachungsprogrammes der EU in österreichischen Hühnerherden sank die Nachweisrate auf unter 3 % was ein erhöhtes Aufkommen an Salmonellen-negativen Proben (> 95 %) zur Folge hatte. Daher wurde eine real time-PCR-Methode zum frühzeitigen Ausschluss dieser Proben von der Weiterbearbeitung getestet, um Kosten und Zeit zu sparen. Nach Etablierung einer 5`Nuklease-real time-PCR erfolgte eine Sensitivitätstestung mittels sogenannter BioBalls®, die eine definierte Anzahl cfu/Kapsel enthalten. Danach wurden Proben zweier EU-Ringversuche, Proben positiver Herden und Routineproben untersucht und mit der Referenzmethode verglichen. Es zeigte sich sehr deutlich, dass Proben mit Kot höhere CP-Werte aufwiesen. Dafür könnten z.B. unterschiedliche Voranreicherungszeiten, geringes Probenvolumen, Wachstumshemmung von *Salmonella* sp. bzw. Hemmung der PCR durch unterschiedliche Kotzusammensetzung oder unterschiedliches Wachstumsverhalten von verschiedenen Salmonel-

len-Arten in Betracht kommen. Daraus ergab sich eine niedrigere Sensitivität der real time-PCR bei Proben mit Kot gegenüber der Referenzmethode.

Abstract

On account of the consistent conversion of the Salmonellae eradication and surveillance program of the EU in Austrian chicken herds led to the decrease of the proof rate of less than 3 % and resulted in a raised amount of Salmonellae-negative samples (> 95%). Therefore a really time PCR method for the premature exclusion of these samples from further processing was evaluated to save costs and time. After establishing a 5`-Nuclease-real time-PCR sensitivity and specificity of the method was determined by means of so-called Bioball® enriched samples which contain a defined number of cfu/capsule. Also samples of two EU-ring trials, samples of positive herds and routine samples were examined and compared with the results of the reference method. Data show clearly, that samples with faeces had higher CP-values. For this, e.g. differing pre-enrichment times, low sample volumes, growth inhibition of *Salmonella* sp. or inhibition of PCR through different faeces composition or growth behaviour of *Salmonella* sp. are considered. This resulted in lower sensitivity of the really time-PCR of samples containing faeces.

Literatur

1. MALORNA B, PACCASSONI E, FACH P, BUNGE C, MARTIN A, HELMUTH R, 2004: Diagnostic Real-Time PCR for Detection of Salmonella in Food. Appl. and Environ. Microbiology, Dec. 2004, p. 7046–7052.
2. ISO 6579:2002 Annex D

Adressen der Autoren

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für veterinärmedizinische Untersuchungen, Puchstraße 11, A-8020 Graz

* Ansprechpartner: Dr. Thomas PÖLZLER, thomas.poelzler@ages.at

Reptilien – etwas andere Haustiere

Gabriele Romanek

Einleitung

In den letzten Jahren werden immer häufiger diverse exotische Reptilien als Haustiere gehalten. Durch die besonderen Bedürfnisse und Eigenheiten der Tiere ergeben sich für (uninformierte) Tierhalter oft schwierige Situationen.

Allgemeines

Reptilien sind wechselwarme Tiere. Das bedeutet, dass sie ihre Körpertemperatur nicht selbst regeln können, sondern auf Wärmezufuhr aus der Umgebung angewiesen sind. Sonnenbaden ist daher in der Natur eine der wichtigsten Beschäftigungen.
Reptilien sind faktisch weltweit – mit Ausnahme sehr kalter Lebensräume – verbreitet. Es gibt sie in beinahe jeder Größe und Gewichtsklasse. Es ist kaum vorstellbar, aber die kleine Zauneidechse und der Komodowaran, die Ringelnatter und die Python, die Europäische Sumpfschildkröte und die Riesenschildkröte gehören derselben Tiergattung an.

Vorstellung einiger als Haustier gehaltener Arten

Agamen

Bartagame :

Herkunft: Australien
Mittelgroße bis große Echse, 30 – 60 cm Gesamtlänge, tagaktiv, relativ kurze Beine, typisches Merkmal ist ein „Bart“ aus Hautstacheln. Ihr Lebensraum sind Busch – und Baumsavannen, eine Art ist auch in besiedelten Gebieten häufig. Sie ruhen gerne auf Bäumen und Zaunpfählen. Sie sind Allesfresser, die Nahrung besteht aus kleinen Wirbeltieren, Insekten, Würmern, Blüten, Blättern und Früchten.

Leguane

Grüner Leguan:

Herkunft: Mittel- und Südamerika
Kopf - Rumpflänge 45 cm, mit Schwanz Gesamtlänge bis 2 Meter, Männchen deutlich größer, auch größere „Stacheln“. Die Tiere sind sehr standorttreu. Bevorzugter Lebensraum sind Tieflandwälder in der Nähe größerer Gewässer. Der grüne Leguan ist tagaktiv und lebt gerne auf Bäumen. Auf der Flucht lässt er sich von überhängenden Ästen ins Wasser fallen und schwimmt davon. Seine Nahrung besteht hauptsächlich aus Blättern.

Schildkröten

Griechische Landschildkröte:

Herkunft: Europäischer Mittelmeerraum
Kleine bis mittelgroße Landschildkröte, etwa 20cm, tagaktiv. Besiedelt werden fast alle Vegetationsformen des Mittelmeerraumes bis auf eine Höhe von 1500 Metern – lichte Wälder, Macchie, Oliven- und Zitronenhaine, Ackerland und Gärten. Als Nahrung dienen Blätter, Blüten und Früchte, gelegentlich auch Schnecken und heruntergefallene Vogeleier.

Rotwangen – Schmuckschildkröte:

Herkunft: Nordamerika
Weibchen können bis 35 cm groß werden und bis zu 4 kg wiegen (Männchen bis 25 cm und 3kg).
Ihr Lebensraum erstreckt sich auf ungestörte Teiche und langsam fließende Gewässer mit schlammigen Ufern. Gesellig sind sie nur beim Sonnenbaden, sonst finden die Tiere sich nur zur Paarung zusammen.

Schlangen

Teppichpython:

Herkunft: Australien
Bis 2 Meter lang – im Terrarium deutlich kleiner. Die Tiere sind gute Kletterer und leben bevorzugt auf Bäumen. Sie halten sich gerne in der Nähe von Bächen, Flüssen und Seen auf, gelegentlich bewohnen sie auch Felshöhlen. Als Nahrung dienen Frösche, kleine Echsen, Nager, Küken,…

Skinke

Blauzungenskink:

Herkunft: Australien
Größe 45 – 50 cm, davon etwa 15 cm Schwanz, Männchen deutlich größer als Weibchen. Im Verhältnis zum Körper haben sie geradezu winzige Beinchen, markantestes Merkmal ist die blaue Zunge. Als Lebensraum bevorzugen sie trockenes, schwach bewaldetes Grasland. Die Nahrung besteht aus Schnecken, Insekten, Aas, Blüten und Früchten. Skinke sind lebendgebärend.

Warane

Steppenwaran:

Herkunft: Afrika
Stämmig gebaute Echsen mit großem Kopf und kurzem Schwanz, 1 – 1,5 m. Sie sind Bodenbewohner, Einzelgänger, als Lebensraum dienen ihnen Grasländer, Wälder und Steppen, seltener auch bewaldete Flussufer. Vor Feinden und in der Nacht verstecken sie sich gerne in hohlen Baumstämmen oder Erdhöhlen. Ihr Nahrungsspektrum erstreckt sich über Insekten, Schmetterlingsraupen bis Vögel und Kleinsäuger. Warane orten ihre Beute durch züngeln.

Reptilien als Haustiere

Nach dem Tierschutzgesetz § 25 unterliegt die Haltung von Reptilien der Meldepflicht bei der Behörde. Der Amtstierarzt überprüft die Papiere – Rechnungen, CITES-Dokumente(Artenschutz) und gegebenenfalls beigelegte Bilder des Terrariums, unter Umständen wird er sich alles auch vor Ort ansehen, eventuell Nachbesserungen verlangen und über die Genehmigung der Haltung entscheiden.

Bedürfnisse der Tiere:

Genügend großes Terrarium:

Wenn man annimmt, dass z.B. ein Grüner Leguan eine Länge von 2m erreicht und gerne klettert, soll das Terrarium mindestens 200 x 150 x 200 cm betragen, Stämme beinhalten und auch über ein Wasserbecken verfügen. Für einen Teppichpython oder deren zwei beträgt das Mindestmaß des Terrariums 200 x 75 x 150 cm. Dicke, gut verankerte Äste, ein flaches Wasserbecken und mehrere Versteckmöglichkeiten sind ebenfalls unerlässlich. Ein Steppenwaran fühlt sich erst ab einer Terrariengröße von 300 x 120 x 100 cm wohl. Eine erwachsene Schmuckschildkröte wird auch nicht wirklich in ein handelsübliches Aqua – Terrarium passen. Die Tiere werden als Baby verkauft und kaum jemand denkt daran, dass das Tier ziemlich rasch auch für die Badewanne zu groß und außerdem ziemlich bissig wird. Die nicht sehr schöne Folge davon ist häufig das Aussetzen der überdimensionierten Hausgäste in Teichen, Donauauen,….

Artgerechte Ernährung:

Bei Pflanzenfressern ist das Zusammenstellen des Futters kein allzu großes Problem. Man muss nur darauf achten, keine für die jeweilige Art giftigen Pflanzen zu verfüttern. Auch auf die Freiheit der Futterpflanzen von Insektiziden ist zu achten. Fleischfresser sind etwas schwieriger zu füttern. Rohes Fleisch ist z.B. für Warane eher ungeeignet, auch Hundefutter sollte keinesfalls verabreicht werden. Wer Schlangen hält muss auch mit der Verfütterung lebender Tiere – Mäuse, Ratten, Küken – zurechtkommen.

Wärmelampen und UV Licht:

Als wechselwarme Tiere brauchen Reptilien externe Wärmezufuhr zum Aufrechterhalten ihrer Lebensfunktionen. Das UV – Licht dient als Ersatz für Sonnenlicht u. a. der Vitamin D Produktion.

Risiken und Gefahren:

Reptilien werden ziemlich groß, sind wehrhaft und verteidigen ihr Revier. Ein Leguan benutzt seinen Schwanz als Waffe und als ultima ratio kann er auch kräftig zubeißen. Auch verschiedene für den Menschen pathogene Keime sind nicht ganz ungefährlich.

Reptilien und Salmonellen:

Eine Besonderheit der Tiere ist das Beherbergen und Ausscheiden von Salmonellen. Bei bis zu 50% der Reptilien sind Salmonellen nachweisbar. Dem Großteil der Tiere macht das nichts aus, Salmonellen gehören fast zur normalen Bakterienflora. Hält man ein Tier artgerecht im Terrarium und beachtet grundlegende Hygieneregeln ist das selten ein Problem. Bei Freigang in einer Wohnung, dem Herumtragen auf Armen und Schultern verteilen die - sich auch auf der Haut der Tiere befindlichen - Salmonellen dagegen frei in der Umgebung.

Kinder, Reptilien und Salmonellen:

Kleine Kinder sind besonders gefährdet. Wenige Keime genügen, eine schwere Infektion auszulösen. Besonders Krabbelkinder kommen in Haushalten, in denen Reptilien frei in der Wohnung herumlaufen, häufig mit den Hinterlassenschaften der Tiere in Berührung. Das in den Mund stecken aller möglichen Dinge (hoffentlich nicht der Tiere selbst) tut ein Übriges.
Daher:
Mit einem Baby / Kleinkind Reptilien zu vergesellschaften ist nicht die beste Idee.
Sollten im Haushalt bei der Ankunft von einem Baby „Schuppentiere“ vorhanden sein, bieten sich folgende Möglichkeiten:
Tiere abgeben – wird wahrscheinlich ziemlich schwerfallen
Besser: Pflege Kind / Tier strikt – wenn möglich auch personell – trennen
Freigang der Tiere und Kuscheln vermeiden, Umgebung mit Desinfektionsmittel behandeln, Kleidung bei ausreichender Temperatur waschen, Terrarium nur mit Einmalhandschuhen (ev. mit Händedesinfektion nach dem Ausziehen der Handschuhe) und anschließendem gründlichem Händewaschen mit heißem Wasser und Seife reinigen, direkten Kontakt Kind / Tier unbedingt vermeiden. Auch Wassergefäße und Futterschüsseln in der Abwasch reinigen oder das Baden der Tiere in der Badewanne ist dringend zu unterlassen. Eine regelmäßig durchgeführte Salmonellenuntersuchung deckt wenigstens Ausscheidung auf. Man muss sich jedoch der Tatsache bewusst sein, dass eventuell im Fall von Stress unbemerkt vorhandene Salmonellen ausgeschieden werden können.

Schlussbemerkung

Reptilien sind faszinierende Lebewesen. Sie sind - wie alle anderen Tiere auch – kein Spielzeug.
Auch ihre Eignung als Kuscheltier hält sich eher in Grenzen. Ihre Haltung ist nicht ganz einfach, sie stellen hohe Anforderungen an ihren künstlichen Lebensraum und ihre Nahrung. Durch die Beleuchtung und Belichtung entstehen hohe Energiekosten und auch der Platzbedarf artgerechter Terrarien übersteigt oft die Möglichkeiten in einer normal großen Eigentumswohnung. Man sollte auch bedenken, dass mit der Anschaffung von Reptilien, bedingt durch die – bei optimaler Haltung – sehr hohe Lebenserwartung, eine Langzeitverpflichtung entsteht.

Literatur

Wikipedia und diverse pages von Reptilienfreunden und Tierhandlungen

Adresse der Autorin

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Veterinärmedizinische Untersuchungen Mödling, Robert-Koch-Gasse 17, A-2340 Mödling

Ansprechpartner: Dr. Gabriele ROMANEK, gabriele.romanek@ages.at

Salmonellen in Futtermitteln mit einem aktuellen Beispielsfall

Salmonella sp. in feed materials with a current example

Andreas Adler[1*], Veronika Kolar[2], Christian Kornschober[3], Peter Kiroje[1] und Franz Glösmann[1]

Einleitung

Salmonellen sind bedeutende Zoonoseerreger und können über Produkte tierischen Ursprungs, wie etwa Eier und Geflügelfleisch, Menschen infizieren. Als eine mögliche Infektionsquelle für Geflügelbestände kommen auch kontaminierte Futtermittel in Frage. Eiweißreiche Futtermittel wie Sojaschrot, aber auch Nebenerzeugnisse von anderen Ölfrüchten wie Raps oder Sonnenblumen bieten Salmonellen bei mangelhaften hygienischen Bedingungen ausgezeichnete Vermehrungsbedingungen. Ölsaaten und daraus gewonnene Derivate werden im Europäischen Zoonosentrendbericht 2006 der EFSA als wichtigste Eintragsquelle von Salmonellen in Futtermittel angeführt.
Im Europäischen Schnellwarnsystem für Lebens- und Futtermittel (RASFF) hatten im Jahr 2010 insgesamt 71 Meldungen eine Salmonellenkontamination von Futtermitteln für landwirtschaftliche Nutztiere zum Gegenstand. Dabei standen 26 Meldungen zu Einzelfutter tierischen Ursprungs (vor allem Fisch- und Fleischmehl) 45 Eintragungen zu Einzelfutter pflanzlichen Ursprungs gegenüber, wobei allein 29 Meldungen Sojabohnen oder Nebenerzeugnisse daraus betrafen.
Durch die Österreichische Futtermittelbehörde (BAES) werden daher im Zuge des risikobasierten Stichprobenkontrollplanes sowohl die Ausgangsrohstoffe (Einzelfuttermittel) als auch die damit produzierten Mischfuttermittel, insbesondere die für Geflügel, beprobt und auf Salmonellen getestet. Zusätzlich werden auch die jeweiligen Betriebe hinsichtlich ihrer internen Abläufe, Verfahrensschritte und Eigenkontrollmaßnahmen überwacht.
Im Jahr 2010 wurde in Österreich ein Ausbruch von Erkrankungsfällen bei Menschen, der durch S. Mbandaka verursacht wurde, registriert. Während dabei aus veterinärmedizinischer Sicht die betreffenden Infektionswege vorläufig noch nicht völlig geklärt erscheinen, hat die epidemiologische Abklärung des Ausbruchs durch das Kompetenzzentrum für Infektions-epidemiologie der AGES Eier als Quelle der Infektion ergeben. Die Österreich-weite Verbreitung der Eierproduzenten, die mit den Fällen assoziiert wurden, wird mit einem Erreger-Eintrag durch mit S. Mbandaka kontaminiertes Futtermittel erklärt.
Das Ergebnis der epidemiologischen Ausbruchsabklärung wurde zum Anlass genommen, in mehreren Fällen – jeweils nach dem positiven Nachweis von S. Mbandaka in Legehennenfutter – der Eintragsquelle des Erregers nachzugehen.

Material und Methoden

In der AGES, Zentrum für Analytik und Mikrobiologie (ZAM) in Linz, werden Futtermittel sowohl im Rahmen der amtlichen Kontrolle (vor allem Einzelfutter und Mischfutter) als auch im Zuge von Privataufträgen (Rohstoffmonitoring und Produktionskontrolle von Futtermittelbetrieben sowie wirtschaftseigenes und zugekauftes Futter von landwirtschaftlichen Betrieben) auf Salmonellen untersucht. Die Untersuchung von Futtermitteln auf Salmonellen erfolgt entsprechend EN ISO 6579: Voranreicherung der Proben in BPW; selektive Anreicherung in MKTTn und RVS bzw. MSRV; Ausstrich auf feste Selektivnährmedien (XLD-, BPLS- oder Rambach-Agar).
Die Bestätigung von Salmonella-Isolaten durch Serotypisierung basierend auf dem Kauffmann-White-Schema sowie das genetisches Fingerprinting ausgewählter Stämme mittels Pulsfeld-Gelektrophorese entsprechend Pulsenet Protokoll [6] wird am NRL für Salmonellen (AGES, Institut für Mikrobiologie und Hygiene, Graz) durchgeführt.

Ergebnisse und Diskussion

In den vergangenen Jahren ist in Österreich die Kontaminationsrate für Salmonellen in Futtermitteln für landwirtschaftliche Nutztiere bei allen Futterkategorien (industrielle Produktion) verglichen mit vorangegangenen Untersuchungsperioden erheblich zurückgegangen und hat einen Minimalwert er-

reicht (siehe Tabelle 1). So waren im Rahmen der Futtermittelüberwachung der zurückliegenden drei Jahre (2008 bis 2010) bei etwa 900 untersuchten Proben in neun Proben Salmonellen feststellbar (1,0%) [3]. Von dabei untersuchten 152 Proben Sojaschrot erwiesen sich insgesamt 5 als Salmonella-positiv, in einem Fall wurde S. Mbandaka festgestellt.
Zu der beobachteten starken Reduktion der Nachweisrate dürften nicht zuletzt gesetzliche Vorgaben beigetragen haben, welche eine höhere Eigenverantwortung der Futtermittelwirtschaft mit sich gebracht haben und die Unternehmen unter anderem zu verstärkter Eigenkontrolle, Aufbewahrung von Rückstellmustern, Anwendung der HACCP-Grundsätze und zur Durchführung grundlegender Hygienemaßnahmen verpflichten.

Tabelle 1: **Untersuchung von Proben aus der Futtermittel-Überwachung (FMK) auf Salmonellen, Ergebnisse im Vergleich der Untersuchungsperioden 1998-2002, 2003-2007 bzw. 2008-2010**

	Proben FMK	**Proben 1998-2002**			**Proben 2003-2007**			**Proben 2008-2010**		
		tested	**pos**	**%**	**tested**	**pos**	**%**	**tested**	**pos**	**%**
Einzel-futter	Fisch-, Tiermehl	94	14	*14,9%*	41	4	*9,8%*	59	2	*3,4%*
	Ölsaaten, Getreide	279	25	*8,9%*	403	16	*4,0%*	248	5	*2,0%*
Misch-futter	Schweine, Rinder	63	2	*3,2%*	165	2	*1,2%*	188	1	*0,5%*
	Geflügel	622	26	*4,2%*	1023	6	*0,6%*	404	1	*0,3%*

Sensibilisiert durch den S. Mbandaka Ausbruch mit mehr als 150 humanen Erkrankungsfällen wurde von Seite ZAM Salmonella-kontaminiertem Futter von Betrieben mit Legehennen zuletzt besonderes Augenmerk gewidmet. Durch Ansatz von Verdachtsmustern in mehreren Teilproben wurden dabei in einem Fall kontaminierte Vorprodukte bzw. Ausgangsrohstoffe gefunden (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: **Abklärung der Eintragsquelle von S. Mbandaka in ein Legehennenfutter**

Untersuchung	***Salmonella* sp.**	**Serovar**
• Untersuchung der Futtermischung vom Legebetrieb	Nachweis **positiv**	***S*. Mbandaka**
• Untersuchung der Futterkomponenten (vom Legebetrieb)		
wirtschaftseigener Körnermais	Nachweis negativ	---
zugekauftes Legekonzentrat	Nachweis **positiv**	***S*. Mbandaka**
• Untersuchung Komponenten Legekonzentrat (Hersteller)		
Futterkonzentrat	Nachweis negativ	---
Sojaextraktionsschrot	Nachweis **positiv**	***S*. Mbandaka**
• Untersuchung der Rückstellmuster von einzelnen LKW-Lieferungen und dadurch Rückverfolgung des mutmaßlichen Infektionswegs auf die Produktion einer bestimmten Ölmühle	Nachweis **positiv**	***S*. Mbandaka**

Im gegenständlichen Fall wurde nach dem positiven Nachweis von S. Mbandaka im Legehennenfutter an einem landw. Betrieb (allerdings ohne Bezug zum Ausbruch 2010) der Eintragsquelle des Erregers nachgegangen. Durch gezielte Untersuchung von Rückstellmustern konnte Sojaextraktionsschrot als Quelle des Erregereintrags abgeklärt werden, wobei auch Transportweg und Lieferchargen rückverfolgt werden konnten (siehe Tabelle 2).
Die in diesem Fall isolierten Stämme entsprechen zwar hinsichtlich der festgestellten Serovar dem vorangegangenen Ausbruchsfall, sie unterscheiden sich allerdings sowohl in ihrem Resistenzmuster als auch in der Pulsfeld-Gelelektrophorese von den humanen Isolaten und stehen dementsprechend in keinem Zusammenhang mit den humanen Erkrankungsfällen.
Allerdings wurden entsprechende S. Mbandaka Stämme auch schon zu einem früheren Zeitpunkt in Futter- bzw. in Umgebungsproben von zwei weiteren Legebetrieben und auch bei einer privaten Ei-Untersuchung nachgewiesen.
Die ermittelten Ergebnisse zeigen, dass der Eintrag von Salmonellen ins Futter vielfach auf dem Weg über zumeist gering kontaminierte Ausgangsrohstoffe erfolgt. Ölsaaten wie Soja und daraus gewonnene Nebenerzeugnisse sind dabei als eine wichtige Eintragsquelle von Salmonellen in Futter zu bewerten. Die niedrige Kontaminationsrate der betroffenen Rohstoffe erfordert ein Monitoring mit einer hohen Zahl an Teilproben möglichst im Zuge automatisierter Probenahmeverfahren.

Zusätzlich gibt es in der Literatur Hinweise, dass die mikrobiologische Untersuchung von Staubproben aus Anlagen und aus der Produktionsumwelt der Futtermittelerzeugung ein sensitiverer Indikator für die Prävalenz von Salmonellen in der Mischfutterproduktion sein kann als eine ausschließliche Endproduktkontrolle.

Zusammenfassung

Nach dem positiven Nachweis von S. Mbandaka in einem Legehennenfutter konnte durch gezielte Untersuchung von Rückstellmustern Sojaschrot als Eintragsquelle abgeklärt werden. So wie in diesem Fall dürfte der Eintrag von Salmonellen in Futtermittel vielfach auf dem Weg über zumeist gering kontaminierte Ausgangsrohstoffe erfolgen. Ölsaaten wie Soja und daraus gewonnene Nebenerzeugnisse sind dabei als eine wichtige Eintragsquelle von Salmonellen in Futter zu bewerten.
Neben einem Rohstoffmonitoring mit einer hohen Zahl an Teilproben sollte die mikrobiologische Untersuchung von Staubproben aus der Produktionsumwelt der Futtermittelerzeugung als sensitiver Indikator für die Prävalenz von Salmonellen in der Mischfutterproduktion herangezogen werden.

Abstract

Following the positive detection of *S*. Mbandaka in feed for laying hens, a specific examination of retained samples showed that soya bean meal was the input source. As in this particular case, the input of *Salmonella* sp. into feed materials frequently occurs due to mostly slightly contaminated raw materials. Oil seeds such as soya and by-products obtained from them are to be considered an important input source of *Salmonella* sp. into feed materials.
In addition to monitoring the raw materials with a high number of subsamples, the microbiological examination of dust samples from the production environment of the feed materials should serve as a sensitive indicator for the prevalence of *Salmonella* sp. in the compound feed production.

Literatur

EFSA (2007): The Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents, Antimiocrobial Resistance and Foodborn Outbreaks in the European Union in 2006. The EFSA Journal 130, 3-352.
RASFF portal database 2010. DG SANCO http://ec.europa.eu/RASFF
AGES (2010): Kontrollierte Futtermittel - Gesunde Tiere - Sichere Lebensmittel 2010. WEB-Version (58 Seiten) http://www.ages.at/uploads/media/Futtermittel_Broschuere_2010.pdf
Pless P und C Kornschober (2011): Bundesländerübergreifender *Salmonella* Mbandaka Ausbruch, Ergebnisse der Betriebserhebungen in der Steiermark. Jahresbericht zum Steirischen Seuchenplan 2010. Steiermärkische Landesregierung, Fachabteilung 8B-Gesundheitswesen, 22-26.
Allerberger F (2010): http://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20100713_OTS0004/ages-durch-salmonella-mbandaka-verursachter-krankheitsausbruch-ist-abgeklaert
Ribot EM, Fair MA, Gautom R, Cameron DN, Hunter SB, Swaminathan B, Barrett TJ (2006): Standardization of pulsed-field gel electrophoresis protocols for the subtyping of Escherichia coli O157:H7, Salmonella, and Shigella for PulseNet. Foodborne Pathog Dis. 2006; 3:59-67.
Davies, R. H. and A. D. Wales (2010): Investigations into *Salmonella* contamination in poultry feedmills in the United Kingdom. J. Appl. Microbiol. 109, 1430-1440.

Adressen der Autoren

[1] Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Zentrum für Analytik und Mikrobiologie, Wieningerstraße 8, A-4020 Linz

[2] Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Futtermittel, Spargelfeldstraße 191, A-1220 Wien

[3] Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für med. Mikrobiologie und Hygiene, Beethovenstraße 6, A-8010 Graz

[*] Ansprechpartner: Dr. Andreas ADLER, andreas.adler@ages.at

Grundlagenstudien zur Erhebung der Salmonellenprävalenz in Österreichischen Geflügel- und Schweinebetrieben: Ergebnisse und Konsequenzen.

Baseline studies on the prevalence of Salmonella in Austrian poultry and pig farms: results and consequences.

Heimo Lassnig[*1], Peter Much[2], Harald Schliessnig[3], Elfriede Österreicher[4], Klaus Kostenzer[4], Christian Kornschober[5] und Josef Köfer[6]

Einleitung

Salmonellose ist eine der wichtigsten lebensmittelbedingten Infektionskrankheiten in der EU. Zur Bekämpfung von Zoonosen in der Primärproduktion wurden von Oktober 2004 bis Dezember 2008 EU-weit Grundlagenerhebungen über das Vorkommen von Salmonellen in verschiedenen Populationen von Geflügel und Schweinen durchgeführt. Die Studien sollten Risikofaktoren für eine Besiedlung von Geflügel und Schweinen mit Salmonellen und erstmals EU-weit vergleichbare Daten über die Prävalenz von *Salmonella* spp. aufzeigen.

Material und Methoden

Die Stichprobengröße wurde nach den Kriterien einer angenommenen Prävalenz von 50%, einem erwünschten Konfidenzniveau von 95% und einer Genauigkeit von 5% berechnet.
Die Probenahme erfolgte unter Berücksichtigung einer gleichmäßigen jahreszeitlichen Verteilung. In jedem ausgewählten Legehennenbetrieb wurden bei einer Herde 5 paarige Stiefeltupfer und 2 Staubproben gezogen, in jedem Masthühnerbetrieb wurden bei einer Herde 5 paarige Stiefeltupfer gezogen. In jedem Putenbetrieb wurden 2 Herden mit je 5 paarigen Stiefeltupfern beprobt. Von Mastschweinen wurden am Schlachthof Ileozäkallymphknoten entnommen. In Schweinezuchtbetrieben wurden aus verschiedenen Gruppen jedes Betriebes insgesamt 10 Kotproben und 5 Staubproben entnommen. Im Labor wurden die Proben nach Anhang D der modifizierten ISO 6579 (2002) untersucht. Salmonellenisolate wurden nach dem Kauffmann-White-Schema serotypisiert, S. Enteritidis und S. Typhimurium wurden nach den Vorgaben des Health Protection Agency HPA, Colindale (Ward et al, 1987) phagentypisiert.

Ergebnisse und Diskussion

Bei Legehennen waren 15,4 % von 337 Herden positiv auf *Salmonella* spp., bezogen auf *S*. Enteritidis und *S*. Typhimurium waren es 10,7 %; bei Broilern wurden in 28 Herden (7.7%) *Salmonella* spp. gefunden. In acht Herden (2.2%) wurde entweder *S*. Enteritidis oder *S*. Typhimurium nachgewiesen. In 35 der beprobten 202 Putenherden (17,3 %) wurden *Salmonella* spp. bzw. in 26 der untersuchten 104 Betriebe (25 %) nachgewiesen. In keiner Herde wurde *S*. Enteritidis, in nur einer Herde *S*. Typhimurium identifiziert. Bei Mastschweinen wurde *Salmonella* spp. in 20 Schlachtkörpern (3,2 %) isoliert, *S*. Enteritidis / *S*. Typhimurium in 1,3 %. In 15 (6,0%) von 252 Zuchtschweinebetrieben wurden *Salmonella* spp. nachgewiesen, *S*. Enteritidis / *S*. Typhimurium in 1,2 % der Betriebe. Die Studien zeigten, dass in Österreich die humanmedizinisch relevantesten Typen *S*. Enteritidis und *S*. Typhimurium vor allem in Legehennenherden eine Rolle spielen. Schweine, Puten und Broiler spielen in Österreich für das Infektionsrisiko des Menschen (oder als Infektionsreservoir für den Menschen) eine untergeordnete Rolle. Von der EU vorgegebene Ziele sehen vor, die Salmonellenprävalenz in Legehennenbetrieben jährlich um 10% zu senken, in Masthühnerbetrieben eine Prävalenz von unter 1% zu erreichen und zu halten. Bekämpfungsmaßnahmen in der Geflügelproduktion in den letzten Jahren haben zu einem deutlichen Rückgang der Salmonelleninfektionen beim Menschen geführt.

Zusammenfassung

In Österreich wurde von Oktober 2004 bis Dezember 2008 EU-weite, von der EU-Kommission organisierte Grundlagenerhebungen über das Vorkommen von Salmonellen bei Legehühnern, Masthüh-

nern, Puten sowie Mast- und Zuchtschweinen durchgeführt. Die Studie sollte Risikofaktoren für eine Besiedlung von Masthühnern mit Salmonellen aufzeigen.
Die Stichprobengröße wurde nach den Kriterien einer angenommenen Prävalenz von 50%, einem erwünschten Konfidenzniveau von 95% und einer Genauigkeit von 5% berechnet.
Die Probenahme erfolgte unter Berücksichtigung einer gleichmäßigen jahreszeitlichen Verteilung, im Labor wurden die Proben nach Anhang D der ISO 6579 (2002) untersucht und nach dem Kauffmann-White-Schema serotypisiert, alle Iolate von *S*. Enteritidis und *S*. Typhimurium wurden phagentypisiert nach den Vorgaben der HPA Colindale.
Bei Legehennen waren 15,4% der Herden positiv auf *Salmonella* spp., 10,7% auf *S*. Enteritidis/*S*. Typhimurium, bei Masthühnern waren 7.7% der Herden positiv auf *Salmonella* spp., 2,2% auf *S*. Enteritidis/*S*. Typhimurium. Bei Puten wurden in 17,3% der Herden bzw. 25% der Betriebe *Salmonella* spp. nachgewiesen. In keiner Herde wurde *S*. Enteritidis, in nur einer Herde *S*. Typhimurium identifiziert. Bei Mastschweinen wurde Salmonella spp. in 3,2% der Schlachtkörper isoliert, *S*. Enteritidis/*S*. Typhimurium in 1,3%. In 6,0% der Zuchtschweinebetriebe wurden *Salmonella* spp. nachgewiesen, *S*. Enteritidis/*S*. Typhimurium in 1,2% der Betriebe. Diese Zahlen zeigen, dass ein Risiko für den Menschen vor allem von Legehennenbetrieben ausgeht. Von der EU vorgegebene Ziele sehen vor, die Salmonellenprävalenz in Legehennenbetrieben jährlich um 10% zu senken, in Masthühnerbetrieben eine Prävalenz von unter 1% zu erreichen und zu halten. Bekämpfungsmaßnahmen in der Geflügelproduktion in den letzten Jahren haben zu einem deutlichen Rückgang der Salmonelleninfektionen beim Menschen geführt.
.

Abstract

Within the EU, including Austria, EU-wide baseline surveys organized by the commission on the prevalence of *Salmonella* spp. in poultry and pigs were conducted from October 2004 to December 2008. The aim of the studies was to identify risk factors for the infection of layers, broilers, turkeys, fattening and breeding pigs with *Salmonella* spp.
A randomized sampling plan was designed according to EU-commission parameters (p= 50%; CI 95%, α = 5%). Sampling was carried out regularly throughout the whole year. In the lab samples were analyzed according to annex D of ISO 6579(2002). All isolates were serotyped according to Kauffmann-White-scheme and all isolates of S. Enteritidis (SE) and S. Typhimurium (ST) were phage typed in line with the guidelines provided by the HPA Colindale. In laying flocks 15,4% were positive on *Salmonella* spp., 10,7 % were positive on *S*. Enteritidis/*S*. Typhimurium. In broiler flocks 7,7% were positive on *Salmonella* spp, 2,2% were positive on *S*. Enteritidis/*S*. Typhimurium. Concerning turkeys in 17,3 % of all flocks and 25% of all farms *Salmonella* spp. was isolated. None of isolates was *S*. Enteritidis, only one was *S*. Typhimurium. In fattening pigs *Salmonella* spp. was isolated in 3,2 % of all carcasses, *S*. Enteritidis/*S*. Typhimurium in 1,3 %. In 6,0% of breeding farms *Salmonella* spp. was found, *S*. Enteritidis/*S*. Typhimurium in 1,2%. Data show that the risk for human infection is mainly coming from laying hens. Goals where set by the EU to reduce the prevalence of *S*. Enteritidis/*S*. Typhimurium in Austria by 10% each year in layers, in broilers to reach below 1%. Measures to reduce the prevalence of *S*. Enteritidis and *S*. Typhimurium on poultry farms significantly reduced the number of Salmonellae infections in humans.

Literatur

Anonymous, 2003: Regulation (EC) No 2160/2003 of the European Parliament and of the Council of 17 November 2003 on the control of salmonella and other specified food-borne zoonotic agents. OJ L 325, 12.12.2003, 1–15.
GRIMONT PA, WEILL FX, (2007): Antigenic Formulas of the Salmonella Servorars, 9th edition WHO Collaborating Centre for Reference and Research on Salmonella, Institut Pasteur, Paris, France. Available at: http://www.bacterio.cict.fr/kauffmann-white/introduction.html.
KORNSCHOBER C, ORENDI U (2009): Jahresbericht 2008. Nationale Referenzzentrale für Salmonellen, Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, Institut für medizinische Mikrobiologie und Hygiene. BMG Newsletter 1. Quartal 2009. http://www.bmg.gv.at/cms/site/attachments/4/6/2/CH0954/CMS1237532383420/jb_salmonellen_2008.pd

MUCH P, ÖSTERREICHER E, LASSNIG H, KORNSCHOBER C, KÖFER J (2007): Results of the EU-wide Baseline Study on the Prevalence of Salmonella spp. in Holdings of Laying Hens in Austria. Arch Lebensmittelhyg 58: 225–9.
WARD LR, SA JD de, ROWE B (1987): A phage-typing scheme for Salmonella Enteritidis. Epidemiol Infect 99 (2), 291–294.

Adressen der Autoren

[1] AGES (Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH), Institut für Veterinärmedizinische Untersuchungen, Puchstraße 11, 8020 Graz

[2] AGES, Kompetenzzentrum für Infektionsepidemiologie, Währinger Straße 25a, 1096 Wien

[3] Österreichische Qualitätsgeflügelvereinigung QGV, Bahnhofstraße 9, 3430 Tulln

[4] Bundesministerium für Gesundheit, Abteilung Veterinärrecht, Tiergesundheit und Handel mit lebenden Tieren, Radetzkystraße 2, 1030 Wien

[5] AGES, Institut für medizinische Mikrobiologie und Hygiene, Beethovenstraße 6, 8010 Graz

[6] Veterinärmedizinische Universität Wien, Institut für Öffentliches Veterinärwesen, Veterinärplatz 1, 1210 Wien.

[*] Ansprechpartner: Dr. Heimo LASSNIG, heimo.lassnig@ages.at

Salmonellenbekämpfung in der Geflügelproduktion – Aktuelles zu den rechtlichen Rahmenbedingungen

Salmonella control in poultry production – Updates to the legal framework

Peter Pless

Einleitung

Zur Senkung der humanen Salmonellosen beim Menschen durch den Verzehr von Geflügelprodukten (Fleisch, Eier) wurden von Seiten des Europäischen Parlaments und des Rates rechtliche Rahmenbedingungen zur Bekämpfung von Salmonellen in der Lebensmittelkette sowohl auf Ebene der Primär- als auch Sekundärproduktion geschaffen.
Grundlage der Salmonellenbekämpfung in den Tierbeständen ist die Verordnung (EG) Nr. 2160/2003 zur Bekämpfung von Salmonellen und bestimmten durch Lebensmittel übertragbare Zoonoseerregern. Auf deren Basis regelt die Europäische Union Gemeinschaftsmaßnahmen mit Festlegung von Zielen für die Senkung der Prävalenz von Salmonellen in Tierpopulationen auf Ebene der Primärproduktion und erforderlichenfalls auch auf anderen Stufen der Lebensmittelkette, sowie die Genehmigung spezifischer Bekämpfungsprogramme und Festlegung von Vorschriften für bestimmte Bekämpfungsmethoden. Für deren Umsetzung haben die Mitgliedstaaten besondere Vorschriften nach einzelstaatlichem Recht zu erlassen.

Überwachungs- und Bekämpfungsprogramme in der Primärproduktion

Die Umsetzung des Gemeinschaftszieles in den Geflügelbeständen wird auf nationaler Ebene durch die Geflügelhygieneverordnung 2007 idgF. sichergestellt.
Im 3. Hauptstück wird die VO (EG) Nr. 1003/2005 bzw. die VO (EU) Nr. 200/2010 umgesetzt und regelt im 2. Abschnitt die Überwachung der Elterntierbetriebe. Änderungen betreffen die Probenahmen bei den erwachsenen Zuchtgeflügelbeständen mit mehr als 250 Tieren in der Legephase. Dabei sind alle 2 Wochen Proben zu nehmen. In Beständen mit Brutkapazitäten von weniger als 1000 Eiern je Brutdurchgang müssen die Probenahmen in den Elterntierbetrieben vorgenommen werden, bei jenen mit Kapazitäten über 1000 Eiern je Brutdurchgang sowie jene, die für den IGH zugelassen sind, in der Brüterei. Die Probenahme hat durch den Betriebsinhaber oder durch einen beauftragten Probenehmer (Brüterei, Betreuungstierarzt) zu erfolgen. Alle 16 Wochen sind stattdessen amtliche Probenahmen durchzuführen. Wesentliche Änderung für die Elterntierbetriebe ist die Verpflichtung einer amtlichen Probenahme innerhalb vier Wochen nach der Einstallung im Elterntierbestand, sowie für Betriebe mit über 1000 Eiern je Brutdurchgang sowie bei Betrieben, die für den IGH zugelassen sind, zusätzliche amtliche Probenahmen im Elterntierbetrieb entweder in der 32. bis 40. Lebenswoche oder alle 16 Wochen (Änderungsvorgaben noch im Entwurf und nicht entschieden).

Die Untersuchungsbestimmungen für Legehennen im 5. Hauptstück mit Umsetzung der Verordnung (EG) Nr. 1237/2007 betreffen die Änderungen der Probenahmen durch den Amtstierarzt. Grundsätzlich sind in den der Geflügelhygieneverordnung 2007 unterliegenden Betrieben ($\geq$ 350 Legehennen je Betrieb) ab der 22. bis 26. Lebenswoche sowie alle 15 Wochen paarige Stiefeltupferproben gem. § 41 (2) durch den Betreuungstierarzt zu ziehen. Einmal jährlich wird diese Probenahme durch eine amtliche Probenahme gem. § 41 (3) ersetzt. Diese beinhaltete bislang neben den paarigen Stiefeltupferproben auch die Entnahme von 150 g Stallstaub und 150 g Kot. Da in Legehennenbetrieben bei Neueinstallung bzw. bei laufenden Reinigungsarbeiten die erforderliche Staubmenge oft nicht erzielt werden kann, ist als Alternative dazu in der Verordnungsänderung auch die Probenahme durch feuchte Wischtupfer mit einer Gesamtfläche von mindestens 900 cm^2 vorgesehen. Aus praktischen Gründen ist anzumerken, dass diese Fläche auch von bislang, über die QGV erhältlichen Stiefeltupfer einer französischen Firma, erfüllt wäre. Die Probenmenge für Kot ist hinkünftig mit 100 g festgesetzt.
Wenn im Rahmen einer Ausbruchsabklärung gemäß Zoonosengesetz BGBl. I Nr. 128/2005 in einer Legehennenherde *Salmonella* spp. nachgewiesen wird, so regelt der § 41 (5) die Tötung dieser sowie die Liefersperre der Eier. Dem Besitzer steht hinkünftig eine Entschädigung gemäß dem 2. Hauptstück des Tiergesundheitsgesetzes zu.

Wird in den Geflügelbeständen *Salmonella* spp. nachgewiesen so darf gemäß § 11 Abs. 5 der Verordnung im ausgestallten Betrieb erst nach Abschluss der Reinigung und Desinfektion und Vorliegen eines Salmonellen-negativen Untersuchungsergebnisses zum Nachweis des Reinigungserfolges eine Neueinstallung erfolgen (Frist der Wiedereinstallung mind. 14 Tage). Die Untersuchungsergebnisse müssen in der QGV-Datenbank aufscheinen.

Maßnahmen in der Sekundärproduktion

Gemäß Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 über mikrobiologische Kriterien in Lebensmittel haben Geflügelschlachtbetriebe im Rahmen der betrieblichen Eigenkontrolle an jedem fünften Schlachttag fünf Nackenhautproben zu jeweils 25 g auf Salmonellen zu untersuchen. Der Betrieb entspricht den Prozesshygienekriterien wenn von 10 aufeinander folgenden Untersuchungsdurchgängen (je 5 Nackenhautproben) in nicht mehr als sieben, der 50 untersuchten Proben, Salmonellen nachgewiesen werden. Entsprechen die Ergebnisse bei drei aneinander folgenden Untersuchungsdurchgängen (insgesamt 150 Proben) so kann der Untersuchungsintervall auf insgesamt 10 Schlachttage erweitert werden. Mit der am 1. Dezember 2011 voraussichtlichen in Kraft tretenden Änderung der VO (EG) Nr. 2073/2005 entspricht der Schlachtbetrieb dann den Prozesshygienekriterien, wenn in einem Probendurchgang (10 x 5 Proben) nicht mehr als fünf Proben ein Salmonellen positives Ergebnis aufweisen. Führen die Untersuchungen zu unbefriedigenden Ergebnissen, so ist die Probenahmehäufigkeit wieder auf fünf Proben an jedem fünften Schlachttag zu erhöhen und der Schlachtbetrieb hat verstärkt Biosicherheitsmaßnahmen umzusetzen. Von großer Bedeutung für die Schlachtbetriebe ist die in der VO (EG) Nr. 2160/2003 Anhang II/E festgelegte Fristsetzung von 84 Monaten nach In Kraft treten, dass Salmonellen in 25 g nicht vorhanden sein dürfen, welche die Aufnahme des Nachweises von Salmonella Enteritidis und Salmonella Typhimurium in die Lebensmittelsicherheitskriterien der VO (EG) Nr. 2073/2005 zu Folgen haben wird. Bei dem fünf- bzw. zehntägigen Untersuchungsintervall dürfen in keiner der fünf untersuchten Proben diese beiden Serovare nachgewiesen werden. Liefert die Untersuchung ein unbefriedigendes Ergebnis, so ist das Produkt gemäß Artikel 19 der Verordnung (EG) Nr. 178/2002 vom Markt zu nehmen oder zurückzurufen. Nachdem es sich dabei um Frischfleisch handelt und der Zeitraum von Probenahme bis zur Isolierung von Salmonellen und Übermittlung der Isolate in die Referenzzentrale zur Typisierung doch mehrere Tage dauern wird, ist davon auszugehen, dass das Verbrauchs- bzw. Mindesthaltbarkeitsdatum für diese Chargen bereits abgelaufen und eine Rückholaktion somit praktisch nicht in Anwendung kommt.

Einfluss in die VO (EG) Nr. 2073/2005 nimmt der § 13 Abs. 2 der Fleischuntersuchungsverordnung 2006 mit Änderung gem. Verordnung 250/2008. Werden bei Untersuchung der Mastherden gemäß § 37 Abs. 1 und 2 der Geflügelhygieneverordnung 2007 BGBl. II Nr. 100/2007 Salmonellen nachgewiesen, so müssen die Herden gesondert geschlachtet werden (z. B. getrennte Schlachtlinie oder am Ende des Schlachttages). Die Schlachtkörper dieser Herden sind in den Stichprobenplan gemäß Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 betreffend die Untersuchung auf Salmonellen im Rahmen der Prozesshygienekriterien einzufügen. Werden Salmonellen nachgewiesen, hat der Mastbetrieb obig genannten Maßnahmen betreffend verstärkte Reinigung- und Desinfektionsmaßnahmen zu setzen, sowie die Kontrolle im Rahmen bakteriologischer Untersuchungen vorzunehmen. Ergibt die erforderliche Differenzierung der Stämme den Nachweis von *S. Enteritidis* und *S. Typhimurium* (inklusive dem Monophasischen Stamm: 1,4,5,12:i-) so ist die Herde im Schlachthof gemäß den Lebensmittelprozess- bzw. Lebensmittelsicherheitskriterien zu beproben. Gemäß Einhaltung der Sorgfaltspflicht wird es dem Schlachtbetrieb nicht möglich sein, vor Erhalt des endgültigen Untersuchungsergebnisses Frischfleisch in Verkehr zu bringen, auch wenn ein nicht zu erwartendes negatives Untersuchungsergebnis auftreten würde (n = 5; c = 0). Dem Betrieb wäre es theoretisch möglich, das Frischfleisch einzufrieren und bei einem Salmonellen negativen Untersuchungsergebnis dieses gefroren in den Handel zu bringen. Bei einem entsprechend positiven Nachweis darf Geflügelfleisch jedoch nur durcherhitzt in Verkehr gebracht werden.

Zusammenfassung

Die Rechtsänderungen im Rahmen der Bekämpfung von Salmonellen in der Primärproduktion führen hinkünftig, so wie in den Legehennenbetrieben (GeflHygV, § 41 Abs. 3) und den Hühnermast-

betrieben (GeflHygV § 37 Abs. 7 und 8) zu einer vermehrten Einbindung der amtlichen Überwachung und Probenahmen auch in die Elterntierbetriebe. Praktische Erfahrungen bei der Entnahme amtlicher Proben in den Geflügelbetrieben veranlassen auch Korrekturen bei den zu entnehmenden Proben.
Von wesentlicher Bedeutung für die Hühnermast- und letztendlich für die Schlachtbetriebe ist die Umsetzung der Fristen aus der Verordnung (EG) Nr. 2160/2003 betreffend *S. Enteritidis* und *S. Typhimurium* positiver Herden bzw. Verankerung der zu untersuchenden Nackenhautproben im Rahmen der VO (EG) Nr. 2073/2005 in den Lebensmittelsicherheitskriterien. Während der Nachweis genannter *Salmonella*-Servare bei alleinigem Nachweis in den Nackenhautproben für die Betriebe aufgrund der sehr langen Untersuchungsdauer kaum Auswirkungen, haben wird, ergeben sich bei deren Nachweis in der Mastherde Vorgaben, die ein In-Verkehr bringen als Frischfleisch hinkünftig unmöglich machen.

Abstract

The law changes under the control of salmonella in the primary production will also implement an increased involvement of official sampling in the parant flocks as done in the laying hen and broiler farms (Poultry hygiene regulation 2007) until now. Practical experience with the official sampling in poultry farms, will include corrections to the sample technique.
Essential for the broilers and ultimately of the slaughterhouses is to implement the terms of the Regulation (EC) No 2160/2003 on *S. Enteritidis* and *S. Typhimurium* positive herds or anchoring of the examined neck skin samples according to Regulation (EC) 2073/2005 in the food safety criteria. The proof-called Salmonella strains in neck skin samples will not be really relevant for the companies because of the long detection period. There will be big problems when *S. Enteritidis* or *S. Typhimurium* is detected in the herds. To bring fresh poultry meat of this herds on the market is therefore impossible for the future.

Rechtliche Grundlagen

Verordnung (EG) Nr. 2160/2003 zur Bekämpfung von Salmonellen und bestimmten anderen durch Lebensmittel übertragbaren Zoonoseerregern
Verordnung (EG) Nr. 1003/2005 zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 2160/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates über ein Gemeinschaftsziel zur Senkung der Prävalenz bestimmter Salmonella-Serotypen bei Zuchtherden von Gallus gallus und zur Veränderung der Verordnung (EG) Nr. 2160/2003
Verordnung (EU) Nr. 200/2010 zur Durchführung der Verordnung (EG) 2160/2003 des Europäischen Parlaments und Rates im Hinblick auf ein Unionsziel zur Senkung der Prävalenz von Salmonella-Serotypen bei erwachsenen Gallus-gallus-Zuchtherden.
Verordnung (EG) Nr. 1237/2007 zur Durchführung der Verordnung (EG) 2160/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates sowie der Entscheidung 2006/696/EG hinsichtlich des Inverkehrbringens von Eiern aus mit Salmonellen infizierten Legehennenherden.
Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlamentes und des Rates zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit.
Verordnung (EG) 2073/2005 über mikrobiologische Kriterien für Lebensmittel
Geflügelhygieneverordnung 2007, BGBl II Nr. 355/2008
Änderung der Fleischuntersuchungsverordnung 2006, BGBL II Nr. 250/2008
Zoonosengesetz, BGBl. I Nr. 128/2005
Tiergesundheitsgesetz, BGBl. I Nr. 133/1999

Adresse des Autors

Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilung 8 C – Veterinärwesen, Friedrichgasse 11, A-8010 Graz

Ausgewählte Sanierungsmethoden für schwermetallbelastete Böden

Selected methods of landscape rehabilitation for soils with large heavy metal content

Csaba Gyuricza[1*] und Peter Liebhard[2]

Introduction

Red sludge is the by-product of bauxite based aluminium production. Just like in Ajka (Hungary), red sludge is stored in reservoirs worldwide. Due to the technology applied, a certain proportion of sodium hydroxide used in the separation process remains in the red sludge and causes it to be strongly alkaline. Its pH is typically between 12 and 14 (MTA KK AKI – Hungarian Academy of Sciences Chemical Research Centre).
A disaster similar to the one that occurred in October 2010 has not yet happened anywhere so there is no previous experience that could be applied for the recultivation of arable land (Gyuricza et al., 2011. László 2011.). In the present study the first soil examination results and the three-step remediation process developed are introduced.

Materials and methods

The region affected by the disaster is situated on the upper watershed area of Marcal in the valley of the Torna stream. Most of the area is covered by loess, muddy, sandy river and slope deposits. The surface soil has a typical light mechanical composition (pebbly sand, sand or loam sand) with occasional muddy, clayey inter layers. On the older and higher areas brown forest soils have formed on the loess deposits while the lower-lying areas have hydromorphic humic gley or river valley soils. The higher territories have pebbly brown soils with thin fertile layers and in smaller patches humic gley chernozem soils. The depth of underground water is generally 2 to 4 meters while in the lower-lying areas 0.5 to 1.0 m with seasonal changes. The groundwater normally has calcium-magnesium hydrocarbonate content.
During the survey soil samples were collected from the upper 90 cm of the soil (0-30, 30-60, and 60-90 cm). Sample taking spots were selected so that areas covered by vegetation (clover and corn) and cultivated are both included. Samples were taken three times based on which an average sample was prepared. Basic and nutrient examinations were conducted and the amounts of the most important toxic elements were measured. The elements of the three-step remediation were elaborated on the basis of site specifics, site surveys and laboratory examinations.

Results and discussion

As a result of the disaster the alkaline red sludge covered about 1000 ha of arable land. On site examinations show that the sludge layer stayed on the surface of the soil. It only flowed into occasional cracks and did not mix with the arable soil. The surface pollution of the soils varied depending on the thickness of plant growth, angle of slope, the distance from the place of burst and the speed of the mud current. On already cultivated land surface free from plants the depth of the sludge left behind was a maximum of 1 to 2 cm. Due to the fast flow and in some areas to the high moisture content of the soil the alkaline fraction reached the deeper layers to a very small extent or not at all. We concluded that the heavy metal content of the soil does not reach the pollution limit value of soils and the pH level did not increase significantly in the examined 90 cm deep soil layer (with the exception of the top 10-20 cm) (*Tables 1-2.*). These areas (about 40 to 45 per cent of the total arable land) can be used again without the removal of the red sludge. The most serious damage occurred in the areas farthest from the site of burst. In these areas the flow of the sludge slowed down and collected in the deeper parts of the surface. It is in these areas that the largest amount of sludge and soil layer had to be removed, and it is also in these areas that the pH level increased.

Table 1. **Results of basic pedological and nutrient examinations based on soil samples taken in arable land areas affected by the red sludge disaster (Kolontár, 16 October 2010)**

Plant	Depth (cm)	K_A	pH_{KCl}	$CaCO_3$ %	Total salt %	Humus %	NO_2+NO_3-N mg kg^{-1}	P_2O_5 mg kg^{-1}	K_2O mg kg^{-1}
Corn	0-20	60	7.3	12	0.05	3.4	3.92	46.4	83.8
	20-40	43	7.2	11	0.07	3.5	4.93	37	63.3
Clover	0-30	47	7.3	9	0.07	2.0	27.1	93.3	97.1
	30-60	45	7.3	11	0.05	1.6	6.0	45	73.1
	60-90	44	7.2	6	0.07	2.2	3.6	80.8	45.5
Ploughed surface	0-30	36	7.8	7	0.13	2.0	27.7	112	83.8
	30-60	43	7.2	5	0.07	2.0	1.1	33	88
	60-90	38	7.4	9	0.02	1.2	2.9	181	40.9

Table 2. **Results of soluble toxic element content based on soil samples taken in arable land areas affected by the red sludge disaster (Kolontár, 16 October 2010)**

Plant	Depth (cm)	Arsenic	Cadmium	Chrome	Copper mg	Mercury kg^{-1}	Nickel	Lead	Zink
Corn	0-20	9.8	<0.02	28.9	12.4	<0.05	28.2	7.5	63.1
	20-40	20.2	<0.02	36	14.1	<0.05	36.6	7.2	78
Clover	0-30	8.3	<0.02	25.5	10.5	<0.05	26.3	8.5	59.1
	30-60	8.9	0.087	26.9	10.8	<0.05	27.8	5.4	57.8
	60-90	9.9	<0.02	29	9.9	<0.05	27.8	3.8	55.5
Ploughed surface	0-30	8.8	0.039	25.9	8.5	<0.05	23.9	6.5	50.4
	30-60	12.8	<0.02	41.2	12.3	<0.05	37.7	4.8	77.1
	60-90	6.1	<0.02	14.8	6.5	<0.05	19.2	3.8	39.7
***Pollution limit value**		***15***	***1***	***75***	***75***	***0.5***	***40***	***100***	***200***

*in accordance with 10/2000.(VI.2.) KöM-EüM-FVM-KHVM (Ministry of the Environment, Health Ministry, Ministry of Agriculture and Rural Development, Ministry of Transport, Communication and Water) Common Decree

For the revitalization of the arable land area affected by the disaster it is necessary to elaborate processes that are capable of restoring the cultivation area to its original state. The three-step remediation (3R) was developed for this purpose (*Figure 1*.)

Step 1: The key element of habitat revitalization is the recovery of soil biological activity and the prevention of the dusting out of the red sludge. In order for these to happen, a special soil improving and yield enhancing product (compost-turf mixtures) was used (1st remediation step). This step increased the biological activity of the soils as well as their nutrient storage capacity thanks to the high adsorption capacity, increased the immunity of energy plants (willow and poplar) against germs and pests, established a stable soil structure and improved the water, heat and air management of soils. After spreading the material, it needs to be turned into the soil with a disc (to a depth of max. 10 cm).

Step 2: Right after the compost-turf mixture was spread annual plants were sown on the area (2nd remediation step), which ensures the quick cover of the soil with vegetation and organic matter replacement. For this purpose, undemanding plants with fast growth rate (e.g. triticale and rye) were used. In spring the green plant mass will be crushed with stem shredder, which will result in a high volume of mulch cover.

Step 3: Creating a ligneous plantation (3rd remediation step). Planting is possible with 150-200 cm long stick cuttings or 20-22 cm long plain cuttings. A stick cutting is a one-year-old ligneous plain cutting without roots planted 40-50 cm deep. The foliage that falls in the autumn protects the soil surface and provides organic matter. The plants can be first harvested in 2 years and then for the next 10 to 16 years the biomass can be cut with the same cutting cycle.

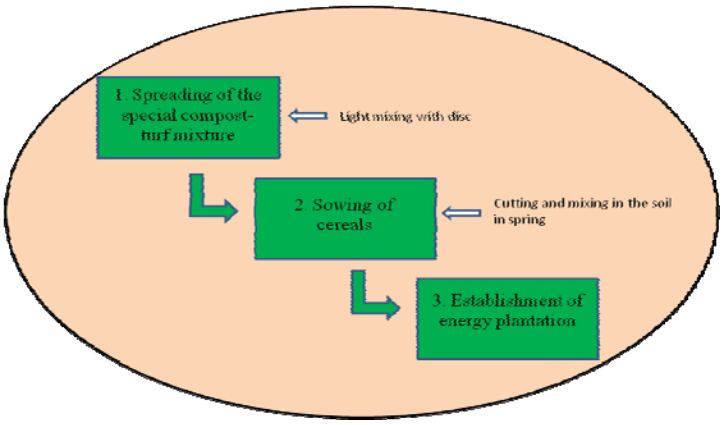


Figure 1. The schematic of the three-step remediation (3R)

Abstract

On 4th October 2010 the most serious industrial disaster of the Hungarian history took place: the Veszprém county settlements of Kolontár, Devecser and Somlóvásárhely were flooded by heavily polluting alkaline red sludge. A few days after the disaster members of the Szent István University Faculty for Agriculture and Environmental Studies and of the Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences supported by a number of enterprises arrived in the area to carry out surveys and examinations related to the rehabilitation of non-residential areas. The measurements carried out on-site as well as the laboratory analysis results of soil samples clearly prove earlier assumptions, that is, the heavy metal content of the soil does not reach the pollution limit value of soils and the pH level did not increase significantly in the examined 90 cm deep soil layer. It can be concluded that the damages in non-residential areas are less significant than it had been assumed based on the damage witnessed in residential areas. The area can be made suitable even for food raw material production in a short time (1-2 years). In spite of this it is necessary to alter soil use completely due not so much to habitat damage but to market conditions and psychological impacts. For this, a three-step remediation plan was developed. The present article discusses the main conclusions of the two-month research drawn so far as well as recommendations for arable land rehabilitation.

References

ALEXA L, 2011. Utilizing Composts for Remediation. Biowaste 6.1. 32-35.
GYURICZA CS, LÁSZLÓ P, ALEXA L, 2011. Utilization of Arable Lands with Energy Plants after the Red Sludge Disaster. Biowaste 6.1. 25-32.
LÁSZLÓ P, 2011. Examination of Ground Conditions at the Site of the Red Sludge Disaster. Biowaste 6.1. 20-24.
MTA KK AKI: 2010. Az ajkai vörösiszap-ömléssel kapcsolatban 2010. október 12-ig végzett vizsgálatok eredményeinek összefoglalása. Kézirat.

Adresses of the authors

[1] Szent István University, Institute of Crop Production, Páter K. út 1, H-2103 Gödöllő

[2] Vienna University of Agricultural Sciences, Institute of Crop Production and Plant Breeding, Gregor Mendel Strasse 33. A-1180, Vienna

[*] Corresponding author: Assoc. Prof. Dr. Csaba GYURICZA, gyuricza.csaba@mkk.szie.hu

Elementanalyse von Abfällen aus der Grünen Tonne einer Landeshauptstadt

Elemental Composition of Urban Biowaste

Manfred Sager

Einführung

In den Industrieländern werden immer mehr landwirtschaftlich genutzte Flächen (täglich 10-15 ha) versiegelt oder zu Hausgärten umgewandelt (BLUM 2008). Die dort wachsenden Pflanzen sind bestenfalls kompostierbar oder verbrennbar, falls sie in der Grünen Tonnen, getrennt von z.B. Metallen, Batterien und technischen Abfällen, gesammelt werden. In der EU fallen jährlich 88 Millionen Tonnen biologisch abbaubarer Müll an. Durch Rückführung werden dem Boden Phosphate und andere dem Pflanzenwachstum förderliche Spurenelemente zugefügt, und bei Kompostierung zusätzlich der Kohlenstoffgehalt im Boden erhöht (FUNDA et al. 2009). Neben hygienischen Problemen stellt sich die Frage, wie oft und wie hoch Kontaminationen (Fehlwürfe) auftreten. Ferner lohnt sich ein Vergleich mit Daten von Güllen und Misten aus der Landwirtschaft, welche mit der gleichen Methode im selben Labor jahrelang erhoben wurden (SAGER 2007).

Material und Methodik

Im Verlauf eines ganzen Jahres wurden Proben aus der Grünen Tonne monatlich a 4 Stellen einer österr. Landeshauptstadt gesammelt. Die pastösen säuerlich riechenden Proben wurden neben dem für Düngemittel üblichen Trockenaufschluß auch einem Druckaufschluß mit $KClO_3/HNO_3$ (SAGERr 2011) unterworfen, der sich für die meisten Elemente, insbesondere zur Analyse von Bor, Jod, Silizium und Gesamtschwefel eignet, aber von geringerer Einwaage ausgeht. Die Messungen erfolgten mit ICP-OES (Perkin ElmerOptima 3000 XL; SAGER 2005) und für Jod mit ICP-MS (Perkin Elmer Sciex Elan DRC II). Bei Gehalten von Silizium über etwa 0,3 % blieb beim Druckaufschluß ein Rückstand, und Silizium wurde in diesen Fällen klassisch gravimetrisch bestimmt.

Ergebnisse und Diskussion

In Tabelle 1 sind die ausreisserbereinigten, auf Trockenmasse bezogenen gefundenen Konzentrationen angegeben. Der Wassergehalt betrug 70-76 %. Jahreszeitliche Zyklen waren nicht festzustellen, nur Jod war im Frühjahr leicht höher. Der nach Trockenaufschluß gefundene Schwefel (größtenteils Sulfat) betrug 30 ± 16% des nach Druckaufschluß gefundenen Gesamtschwefels. Bei insgesamt großer Streubreite lagen die gefundenen Werte unter oder im Bereich jener aus Güllen und Misten (Tabelle 2), und im Vergleich mit Kompost weit darunter (Tabelle 3), ausgenommen für P und K. Für Bor und Jod waren keine Vergleichsdaten aus Österreich verfügbar, sie liegen im Bereich grüner Pflanzen. Durch die Bioabfälle ist eine Anreicherung der Böden mit P, S und Mo zu erwarten.
Sämtliche Fehlwürfe fanden Dezember bis Mai statt und rechtfertigen die umfassende Kontrolle vor dem Einsatz als Düngemittel. Spitzenwerte waren u.a. 31 mg/kg Arsen, 80 mg/kg Chrom, 120 mg//kg Kupfer, 46 mg/kg Jod, 613 mg/kg Pb, 436 mg/kg Zn und 1,6% Na. Bodenversalzung aus Streusalz oder Küchenabfällen sollte in Zukunft im Rahmen der Düngemitteluntersuchung beachtet werden.
Nach dem Druckaufschluss wurden unlösliche Rückstände in 4 Proben von den Standorten 2 und 4, und in einer Probe aus Standort 3 festgestellt; Gravimetrie ergab einen Spitzenwert von 28,4% SiO_2.

Tabelle 1: **Medianwerte und Konzentrationsbereiche bezüglich Trockenmasse**

mg/kg	Standort 1		Standort 2		Standort 3		Standort 4	
	Median	Bereich	Median	Bereich	Median	Bereich	Median	Bereich
Al	1136	527 - 3918	863	719 – 10708	1011	265 - 2624	1419	371 – 8417
As	1,02	0,38 - 1,96	1,28	0,60 - 3,79	0,81	0,42 - 2,75	1,51	0,43 - 6,08
B	7,32	3,90 - 9,44	10,10	9,05 - 11,92	6,84	2,94 - 10,75	8,86	3,50 - 14,73
Ba	24,3	20,0 - 27,2	25,3	15,5 - 52,1	15,4	11,0 - 47,2	31,8	15,6 - 38,9
Be	0,151	0,096 - 0,436	0,157	0,085 - 0,812	0,115	0,060 - 0,278	0,221	0,063 - 0,938
Ca	28162	15541 - 42744	32127	13780 – 43387	27776	14424 - 33737	25290	15718 – 41518
Cd	0,058	< 0,02 - 0,096	0,045	< 0,02 - 0,154	0,035	< 0,02 - 0,095	0,059	< 0,02 - 0,178
Co	0,74	0,52 - 1,68	0,64	0,41 - 3,26	0,45	0,20 - 1,72	1,08	0,28 - 6,30
Cr	4,70	3,15 - 12,53	6,40	4,15 – 33,0	4,37	1,40 - 19,1	6,09	2,59 – 43,3
Cu	12,3	9,8 - 24,7	17,1	11,5 - 41,9	13,2	8,8 - 15,4	13,0	8,6 - 18,7
Fe	1854	1292 - 3937	1635	1193 – 8193	1276	435 – 3407	2455	616 – 12075
I	1,27	0,48 - 2,14	1,26	0,51 - 8,26	2,27	0,41 - 12,11	3,09	1,24 - 6,37
K	12415	8977 - 13916	12743	8373 - 16774	10806	6063 - 17336	8663	4272 – 14040
Mg	2783	2481 - 6772	3299	2294 - 5744	2425	1298 – 4311	3802	1718 – 5886
Mn	46,3	37,6 - 95,6	59,8	31,5 - 134,1	45,5	20,6 - 85,7	46,8	33,9 – 223
Mo	0,65	0,34 - 1,64	0,51	0,36 - 1,32	0,61	0,45 – 1,04	0,66	<0,03 - 1,11
Na	4995	3439 - 8864	4775	3206 - 11039	4092	2216 - 15709	4331	2727 – 7748
Ni	4,48	2,05 - 6,75	4,37	3,23 - 15,8	3,33	1,09 – 9,32	4,31	1,62 – 20,0
P	3207	2242 - 3990	2476	1785 - 6017	2483	1564 – 3023	2406	2002 – 3196
Pb	4,52	2,45 - 8,25	4,16	1,54 - 39,14	2,05	0,91 - 13,14	4,38	2,57 - 8,97
S	686	535 - 1115	807	441 – 1262	533	370 – 910	696	358 – 1135
S_{tot}	2141	1198 - 3239	1790	1431 - 2913	1859	897 – 2528	1740	1453 – 2348
Si*	1739	740 - 5697	1662	1347 - 5319	1182	299 – 2902	1995	891 – 3210
Sr	35,9	27,0 - 55,3	51,3	34,9 - 67,1	30,5	24,5 - 46,8	40,7	19,6 - 65,2
V	2,29	< 0,1 - 6,42	1,94	1,19 - 8,29	1,70	< 0,1 – 3,71	3,72	0,19 - 12,46
Zn	40,8	22,6 - 52,2	37,8	28,9 - 46,8	34,4	20,0 - 170,6	50,1	28,0 - 62,5

* nur augenscheinlich vollständig gelöste Proben

Tabelle 2**: Daten im Vergleich mit gleichermaßen erhaltenen Daten aus Güllen und Misten**

Konzentration im Bio-Abfall	Nährstoffe	Essentielle	Geogene	Gefährliche
Etwa 1/5 der Konzentration von Güllen und Misten	K, P	Mn, Mo, Zn		Cd
Etwa 1/2 der Konzentration von Güllen und Misten	-	Co, Cu, Fe, Mg	Al, Ba, V	Ni
etwa gleich		Cr	Be, Ca, Sr	Pb, Na
Etwa doppelte Konz. von Güllen und Misten				As

Tabelle 3: **Daten im Vergleich mit gleichermaßen erhaltenen Daten aus Kompost**

Konzentration im Bio-Abfall	Nährstoffe	Essentielle	Geogene	Gefährliche
Etwa 1/10 der Konzentration von Kompost	-	Co, Fe, Mn,	Al, Ba, Be, V	-
Etwa 1/5 der Konzentration von Kompost		Mg, Zn		Cd, Cr, Pb,
etwa ½ - ⅓ der Konzentration von Kompost	**P**	Cu*, Mo	Ca, Sr	As, Ni
Mehr als in Kompost	K (2-fach)			Na (2-8 fach)

Tabelle 4: **Ausreißer = ungewöhnlich hohe Konzentrationen**

	Standort 1	Standort 1	Standort 1	Standort 1
3 Ausreißer				Mn
2 Ausreißer		**Zn**		Al, Be, Cd, Cr, Ni, V
3 Ausreißer	B, Ba, **Cu**, K	Ba, Cd, **I**, Mo, P	Ca, Na, S, Sr	**As**, Ba, Co, Fe, Mg, **Pb**

Zusammenfassung

In Proben aus der Grünen Tonne aus einem urbanen Einzugsgebiet wurden die Gesamtgehalte von Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sr, V, Zn, sowie B, S_{tot}, Si, J nach 2 verschiedenen Aufschlussverfahren bestimmt, um deren Eignung als organischer Dünger zu beurteilen. Die auf Trockenmasse umgerechneten Gehalte liegen zumeist tiefer als vergleichbare Daten aus Güllen und Komposten. Jahreszeitliche Zyklen wurden nicht festgestellt, Unter 1288 Daten wurden 33 Ausreißer entdeckt, die die genaue Kontrolle von urbanem Abfall vor der Anwendung in der Landwirtschaft rechtfertigen, vor allem im Frühjahr. Schwefel aus dem Trockenaufschluß betrug gegenüber dem Druckaufschluss mit $KClO_3$ nur 39 ± 16 %.

Abstract

Urban biowaste sampled in special dustbins, was analyzed for total contents of Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sr, V, Zn, as well as B, S_{tot}, Si, and J, in order to test their suitability to serve as an organic fertilizer. The data were transferred to dry mass, and compared with similar data obtained from liquid manures and composts. No annual cycles were detected. Among the 1288 single data, 33 flyers were discovered, which justifies thorough control prior to agricultural uses, in particular in springtime. With respect to pressure digestion in closed vessels with $KClO_3$, dry ashing yielded a recovery of 39 ± 16 %.

Literatur

BLUM W E H, 2008: . Multifunktionale Bodennutzung- Ernährungssicherung versus Energieproduktion, ALVA Jahrestagung, Raumberg-Gumpenstein

FUNDA K et al., 2009: Ökologisch sinnvolle Verwertung von Bioabfällen – Anregungen für kommunale Entscheidungsträger. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, D-11055 Berlin.

SAGER M., 2007: Trace and nutrient elements in manure, dung and compost samples in Austria. Soil Biology and Biochemistry 39, 1383-1390

SAGER M., 2011: Occurrence and Analysis of Selected Non-metals in Food and Agricultural Products (B, Si, Ge, P, S, I; As, Se). Essays on Agriculture and Environment, Eva Maleviti and Costas Stathopoulos eds., ISBN: 978-960-6672-99-6, 2011 ATINER

SAGER M. 2011: Microwave- assisted digestion of organic materials with $KClO_3/HNO_3$ for the analysis of trace metals and non-metals. Analytical Chemistry- an Indian Journal 10 (2)

Adresse des Autors:

Manfred SAGER, Kompetenzzentrum Elemente, AGES Wien. 1220 Wien; manfred.sager@ages.at

Nährstoffspeicherung und Biomassebildung von Zwischenfrüchte in der oberirdischen Pflanzenmasse – Versuche aus Oberösterreich

Nutrient accumulation and biomass production of catch crops – field trials in Upper Austria

Thomas Übleis, Christoph Rechberger und Christian Reichinger

Einleitung

Der Anbau von Zwischenfrüchten bringt eine Reihe von Vorteilen für die Landwirtschaft und die Umwelt. Nährstoffe werden gebunden und vor der Auswaschung ins Grundwasser bewahrt. Die Biomasse der Zwischenfrüchte dient dem Bodenleben als Nahrungsquelle oder kann in Humus umgewandelt werden. Durch Leguminosen wird zusätzlich pflanzenverfügbarer Stickstoff in den Boden eingebracht. Die Zwischenfruchtversuche der Oö. Wasserschutzberatung beschäftigten sich in den Jahren 2009 und 2010 mit der Nährstoffspeicherung und Biomassebildung der Zwischenfrüchte in ihrer oberirdischen Pflanzenmasse. Bei den Nährstoffen standen vor allem Stickstoff, Phosphor, Kalium und der organische Kohlenstoff im Fokus. Das Wurzelmassebildungspotential (laut BERENDONK 2007 bis zu 2,5 Tonnen) wurde bei den Versuchen nicht bestimmt.

Material und Methoden

Versuchsanlage:
Die Versuchsparzellen wurden zum Ende der Wachstumsperiode abgeerntet, verwogen und Proben zur Analyse des Trockensubstanzgehaltes und der Inhaltsstoffe (organischer Kohlenstoff, Gesamtstickstoff, Phosphor, Kalium) untersucht. Die untersuchten Varianten umfassten v.a. Leguminosen (Kanadische Platterbse, etc.) Kruziferen (Kresse, etc.) sowie Mischungen über und unter 50 % Leguminosenanteil. Auf eine Düngung der Zwischenfruchtbestände wurde überwiegend verzichtet.
Standorte:
Die Standorte lagen in den intensiv ackerbaulich genutzten Lagen des oberösterreichischen Alpenvorlandes und im Machland. Im Jahr 2009 wurden 26 Parzellen auf sechs Standorten untersucht; im Jahr 2010 19 Parzellen auf drei Standorten.
Auswertung:
Die ausgewerteten Ergebnisse stellen den Durchschnitt verschiedener Praxisstandorte dar. Die relativ geringe Stichprobenanzahl ermöglicht keine genauere statistische Auswertung, allerdings sind generelle Trends erkennbar.

Ergebnisse und Diskussion

Der Durchschnitt über alle beprobten Parzellen lag im Jahr 2009 bei 22,9 t Frisch- und 3 t Trockenmasse. Die höchsten Masseerträge erzielten die Mischungen mit unter 50 % Leguminosen. Aber auch die Mischungen mit über 50 % Leguminosen hatten überdurchschnittliche Erträge bei der oberirdischen Pflanzenmasse. Deutlich unterdurchschnittlich waren bei diesem Parameter lediglich die Leguminosen (Linsen und Pigmentplatterbsen).

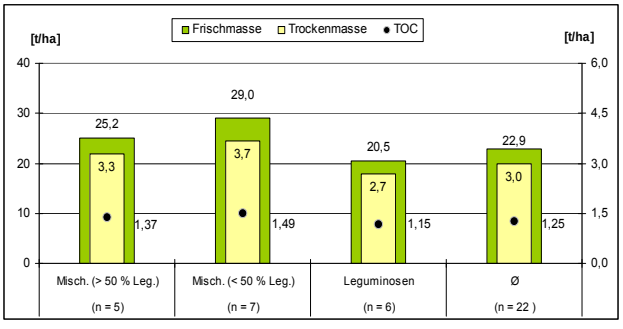


Abbildung 1: **Frisch- und Trockenmasse sowie organischer Kohlenstoff der Varianten; 2009**

Der Durchschnitt der oberirdischen Massebildung lag im Jahr 2010 mit 21,3 t Frisch- und 2,9 t Trockenmasse in einem ähnlichen Bereich wie im Vorjahr. Zusätzlich zur oberirdischen Trockenmassebildung ist auch noch ein Wuzelmassebildungspotential von bis zu 2,5 to Trockenmasse/ha zu berücksichtigen (BERENDONK 2007). Wiederum hatten die Mischungen mit weniger als 50 % Leguminosenanteil und von diesen v.a. die Wassergütemischungen die höchsten Erträge an Pflanzenmasse. Auffallend ist jedoch der starke Abfall der

Mischungen mit über 50 % Leguminosenanteil und der Leguminosenreinkulturen. Es zeigte sich, dass die getesteten Leguminosen (Pigmentplatterbse, Wicke, Alexandrinerklee) empfindlicher auf die schwierigen Bedingungen (ungünstige Anbaubedingungen, kühle Witterung) reagierten als andere Zwischenfrüchte.

Im Jahr 2009 konnten die höchsten Stickstoffwerte in der oberirdischen Pflanzenmasse bei der Kanadischen Platterbse mit 113 kg/ha gemessen werden. Der Durchschnitt aller Kulturen lag bei 71 kg. Bei Phosphor waren die Schwankungen zwischen den Kulturen gering und bei Kalium hatten die Leguminosen unterdurchschnittliche und die Mischungen mit unter 50 % Leguminosenanteil überdurchschnittliche Werte.

Im Jahr 2010 wurden die Nährstofferträge pro Hektar stark von der unterschiedlichen Massebildung der Zwischenfruchtarten beeinflusst.

Die Mischungen mit unter 50 % Leguminosenanteil und von diesen besonders die Wassergütemischungen mit 129 kg/ha hatten die höchsten Stickstoffwerte in der oberirdischen Pflanzenmasse. Im Durchschnitt lag der Wert bei 83 kg Stickstoff. Die Stickstoffwerte der Leguminosen lagen im Bereich des Durchschnitts. Die Pigmentplatterbse hatte allerdings deutlich geringere Werte als im Vorjahr. Bei Phosphor ist ein deutlicher Unterschied zwischen den Varianten mit hohem Leguminosenanteil und niedrigem Leguminosenanteil erkennbar. Je höher der Leguminosenanteil, desto geringer die Phosphormengen pro Hektar. Auch bei Kalium hatten die Leguminosen deutlich geringe Mengen pro Hektar als Nicht-Leguminosen.

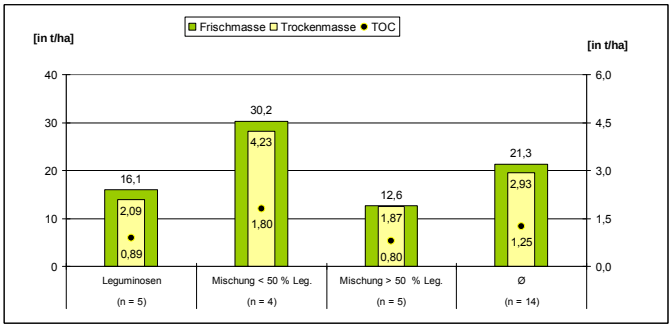


Abbildung 2: **Frisch- und Trockenmasse sowie organischer Kohlenstoff der Varianten; 2010**

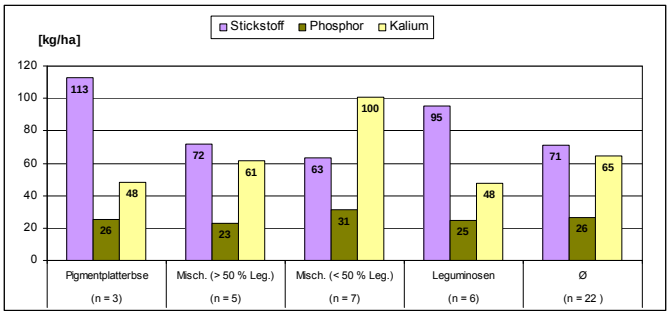


Abbildung 3: **Stickstoff-, Phosphor- und Kaliumwerte der oberirdischen Pflanzenmasse der Varianten; 2009**

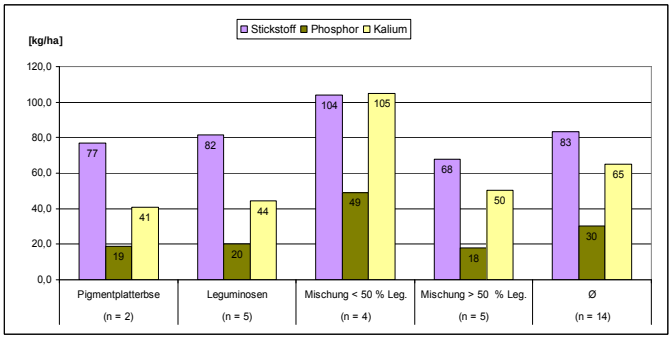


Abbildung 4: **Stickstoff-, Phosphor- und Kaliumwerte der oberirdischen Pflanzenmasse der Varianten; 2010**

Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Jahre 2009 und 2010 zeigen, dass bei einem frühen Anbau der Zwischenfrüchte im oberösterreichischen Alpenvorland Erträge an oberirdischer Pflanzenmasse von rund drei Tonnen Trockensubstanz erzielt werden können. Unter günstigen Voraussetzungen mit entsprechenden Kulturen und Mischungen und bei entsprechender Nährstoffverfügbarkeit können die Erträge noch deutlich ansteigen. Diese Biomasse ist gemeinsam mit den Wurzeln der Zwischenfrüchte als Nahrung für das Bodenleben und Ausgangsstoff für die Humusbildung wichtig.
Leguminosen eignen sich sehr gut als Stickstoffsammler. Allerdings reagieren sie (v.a. kleinsämige Leguminosen) auf ungünstige Anbaubedingungen, kühle Witterung und einen verzögerten Anbautermin wesentlich stärker als andere Kulturen.
Ausgewogene Mischungen hingegen haben das Potential vorhandene Ressourcen (Wärme, Licht, Wasser) besser auszunützen und können Schwächen einzelner Mischungspartner, wie z.B. eine langsame Jugendentwicklung, gut ausgleichen. Dies ist vor allem in Jahren mit ungünstigen Witterungsbedingungen ein entscheidender Vorteil.

Abstract

The results of the years 2009 and 2010 show that the above-ground biomass yields from catch crops reach up to 3 tons of dry matter in the region of Upper Austrian Alps. An early seed date is required to reach such good yields. By growing site-adapted crops, cultivated as mixtures and appropriate nutrient availability the yield can be further increased, even significantly. The produced biomass and also the roots of the catch crops are an important basis for the nutrition of soil life and the production of humus.
Legumes are very suitable for nitrogen collection. However, they react more significantly (especially small seed legumes) to bad growing conditions, cool weather and delayed planting dates than other cultures. If the seed time is later, other crops should be preferred.
Balanced mixtures exploit available resources (heat, light, water) the best. They also balance individual weaknesses like a slowly youth development of single mixture partners. Especially in years with unfavorable weather conditions mixtures have an advantage over pure cultures.

Literatur

BERENDONK, C., 2007: http://www.landwirtschaftskammer.de/riswick/versuche/pflanzenbau /futterbau/veroeffentlichungen/zwischenfruechte-gruenduengung-2007 (Stand: 13.4.2011)
OÖ. WASSERSCHUTZBERATUNG, 2009: Versuchsbericht 2008/2009, abrufbar unter www.ooe-wsb.at
OÖ. WASSERSCHUTZBERATUNG, 2010: Versuchsbericht 2010, abrufbar unter www.ooe-wsb.at
RENIUS W, LÜTKE ENTRUP E, LÜTKE ENTRUP N, 1992: Zwischenfruchtbau - Zu Futtergewinnung und Gründüngung. Ein Baustein zur Bodenfruchtbarkeit und zum Umweltschutz, DLG Verlag, Frankfurt (Main)

Adresse der Autoren

Oberösterreichische Wasserschutzberatung, Figulystraße 34, 4020 Linz

* Ansprechpartner: DI Thomas ÜBLEIS, thomas.uebleis@ooe-wsb.at

Nährstoffversorgung, Säuregrad und Humusgehalt der Ackerböden Österreichs – Status und zeitliche Entwicklung – Überblick der Ergebnisse aus Studien zur Evaluierung des ÖPUL, Schutzgut Boden

Georg Dersch*

Einleitung

Im Österreichischen Programm für die Umweltgerechte Landwirtschaft (ÖPUL) werden nun bereits seit vielen Jahren Maßnahmen gefördert, die auf eine Verbesserung des Bodenzustandes abzielen. Dazu zählen insbesondere die Förderung von Bodenbedeckung durch Zwischenfrüchte, Begrünungen, Erhaltung des Grünlandes, Fruchtfolge-Auflagen, Aussaat ohne intensive vorbereitende Bodenbearbeitung (Mulch- oder Direktsaat), die Reduktion oder der Verzicht auf Ertrag steigernde Betriebsmittel wie synthetische Dünger oder Pflanzenschutzmittel, Integrierte Produktion im Acker-, Wein-, Obst- und Gemüsebau sowie nicht zuletzt die biologische Wirtschaftsweise.
Im Rahmen der Evaluierung für das Schutzgut Boden wurde überprüft, inwieweit die Umsetzung der genannten Maßnahmen zu einer nachhaltigen Verbesserung des Bodenzustandes geführt hat. Dazu wurden unter anderem die Ergebnisse von fast 300.000 Bodenanalysen ausgewertet.

Material und Methoden

Es wurden alle verfügbaren Bodendaten von Praxisflächen miteinbezogen, bei denen eine eindeutige Zuordnung des Beprobungsjahres, der Region (Haupt- und Kleinproduktionsgebiet), der Nutzung (Acker, Grünland, Weingarten) und der Beprobungstiefe möglich war. Die folgenden Parameter wurden ausgewertet:

- Acidität in Böden (pH-Wert) nach ÖNORM L 1083;
- Pflanzenverfügbarer P- und K-Gehalt nach CAL-Methode (ÖNORM L 1087)
- Humusgehalt nach ÖNORM L 1080 (durch trockene Verbrennung) bzw. L 1081 (durch Nassoxidation): Aufgrund der Methodenumstellung wurden die Ergebnisse der Naßoxidation mit Eigenerwärmung mit dem Faktor 1,3 umgerechnet.

Der Probenumfang aus der Periode vor ÖPUL (1991-1995) ist nur aus den Regionen Nordöstliches Flach- und Hügelland, Waldviertel und Alpenvorland NÖ. ausreichend, um Vergleiche mit aktuellen Daten durchführen zu können.

Ergebnisse und Diskussion

Säuregrad

Der pH-Wert eines Bodens (= Bodenreaktion bzw. Säuregrad) spiegelt dessen Entstehung vom Ausgangsgestein unter den standörtlichen Klimabedingungen und das aktuelle Bodenmanagement wider. Im niederschlagsarmen Nordosten Österreichs, wo die Bodenbildung überwiegend aus kalkhältigen Sedimenten, z. B. Löß, erfolgte, liegen bei den niedrigen Sickerwasserraten die pH-Werte stabil im alkalischen pH-Bereich um 7,5.
Stärkere Versauerungstendenzen der Ackerböden sind vor allem aufgrund des sauren silikatischen Ausgangsgesteins (Granit und Gneis) im Waldviertel zu bemerken. Durch den hohen Anteil säuretoleranter Kulturen wie Hafer, Roggen und Kartoffel wird traditionell wenig gekalkt: Der Median liegt bei 5,4; pH-Werte unter 5 weisen 30% der Standorte auf. Unterhalb des pH-Werts von 5,0 steigt der Anteil des für die Pflanzenwurzeln toxisch wirkenden Aluminiums im Boden exponentiell an. In den vergangenen Jahren ist der Anteil stark saurer Standorte (pH<4,6) von 13 auf 10% zurückgegangen.
In den weiteren niederschlagsreicheren Regionen (Alpenvorland, südliche und westliche Bundesländer) ist die Bodenreaktion überwiegend günstig: Bei 80 % aller Böden liegen die pH-Werte zwischen 5,1 und 7,0. Hinzuweisen ist auf eine geringe Tendenz zu mehr sauren Standorten. Die Landwirte vermeiden es jedoch, den pH unterhalb von 5,0 absinken zu lassen. Die Wein- und Obstbauflächen sind im Nordosten vor allem alkalisch; im Südosten weisen diese Dauerkulturen überwiegend den anzustrebenden optimalen Säuregrad auf.

Nährstoffversorgung: Phosphor und Kalium

Ausreichende pflanzenverfügbare Gehalte der Nährstoffe Phosphor (P) und Kalium (K) im Boden gehören zu den wesentlichen Voraussetzungen für das Ertragsvermögen der Böden. Zu hohe P- und K-Nährstoffgaben sind unwirtschaftlich und stellen ein Gefährdungspotenzial für Oberflächen- und Grundwasserqualität dar. Im ÖPUL sind daher für Ackerkulturen mit höherem Nährstoffbedarf wie Feldgemüse, Kartoffeln und Zuckerrübe Maßnahmen mit verpflichtenden Untersuchungen des pflanzenverfügbaren Phosphor- und Kaliumgehaltes enthalten.

Aus den Regionen Nordöstliches Flach- und Hügelland, Alpenvorland sowie Waldviertel liegen aus der Periode vor 1995 genügend Daten vor, sodass die Entwicklung der Bodennährstoffgehalte seither dargestellt und mit Untersuchungen aus den letzten Jahren verglichen werden kann.

Im Nordöstlichen Flach- und Hügelland sind 60 % der beprobten Ackerflächen ausreichend mit Phosphor versorgt. Der Anteil hoch versorgter Standorte (Stufen D und E) ist von 25 auf 20 % zurückgegangen, die Flächen mit niedrigen P-Gehalten (Stufen A und B) von 14 auf 20 % angestiegen. Im Alpenvorland gab es ebenfalls eine Verschiebung zu den niedrig versorgten Stufen (von 35 auf nunmehr 40 %). Die Anteile höher versorgter Klassen, aber auch die optimale Stufe C haben entsprechend abgenommen. Derzeit sind 45 % der Flächen optimal versorgt, um 4 % weniger als vor 1995. Im Waldviertel liegt der Anteil niedrig versorgter Standorte bei 45 %, vor 1995 waren es 37 %. In der ausreichenden Stufe C befinden sich knapp 50 % der untersuchten Flächen, eine hohe Versorgung zeigen 6 %.

Die im Boden vorliegenden Phosphor-Reserven wurden in den vergangenen beiden Jahrzehnten genutzt. Auf Ackerland ist das Ziel, die P-Versorgung möglichst umweltverträglich zu gestalten und die hohen Versorgungsstufen zu reduzieren, schon auf 80 bis 94 % der Flächen erreicht. Auf vielen Standorten (20 bis 45 % je nach Region) ist bereits darauf zu achten, dass die P-Gehalte zumindest stabil gehalten bzw. wieder leicht angehoben werden.

Bei der Kaliumversorgung weisen im Nordöstlichen Flach- und Hügelland und im Waldviertel über ein Drittel bzw. ein Viertel der beprobten Standorte ein erhöhtes K-Gehaltsniveau (Stufen D und E) auf. Sehr niedrige Werte (Stufe A) sind mit 2 bzw. 4 % selten. Im Alpenvorland ist der Anteil der niedrigen Gehaltsklassen mit 33 % höher als die hoch versorgten Standorte mit 18 %. Im Nordöstlichen Flach- und Hügelland, wo die höchsten K-Vorräte im Boden waren, sind die Reduktionen bei den hohen Stufen D und E mit 11 % am deutlichsten. In dieser Region und im Waldviertel überwiegen noch die höher versorgten Flächen gegenüber den niedrig versorgten. In allen drei Regionen wird etwa die Hälfte der Standorte als ausreichend versorgt bewertet.

Humusgehalt:

Der optimale Humusgehalt des Bodens ist eine wichtige Voraussetzung für eine nachhaltige landwirtschaftliche Produktion, eine Humus schonende Bewirtschaftung daher im Interesse jedes Landwirts. Als Ziel gilt der Aufbau eines standorttypischen optimalen Humusgehaltes durch Kombination unterschiedlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen (organisch/mineralische Düngung einschließlich Management der Ernterückstände, Bodenbearbeitung, Fruchtfolge, Anlage von Begrünungen/Zwischenfrüchten). Als Mindestgehalte gelten 2 % für leichte, 2,5 % für mittelschwere und 3 % Humus für schwere Böden.

Die Entwicklung der Humusgehalte in verschiedenen Regionen auf Ackerland und im Weinbau in den vergangenen 15 bis 20 Jahren konnte auf Basis von umfangreichen Humusdaten aus der Praxis untersucht werden. Die Ergebnisse zeigen in allen Regionen einen vergleichbaren Trend.

Im Nordöstlichen Flach- und Hügelland und im Alpenvorland sind im Verlauf der vergangenen 15 Jahre die Humusgehalte um etwa 0,2 bis 0,4 % angestiegen, der Median liegt nun bei knapp 3 % Humus. Ackerstandorte mit einem Humusgehalt unter 2 % haben nur noch einen geringen Anteil von etwa 10 % im Nordosten. Im Alpenvorland sind Flächen mit so niedrigen Gehalten kaum noch anzutreffen (Abb. 10). Ausgehend von einem bereits etwas höheren Humusgehaltsniveau im Waldviertel waren die Steigerungen in dieser Periode mit 0,1 bis 0,2 % etwas geringer. Die höheren Werte auf den leichteren Waldviertler Ackerflächen im Vergleich zu den beiden anderen Regionen sind sowohl auf das kühlere Klima mit geringeren Abbauraten als auch auf den höheren Feldfutteranteil in der Fruchtfolge zurückzuführen (Abb. 1).

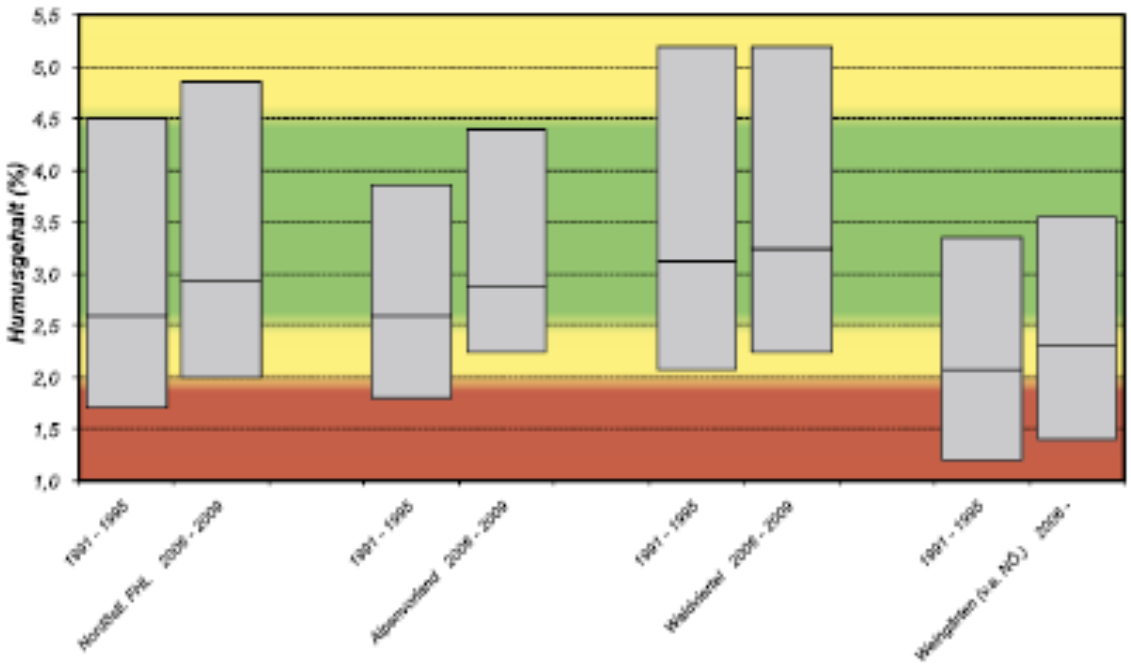


Abbildung 1: **Entwicklung der Humusgehalte auf Ackerland und in Weingärten in ausgewählten Regionen von 1991 - 1995 bis 2006 - 2009**

Diese günstige Entwicklung ist wesentlich auf ÖPUL-Maßnahmen (z. B. Begrünung von Ackerflächen, Mulch- und Direktsaat) zurückzuführen. Hinzuweisen ist auch darauf, dass 1993 das Verbot des Strohverbrennens in Kraft trat und zudem seither die Böden tendenziell weniger intensiv bearbeitet werden. Auch im Weinbau haben die ÖPUL-Maßnahmen der Integrierten Produktion und des Erosionsschutzes mit der Förderung der Bodenbedeckung durch Begrünungen oder andere Mulchschichten zur Steigerung des Humusgehaltes um etwa 0,2 % geführt. Der Median liegt nun bei 2,3 % Humus. Die niedrigen Gehalte sind durch die vorherige Praxis des ganzjährigen Offenhaltens des Bodens im Nordosten verursacht, der Anteil der Standorte mit Gehalten < 2 % ist mit knapp einem Drittel noch immer sehr hoch.

Zusammenfassung

In der Praxis wird darauf geachtet, den pH-Wert auf Ackerland nicht unter 5 absinken zu lassen. Stärkere Versauerungstendenzen sind auf den Ackerböden des Waldviertels festzustellen, vor allem aufgrund des sauren silikatischen Ausgangsgesteins und des hohen Anteils säuretoleranter Kulturen.
Der Anteil der Flächen mit ausreichenden pflanzenverfügbaren Nährstoffgehalten steigen an, Standorte mit hohen und sehr hohen Versorgungsstufen gehen kontinuierlich zurück. Von den Ackerflächen im Nordosten sind 60 % in der ausreichenden P-Gehaltsstufe, die hohen und niedrigen Stufen liegen bei je 20 %. In den übrigen Regionen überwiegen die niedriger versorgten Standorte gegenüber den höher versorgten Flächen, vor allem in den alpinen Randlagen. Durch die Bündelung einer Reihe von Maßnahmen (z. B. Begrünungen, Mulch- und Direktsaat, IP-Richtlinien mit Fruchtfolgeauflagen, Erosionsschutz, Biologische Bewirtschaftung …) ist es im Verlauf von etwa 15 Jahren gelungen, die Humusgehaltes um 0,2 - 0,4 % anzuheben.

Adresse des Autors

[1] Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Bodengesundheit und Pflanzenernährung, Spargelfeldstraße 191, A-1220 Wien

[*] Ansprechpartner: Dr. Georg DERSCH, georg.dersch@ages.at

Chancen und Risken einer Anwendung von Biochar auf landwirtschaftlichen Böden

Potential and risks of biochar amendments on agricultural soils

Gerhard Soja[1*], Stefanie Kloss[1], Andrea Watzinger[1], Jannis Bücker[1], Franziska Rempt[1], Franz Zehetner[2], Sophie Zechmeister-Boltenstern[2,5], Barbara Kitzler[5], Maximilian Lauer[3], Volker Liedtke[4] und Bernhard Wimmer[1]

Einleitung

Biochar bzw. Biokohle ist der kohlenstoff-reiche feste Rückstand nach der Pyrolyse von organischen Materialien wie z.B. pflanzlicher Biomasse bei Temperaturen >400 °C. Im Gegensatz zu torrefizierter Biomasse, welche bei niedrigerer Temperatur pyrolysiert wird, und zu Holzkohle, die ebenfalls durch thermische Zersetzung organischen Materials unter limitierter Sauerstoffversorgung produziert wird, dient Biochar als Bodenzuschlagsstoff zur Verbesserung der Bodenqualität, Förderung des Pflanzenwachstums und Bindung von Kohlenstoff. Vor der Etablierung einer Biochar-Strategie zur Minderung des Klimawandels ist es jedoch notwendig, mehr Information über die Vorteile (und möglichen Nachteile) von Biochar-Anwendungen, über die technologischen Bedingungen der Produktion, über das tatsächliche langfristige Kohlenstoff-Bindungspotential und die Wirtschaftlichkeit von Biochar zu gewinnen. Der vorliegende Beitrag soll einerseits einen Überblick über die Erwartungen und offenen Fragestellungen in Zusammenhang mit der Anwendung von Biochar bieten, andererseits erste Ergebnisse eines österreichischen Projekts zum Einsatz von Biochar in der Landwirtschaft vorstellen.

Mögliche Vorteile von Biochar-Anwendungen

Langfristige Kohlenstoffspeicherung im Boden: Während bei der Anreicherung von bodenorganischem Kohlenstoff durch Kompost oder Biomasse mit Umsetzungsraten von Wochen bis Jahren zu rechnen ist, bleibt Biochar-C im Boden mit Halbwertszeiten von >100 bis >1000 Jahre stabil. Die langfristige Speicherung von Kohlenstoff bedeutet einerseits insbesondere für degradierte oder humusarme Böden eine Verbesserung der Bodenqualität, andererseits werden die fixierten Mengen C im Boden langfristig aus dem atmosphärischen CO_2-Pool entfernt.
Reduktion der Treibhausgas-Emissionen aus dem Boden: Dieser Vorteil von Biochar kommt erst zum Tragen, wenn das Pyrolyse-Produkt als Bodenzuschlagsstoff eingesetzt wird. Vorläufige Ergebnisse weisen auf eine Beeinflussung von Boden-Mikroorganismen und reduzierte Lachgas-Emissionen hin, deren Mechanismus weiterer Aufklärung bedarf.
Verbesserung physikalisch/chemischer Bodeneigenschaften: Biochar verbessert durch seine poröse Struktur die Bodenporosität, hebt den pH saurer Böden, verbessert durch seine hohe Oberflächenaktivität die Kationen-Austauschkapazität und schafft Bindungsstellen, welche Nitrat-Auswaschungsverluste verringern und Schadstoffe binden können. Je nach verwendetem Ausgangsmaterial der Biochar können pflanzenrelevante Nährstoffe zugeführt und allmählich in für Pflanzen oder Bodenorganismen verfügbare Form übergehen.
Förderung des Bodenlebens: Die Biochar-Struktur schafft Habitate für Boden-Mikroorganismen. Dadurch erhöhen sich die mikrobielle Biomasse und deren Artenbiodiversität.
Förderung des Pflanzenwachstums: Die langsame Verfügbarmachung von Nährstoffen aus der Biochar verbessert die Bodenfruchtbarkeit und reduziert den Nährstoffzufuhr-Bedarf. Durch die Porosität der Biochar kann Wasser länger gespeichert werden und dadurch Trockenstress bei Pflanzen und das Austrocknen von Böden hinausgezögert werden.

Potentielle Risken von Biochar-Anwendungen und offene Fragen

Mögliche Schadstoffeinträge in landwirtschaftliche Böden: bei bestimmten Pyrolysebedingungen kann Biochar mit PAK-Gehalten entstehen, welche über den Grenzwerten der Kompostverordnung liegen. Genaue Kontrolle der Prozessbedingungen und nachfolgende Qualitätskontrolle sind daher unumgänglich. Bei der Verwendung von Ausgangsmaterialien wie Klärschlamm oder Hausmüllkomposten muss auf die Vermeidung von Schwermetall-Kontaminationen geachtet werden.

Verschiebung des C/N-Verhältnisses: eine mengenmäßig signifikante Addition eines Produkts, das aus bis zu 85 % aus C besteht, erfordert einen Ausgleich durch entsprechende organische oder mineralische N-Zufuhr.
Verfügbarkeit der Ausgangsmaterialien: Auch wenn für die Biochar-Herstellung nur land-/forstwirtschaftliche Reststoffe verwendet werden, kann eine zu geringe Rückführung von Ernterückständen in den Boden Nachteile für den Humushaushalt mit sich bringen. Die Beachtung einer ausreichenden Rückführungsquote vergrößert die erforderliche Einzugsfläche einer regionalen Produktionsanlage und erhöht die Transportwege.
Umwelt- und Energieaspekte von Pyrolyse-Anlagen: die Energie-Effizienz, die Nutzbarkeit von gasförmigen und flüssigen Nebenprodukten der Pyrolyse und die Geringhaltung von gasförmigen und Geruchs-Emissionen sind weiterhin eine Herausforderung für Anlagenhersteller.
Einrichtung von regionalen oder lokalen Produktions- und Verteilungssystemen: die Produktion von Biochar erfolgt bisher primär im Versuchsmaßstab. Überregionale Konzepte, welche die optimalen Anlagengrößen und Transportwege für die Rohstoffbeschaffung berücksichtigen, müssen erst entwickelt werden und entscheiden über die Wirtschaftlichkeit einer Biochar-Strategie.

Material und Methoden

Im ersten Jahr eines dreijährigen Projektes wurde ein Gefäßversuch angelegt, der während seiner mehrjährigen Laufzeit zur Beantwortung folgender Fragestellungen der Auswirkungen auf das Pflanzenwachstum dient:
Versuchsinstallation: Für den Gefäßversuch wurden 17 l-Gefäße (h=40 cm) verwendet, mit welchen über einen siphon-abgeschlossenen Abfluss Sickerwasser gesammelt werden konnte. Der Versuch wurde mit 25 Varianten und n=5 angelegt.
Versuchskultur: Als erste Kultur einer 3-schlägigen Fruchtfolge wurde Gelbsenf (*Sinapis alba* L., cv. Serval) im Herbst 2010 in einer Saatdichte von 3 g/m² gesät, unter Tag-/Nachttemperaturen von 20/12 °C kultiviert und nach 105 Tagen geerntet. Die Stickstoffgaben wurden mit 0, 2, 4 und 8 $g.m^{-2}$ bei konstantem PK-Niveau abgestuft.

Ergebnisse und Diskussion

Zumischungen von Biochar (3 % w/w) unterschiedlicher Ausgangsmaterialien und Pyrolysetemperaturen zeigten signifikante Unterschiede in der Produktivität von Gelbsenf. Biochar trat durch die hohe Bindungskapazität für die im Boden vorhandenen Nährstoffen mit den Pflanzenwurzeln in Konkurrenz, da das Pflanzenwachstum vom Nährstoffangebot limitiert wurde. Stroh-Biochar bewirkte auf Grund von höheren Elementgehalten und geringerer spezifischer Oberfläche (entsprechend geringerer Bindungsstärke) eine geringere Pflanzenhemmung als holzige Ausgangsmaterialien. Wenn das durch die Biochar-Addition aufgeweitete C/N-Verhältnis mittels Zufuhr von Stickstoff (aus mineralischen oder organischen Quellen) wieder verengt und die Konkurrenzsituation um die Nährstoffe entschärft wurde, verschwand der Hemmungseffekt für das Pflanzenwachstum. Sickerwasseranalysen belegten eine Reduktion der Nitrat-Auswaschung durch Biochar; ebenso konnte eine Reduktion der N_2O-Emissionen festgestellt werden.

Ausblick

Der Gefäßversuch wird nach der Senfernte mit einer Sommergersten-Leguminosen-Fruchtfolge fortgesetzt, um Langzeitwirkungen der Biochar-Additionen zu untersuchen. Weiters werden 2011 an 2 Standorten in der SO-Steiermark und im niederösterreichischen Alpenvorland Feldversuche mit unterschiedlichen Nährstoffniveaus und Biochar-Aufwandmengen angelegt.

Zusammenfassung

Biochar (Biokohle) entsteht aus der Pyrolyse organischer Materialien und wird als potentielle Mitigations-Maßnahme gegen die Treibhausgas-Anreicherung in der Atmosphäre diskutiert. Zu den vermuteten und vereinzelt bereits nachgewiesenen Vorteilen einer Biochar-Anwendung als Bodenzuschlagsstoff zählen:

- Langfristige Kohlenstoffspeicherung im Boden
- Reduktion der Treibhausgas-Emissionen aus dem Boden
- Verbesserung physikalisch/chemischer Bodeneigenschaften
- Förderung des Bodenlebens und Pflanzenwachstums

Abgesehen von der Notwendigkeit weiterer experimenteller Befunde zur Absicherung der vermuteten Vorteile besteht Forschungsbedarf zur Vermeidung möglicher Risiken und Klärung weiterer offener Fragen:

- Mögliche Schadstoffeinträge in landwirtschaftliche Böden
- Verschiebung des C/N-Verhältnisses
- Verfügbarkeit der Ausgangsmaterialien
- Umwelt- und Energieaspekte von Pyrolyse-Anlagen

Weiters wird ein Überblick über erste experimentelle Ergebnisse eines Gefäßversuches über die Wirkung verschiedener Biochar-Herkünfte und Konzentrationen bei verschiedenen Böden und Nährstoff-Niveaus gegeben. Die Wichtigkeit der Vermeidung einer Stickstoff-Konkurrenzsituation zwischen den Bindungsstellen von Biochar und den Pflanzenwurzeln wurde bestätigt.

Abstract

Biochar is the solid residue after the pyrolysis of organic materials and is discussed as a potential mitigation measure against greenhouse gas accumulation in the atmosphere. Suspected and partially confirmed advantages of a biochar deployment as soil amendments are:

- Long-term carbon sequestration in soil
- Reduction of greenhouse gas emissions from the soil
- Improvement of physical/chemical soil characteristics
- Promotion of soil life and plant growth

Apart from the necessity for experimental confirmation of the suspected advantages there is a significant lack of knowledge about the prevention of possible risks and specific strategic questions:

- Possibility of pollutant deposition in agricultural soils
- Shift of the C/N-ratio
- Availability of raw materials
- Environmental aspects and energy efficiency of pyrolysis plants

Additionally, an overview about first experimental results of a pot experiment about biochar effects of different biomass origins, different concentrations in the soil and different nutrient levels is presented. The importance of avoiding nitrogen competition between biochar binding sites and the plant roots is confirmed.

Danksagung

Das Projekt BIOCHAR wird im Rahmen des Programms "Neue Energien 2020" (FFG-Projektnummer 825438) mit Mitteln des KLI.EN-Fonds finanziert.

Adressen der Autoren

[1] AIT Austrian Institute of Technology, Konrad Lorenz-Str. 24, A-3430 Tulln

[2] Universität für Bodenkultur, Institut für Bodenforschung, Peter Jordan-Str. 82, A-1190 Wien

[3] Joanneum Research, Leonhardstr. 59, A-8010 Graz

[4] AAC Research, A-2444 Seibersdorf

[5] Bundesamt und Forschungszentrum für Wald, Seckendorff-Gudent-Weg 8, A-1131 Wien

[*] Ansprechpartner: Doz. Dr. Gerhard SOJA, gerhard.soja@ait.ac.at

C- und N-Frachten bei der Düngung mit Flüssigmist (Rindergülle, Schweinegülle und Biogasgülle) unter Berücksichtigung der Humusreproduktion

Carbon and nitrogen amounts in liquid organic manure (cattle slurry, pig slurry and anaerobically digested slurry) with consideration on reproduction of humus

Gerhard Moitzi

Einleitung

Die organischen Düngermittel werden sehr wesentlich durch ihre Humus- und Stickstoffwirkung charakterisiert. Die kurzfristige Stickstoffwirkung korreliert mit den höheren Anteilen an anorganischen N-Verbindungen und N-reicher leicht abbaubarer organischer Substanz. Der Anteil der schwer abbaubaren (ligninreicher, N-armer) organischen Substanzen ist im Wesentlichen für die Humuswirkung und somit für die längerfristige N-Wirkung verantwortlich (GUTSER ET AL. 2010). Die gute Humuswirkung basiert auf lignifizierter organischer Substanz mit meist geringen N-Gehalten (hohes C/N-Verhältnis) z.B. Stallmist oder Komposte. GUTSER ET AL. (2010) gibt als Orientierung für eine optimale N-Verwertung organischer Dünger auf Ackerflächen im Mittel eine jährliche Zufuhr von 80 bis 120 kg N/ha (höhere Werte für Dünger mit Sofortwirkung) an. Für Wirtschaftsdünger entspricht diese N-Menge einer Ausscheidung von etwa 120-160 kg N. Für Grünlandsysteme sind diese Orientierungswerte infolge besserer Verwertung über die dichte Grasnarbe trotz der höheren NH_3-Verluste etwas höher. Eine höhere N-Düngung über organische Dünger vermindert die N-Effizienz und erhöht das N-Austräge in der Umwelt (N_2O-N, NO_3^--N). Die Einsatzmengen an organischen Düngern sollten sich nach GUTSER ET AL. 2010 an den Erfordernissen einer ausgeglichenen Humusbilanz der Böden richten. Die Basis dazu liefert der VDLUFA-Standpunkt zur Humusbilanzierung (VDLUFA 2004), deren Ergebnisse als grobe Orientierung zu sehen sind. In vereinfachter Form wurde die Methode in die Cross-Compliance-Regelung in Deutschland übernommen.

Humusbilanzierung

Die Humusbilanzierung ist ein Instrument zur indirekten Einschätzung der Humushaushalter ackerbaulich genutzter Böden. Mit Humusbilanzen können quantitative Aussagen zur Humusersatzwirtschaft realer und geplanter Bewirtschaftungssysteme getroffen werden (HÜLSBERGEN & SCHMID 2008). Das Prinzip der Humusbilanz besteht darin, die humuszehrenden Fruchtarten (z.B. Hackfrüchte, Silomais) und den Humuszufuhr durch humusmehrende Fruchtarten (z.B. Leguminosen, Feldgras) und organische Dünger (z.B. Stroh, Stallmist, Flüssigmist) gegenüberzustellen. Die VDLUFA-Methode der Humusbilanzierung beruht auf die Methode der Reproduktionswirksamen organischen Substanz (ROS) von ASMUS UND HERRMANN (1977), die auf Grundlagen von Dauerversuchen in den 60er und 70er-Jahren erarbeitet wurden. Dabei wurde der Stalldünger als Bezugsbasis gewählt (1 t ROS = 1 t org. TM Stallmist). Eine Humusbilanz (kg Humus-C/$ha^{-1}a^{-1}$) von < -200 kg wird als „ungünstig“, -75 bis 100 kg mit „optimal“ und > + 300 mit „ungünstig“ (mit einem hohen Risiko an N-Verluste) bewertet. Für eine ausgeglichene Humusbilanz ist in der Regel für die Reproduktion von 400 bis 600 kg Humus-C je Hektar und Jahr eine N-Zufuhr über organische Dünger von 80 bis 120 kg je Hektar ausreichend. Für die Wirtschaftsdünger wäre dafür ein Tierbesatz von 1,0 bis 1,2 GV je Hektar erforderlich (GUTSER ET AL. 2010). Die umgesetzte EG-Nitratrichtlinie, bei der die jährliche N-Zufuhr über die Wirtschaftsdünger aus der Tierproduktion mit 170 kg N je Hektar begrenzt, stellt nach GUTSER ET AL. 2010 ein Hemmschuh für die Umsetzung einer umweltfreundlichen Düngestrategie. Neben der schlechten N-Verwertung bei wird über die Jahre ein N-Pool aufgebaut, welcher hinsichtlich Nitratauswaschung und Lachgasemissionen kritisch zu beurteilen wird.

Humusreproduktion mit organischen Düngern

Die Humusreproduktionsleistung organischer Dünger ist abhängig von der stofflichen Zusammensetzung, welcher den Abbau und die Humifizierung bestimmt. Die Koeffizienten für die Humusreproduktion organischer Substanzen sind in der VDLUFA-Standpunkt Humusbilanzierung (2004) zusammengestellt. Untersuchungen zeigen, dass die langfristige Humusersatzwirkung der Gärrückstände pro gedüngte C-Einheit höher ist als die Humusersatzwirkung der Ernterückstände (ENGELS 2006). Dies ist auf den Abbau der leicht fermentierbaren organischen Substanz (Zucker und Zellulose) im Zuge der Biomethanisierung, wodurch der Anteil an schwer abbaubaren Verbindungen wie Lignin erhöht wird. Die Tabelle 1 zeigt die stoffliche Zusammensetzung von Flüssigmist aus der Schweine- und Rinderhaltung, welcher unterschiedlich aufbereitet wurde.

Tabelle 1: **Stoffliche Zusammensetzung von Flüssigmist aus der Schweine und Milchviehhaltung (MOITZI 2002, KRYVOROCHKO 2004) Winterlagerung (zwischen 139 und 204 Tage Lagerungszeit)**

		TS [%]	**oTS** [% TS]	**C_{total}** [g/kg FM]	**N_{total}** [g/kg FM]	**C_{total}/ N_{total}**	**N_{org}** [g/kg FM]	**NH_4^+-N** [g/kg FM]	**NH_4^+-N/N_{total}** [%]
Schwein*	unbehandelt	2,84	69,37	11,37	3,95	2,88	0,79	2,70	68,35
	separiert	1,09	66,06	3,73	3,18	1,17	0,30	2,61	82,08
	belüftet	2,49	63,45	8,60	4,30	2,00	0,97	3,83	89,07
	biomethanisiert	1,27	61,08	3,84	3,13	1,23	0,34	3,00	95,85
Rind**	unbehandelt	6,53	74,07	26,60	3,32	8,01	1,41	1,91	57,53
	separiert	4,15	68,43	14,31	3,66	3,91	1,93	1,73	47,27
	biomethanisiert	4,84	66,91	18,51	3,17	5,84	1,08	2,09	65,93

*Betrieb mit Ferkelerzeugung (210 Plätze für Muttertiere) und Schweinemast (1200 Endmastplätze); **Milchviehbetrieb 6.000 kg durchschnittliche Laktationsleitung

Die daraus berechneten Flüssigmistmengen bzw. N-Frachten für eine ausgeglichene Humusbilanz, bei der im Mittel eine Reproduktion von ca. 500 kg C je Hektar und Jahr benötigt werden (GUTSER ET AL. 2010) sind in der Tabelle 2 dargestellt. Die Humifizierungskoeffizienten wurden für die untersuchten Flüssigdünger aus der Schweine- und Rinderhaltung in Anlehnung an VDLUFA 2004 und GUTSER ET AL. 2010 einheitlich mit 0,30 festgelegt.

Tabelle 2: **Für die Humusreproduktion notwendige Dünger- und Stickstofffracht**

	Dünger	**C/N**	**Humifizierungskoeffizient***	**Bedarf für 500 kg C Humusreproduktion**	
				t Dünger-C/ha	kg N/ha
	Kompost[1)]	15	0,45	7	75
	Stallmist[1)]	14	0,35	17	100
	Gülle (ohne Stroh) [1)]	8	0,22	70	280
	Klärschlamm[1)]	5	0,17	400	580
	Gärrest (4,5 kg N/m^3) [1)]	8	0,40	35	160
	Gärrest (6,0 kg N/m^3) [1)]	4	0,40	50	310
	Dünger	**C/N**	**Humifizierungskoeffizient***	t Dünger-FM/ha	kg N/ha
Schwein	unbehandelt	2,9	0,30	147	579
	separiert	1,2	0,30	446	1420
	belüftet	2,0	0,30	194	833
	Biogasgülle	1,2	0,30	435	1361
Rind	unbehandelt	8,0	0,30	63	208
	separiert	3,9	0,30	117	427
	Biogasgülle	5,8	0,30	90	286

* Humus-C/Dünger-C; [1)] GUTSER ET AL.2010

Aufgrund des geringen C/N-Verhältnisses von < 8 bei den untersuchten Flüssigdünger aus der Schweine- und Rinderhaltung kann der Humusersatz wegen der hohen Frachten durch die gesetzliche Begrenzung (170 kg N/ha und Jahr) nicht erreicht werden. Bei den kohlenstoffreichen Düngern (Stallmist und Kompost) stößt die Humusreproduktion nicht an gesetzlichen Grenzen der N-Düngermengen. Für sämtliche organische Dünger mit niedrigeren C/N-Quotienten als 10-12 kann nach GUTSER ET AL. 210 die für die Humusreproduktion benötigte Düngermenge wegen der Begrenzung über die N-Fracht nicht verabreicht werden. Für die Humusreproduktion sind weitere C-Quellen und/oder angepasste Fruchtfolgen erforderlich.

Zusammenfassung

Flüssigmistsysteme in der Tierhaltung, welche zum überwiegenden Teil stroharm sind, haben sich aus arbeitswirtschaftlichen Vorteilen und Kostengründen etabliert. Wird der anfallende Flüssigmist noch aufbereitet (separiert, belüftet, biomethanisiert), so wird Kohlenstoff entzogen und das C/N-Verhältnis weiter eingeengt. Die unmittelbare N-Wirkung wird erhöht, jedoch auf Kosten der geforderten Humusreproduktion für eine ausgeglichene Humusbilanz in Ackerfruchtfolgen. Der Humusersatz ist demnach mit anderen C-Quellen und/oder angepassten Fruchtfolgen durchzuführen. Komposte und Stallmist welche ein C/N-Verhältnis von größer als 12:1 aufweisen, leisten den besten Beitrag für die Humusreproduktion im Acker ohne, dass man an die Begrenzung der jährlichen N-Zufuhr über Wirtschaftsdünger (170 kg N/ha und Jahr) stößt.

Abstract

Slurry systems in animal husbandry which are mainly poor on straw, are established because of labour and cost benefits. With slurry treatments (mechanical separation, aeration, biomethanisation), a part of carbon is withdrawn and the C/N-ratio is narrowed. The immediate N-effect of these liquid fertilizers is higher, but at the expense of the demanded humus reproduction for a balanced humus-bilance in arable rotations. For this case, the humus replacement should be done with other carbon sources and/or with adapted rotations. Composts and solid farm yard manures with a C/N-ratio of more than 12:1, achieve the best contribution to the humus reproduction in arable land without reaching the limitation of yearly N-supply (170 kg N/ha and year) via farm fertilizer.

Literatur

GUTSER, R., EBERTSEDER, T., SCHRAML M., VON TUCHER S., SCHMIDHALTER U. 2010: Stickstoffeffiziente und umweltschonende organische Düngung. In KTBL-Schrift 483, KTBL-/vTI-Tagung; Emissionen landwirtschaftlich genutzter Böden. S. 31 - 50.

ENGELS, C. 2006: Mögliche Wirkungen des Energiepflanzenbaus auf die Humusversorgung der Böden. In: Energiefruchtfolgen, Stoffkreisläufe, Bodenfruchtbarkeit. Tagungsband zur Fachveranstaltung von ILU, BGK und VHE am 5. Oktober 2006 in Bonn. S. 39-52.

HÜLSBERGEN, K-H, SCHMID, H. 2008: Humusbilanzen und C- Kreisläufe in Betriebssystemen mit Bioenergieerzeugung. In KTBL-Schrift 468, KTBL-Tagung; Ökologische und ökonomische Bewertung nachwachsender Energieträger. S. 151 – 171.

MOITZI, G. 2002: Auswirkungen der Biomethanisierung, Belüftung und Separierung auf die Emissionen von NH_3, N_2O und CH_4 während der Lagerung und nach der Ausbringung von Schweineflüssigmist. Dissertation an der Universität für Bodenkultur, Wien.

KRYVORUCHKO, V. 2004: Methanbildungspotential von Wirtschaftsdüngern aus der Rinderhaltung und Auswirkung der Abdeckung und anaeroben Behandlung auf klimarelevante Emissionen bei der Lagerung von Milchviehflüssigmist. Dissertation an der Universität für Bodenkultur, Wien.

VDLUFA 2004: VDLUFA-Standpunkt Humusbilanzierung – Methode zur Beurteilung und Bemessung der Humusversorgung von Ackerland. Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA), Bonn, 12 S.

Adresse des Autors

Universität für Bodenkultur, Institut für Landtechnik im Department für Nachhaltige Agrarsysteme. Peter Jordan Straße 82, A-1190 Wien;

Ansprechpartner: Dr. Gerhard MOITZI, gerhard.moitzi@boku.ac.at

Einfluss organischer Dünger auf den Stickstoffgehalt im Boden und im Most der Rebsorten Blauer Burgunder, Blaufränkisch, Blauburger und Rheinriesling

Influence of organic fertilizers on the content of mineral nitrogen in soil and on the content of nitrogen in the must of the grape varieties Pinot noir, Blaufränkisch, Blauburger and Rheinriesling

Martin Mehofer*, Bernhard Schmuckenschlager und Karel Hanak

Einleitung

Die positiven Wirkungen des Einsatzes von organischen Düngern beziehungsweise Humusdüngern auf die Struktur und die mikrobiologische Aktivität der Böden sind groß und unstrittig (MÜLLER, 2009). Gut hygienisierter, genügend ausgereifter und biologisch stabiler Kompost fördert die Bodenstruktur (HENAUER und MÜLLER, 2010). Mittels organischer Düngung werden dem Boden sowohl organisch gebundene Nährstoffe zugeführt als auch der Humusgehalt des Bodens stabilisiert beziehungsweise erhöht. Qualitätskompost A+ als Produkt aus der kommunalen Abfallentsorgung und Pellets aus Malzkeimen (= junge Keimwurzeln frisch gekeimten Getreides) und Vinasse (= Nachprodukt der Zuckerrübenverarbeitung) sollen zur Humus- beziehungsweise Nährstoffversorgung des Bodens und der Reben beitragen. Organische Dünger aus Rückständen der Futter- und Lebensmittelproduktion dienen allerdings primär zur Sicherstellung der Nährstoffversorgung auf organischer Basis und zur biologischen Aktivierung der Böden. Sie sind aber kaum zur dauerhaften Anhebung der Humusgehalte geeignet (MÜLLER, 2009). Nährstoffreiche organische Dünger wie Bioabfallkompost erhöhen den hefeverfügbaren Aminostickstoff (FAN) im Vergleich zu nährstoffarmen, aber kohlenstoffreichen Düngern (SCHWAB und PETERNEL, 2005). Zur Beurteilung der Wirkung der Ausbringung von Qualitätskompost A+ und von Pellets aus Malzkeimen und Vinasse werden Bodenproben entnommen und der Humus- und Stickstoffgehalt im Boden analysiert. Besonders hinsichtlich der zeitlichen Aufnahmespitzen von Stickstoff durch die Reben ist das Vorhandensein von ausreichenden Mengen an mineralischen Stickstoff im Boden zwei bis drei Wochen nach dem Blühstadium und während der Beerenreife von Bedeutung (LÖHNERTZ, 1988). Mittels Bestimmung von Ertrag, Mostgewicht, Gehalt an Titrierbarer Säure im Most und der Analyse des Gehalts an hefeverwertbarem Stickstoff im Most werden mögliche Einflüsse auf den Ertrag und die Mostqualität bestimmt.

Material und Methoden

Tabelle 1**: Rebanlagen im Versuch**.

Standort	**Versuchsgut Agneshof am LFZ für Wein- und Obstbau Klosterneuburg**			**Weingut Stift Klosterneuburg**
	Harer I			Steinriegel Q28
Pflanzjahr	2002	2002	2002	2000
Pflanzweite	3,00 x 1,00 m			
Rebsorten	Blauer Burgunder	Blaufränkisch	Blauburger	Riesling
Klon	A 12-2	148	St 26	T 68
Unterlage	K5BB	Fercal	SO4	K5BB

Ausbringung der Organischen Dünger

24. April 2008: Kontrolle: keine Organische Düngung
Qualitätskompost A+: 10 t/ha
Pellets aus Malzkeimen und Vinasse: 1,5 t/ha

28. April 2009 und 27. April 2010: Kontrolle: keine Organische Düngung
Qualitätskompost A+: 15 t/ha
Pellets aus Malzkeimen und Vinasse: 1,5 t/ha
Die Dünger wurden oberflächlich seicht eingearbeitet.

Abbildungen 1 und 2: **Standort Versuchsgut Agneshof nach der Ausbringung von Qualitätskompost A+ und Pellets aus Malzkeimen und Vinasse; Abbildung 3: Versuchsfläche nach der Einarbeitung.**

Bodenprobeentnahme und Analyse des Gehalts an mineralischen Stickstoff

Die Entnahme einer Bodenprobe je Wiederholung mit 6 Einstichen pro Wiederholung jeweils aus den Tiefen 0 – 30 cm und 30 – 60 cm erfolgte am 27. Mai, 26. Juni und 13. August 2008, am 30. Juni und 2. September 2009 und am 29. Juni und 17. August 2010. Die Analyse des Gehalts an mineralischen Stickstoff (Nitrat und Ammonium) ist in der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) GmbH am Institut für Bodengesundheit und Pflanzenernährung erfolgt.

Bestimmung der Ertrags- und Reifeparameter

Die Bestimmung von Ertrag, Traubengewicht, Mostgewicht, Gehalt an Titrierbarer Säure, pH-Wert und Stickstoff (OPA/NAC) im Most ist laut Versuchsplan bei den Rebsorten Blauer Burgunder, Blaufränkisch und Blauburger in Form von vier Wiederholungen je Variante und bei der Rebsorte Riesling in Form von acht Wiederholungen je Variante erfolgt.

Ergebnisse und Diskussion

Gehalt an mineralischen Stickstoff im Boden

Tabelle 2: **Mineralischer Stickstoff (Nitrat, Ammonium) berechnet in kg/ha im Boden (0-60 cm), Standort Versuchsgut Agneshof, Jahre 2008, 2009 und 2010.**

	Mineralischer Stickstoff (kg/ha)		
	Kontrolle	**Qualitätskompost A+**	**Pellets (Malzk. und Vinasse)**
27.05.2008	31,5	37,5	57
26.06.2008	41,5	48,5	57,5
13.08.2008	9,5	13	13
30.06.2009	16,5	23	25,5
02.09.2009	17	27	48,5
29.06.2010	13	21	15,5

In Tabelle 2 ist zu erkennen, dass die tendenziell höheren Werte an mineralischen Stickstoff im Boden bei jenen beiden Varianten auftreten, in denen die organischen Dünger ausgebracht worden sind.
Im Quartier Steinriegel Q28 sind die Unterschiede im Gehalt an mineralischen Stickstoff im Boden nicht signifikant sind. Im Jahr 2008 sind allerdings an allen drei Probenahmeterminen bei der Variante `Pellets aus Malzkeimen und Vinasse` die tendenziell höchsten Werte feststellbar gewesen.

Ertrags- und Reifeparameter und Gehalt an Hefeverwertbarem Stickstoff im Most

Tabelle 3: **Ertrag, Reifeparameter und Stickstoffgehalt im Most am Beispiel der Rebsorte Blauer Burgunder am 6. Oktober 2008**.

	Ertrag (kg/Stock)	**Trauben-Gewicht (g)**	**Most-gewicht (°KMW)**	**Tirtrierbare Säure (g/l)**	**pH-Wert**	**Stickstoff (OPA/NAC) (mg/l)**
Kontrolle	2,3	122	20,3	9,6	3,1	226
Qual.kompost A+	2,4	121	20,5	11,2	3,1	350
Pellets	2,4	121	20,4	9,8	3,1	249

Die Ausbringung der Organischen Dünger hat bei den drei Rotweinsorten im Jahr 2008 tendenziell eine Erhöhung des Gehalts an hefeverwertbaren Stickstoff im Most bewirkt. Hingegen ist bei der Rebsorte Riesling kein Einfluss feststellbar gewesen. Im Jahr 2009 hat die Ausbringung der Organischen Dünger bei den Rebsorten Blauer Burgunder, Blauburger und Riesling tendenziell zu einer Erhöhung

des Gehalts an hefeverwertbarem Stickstoff im Most geführt. Hingegen ist bei der Rebsorte Blaufränkisch kein Einfluss feststellbar gewesen. Im Jahr 2010 ist in den organisch gedüngten Varianten bei allen vier Rebsorten der Gehalt an hefeverwertbarem Stickstoff im Most erhöht gewesen. Der Einfluss auf die Ertrags- und Reifeparameter war in allen drei Jahren nicht signifikant. Das Ertragsniveau war in den Jahren 2010 und 2009 deutlich niedriger als im Jahr 2008.

Zusammenfassung

Der Humusgehalt im Oberboden hat im Jahr 2008 vor Ausbringung der Organischen Dünger im Quartier Harer I zwischen 2,8 % und 3,7 % und im Quartier Steinriegel Q 28 zwischen 2,7 % und 3,8 % betragen. Der Gehalt an mineralischen Stickstoff im Boden (0 – 60 cm) liegt in Abhängigkeit vom Probenahmetermin und der Versuchsvariante in den Jahren 2008, 2009 und 2010 hochgerechnet zwischen 8,5 und 110 kg/ha. Die tendenziell höheren mineralischen Stickstoffwerte sind in den Jahren 2008 und 2009 bei jenen beiden Varianten erkennbar, in denen organische Dünger ausgebracht worden sind. Diese Unterschiede sind jedoch nicht signifikant. Im Jahr 2010 sind auch tendenziell keine Unterschiede erkennbar gewesen. Der Zeitpunkt der Bodenprobenahme hat einen wesentlichen Einfluss auf den Gehalt an mineralischen Stickstoff im Boden gehabt. Die ermittelten Werte an mineralischen Stickstoff im Oberboden (0 – 30 cm) sind deutlich höher als jene im Unterboden (30 – 60 cm). Im Quartier Steinriegel Q 28 ist die zusätzliche mineralische Stickstoffdüngung im Mai 2008 an den Analysenwerten deutlich erkennbar. Bei den Ertrags- und Reifeparametern der vier untersuchten Rebsorten sind keine signifikanten Unterschiede erkennbar. Wildverbiss und ungünstiges Blühwetter haben die Ertragssituation im Jahr 2010 stark negativ beeinflusst. Der Einsatz der organischen Dünger hat bei den Rebsorten Blauer Burgunder und Blauburger in allen Jahren, bei der Rebsorte Blaufränkisch in den Jahren 2008 und 2010 und bei der Rebsorte Riesling in den Jahren 2009 und 2010 tendenziell eine Erhöhung des Gehalts an Stickstoff (OPA / NAC) im Most bewirkt.

Abstract

In the year 2008 before application of organic fertilizers humus content in the experimental plot Harer I had values between 2.8% and 3.7% and in the experimental plot Steinriegel Q 28 between 2.7% and 3.8%. The content of mineral nitrogen in soil (0-60 cm) depends on sampling date and experimental variation and the amount has had values from 8.5 kg/ha to 110 kg/ha in the years 2008, 2009 and 2010. In the years 2008 and 2009 a trend towards higher mineral nitrogen levels has been determined in those two variants in which organic fertilizer were spilled. These differences are not significant. In the year 2010 no variant-dependent differences have been identified. The date of soil sampling has had a significant influence on the content of mineral nitrogen in soil. The determined values of mineral nitrogen in topsoil (0 - 30 cm) are significantly higher than those in subsoil (30 - 60 cm). In the experimental plot Steinriegel Q 28 the additional mineral nitrogen fertilization in May 2008 is clearly visible to the analytical values. Yield and ripeness parameters of the four studied varieties have not been significantly influenced. Damages caused by game animals and the unfavorable climatic situation during flowering have negatively affected the yield in the year 2010. Organic fertilizers added to the four different grape varieties have tended to increase the levels of nitrogen (OPA / NAC) in the must of `Pinot Noir` and `Blauburger` in all years in the must of `Blaufränkisch` in the years 2008 and 2010 and in the must of `Riesling` in 2009 and 2010.

Literatur

HENAUER, U. und MÜLLER, U. 2010: Bodenaktivierung mit organischem Material. Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau (20), 10-13.
LÖHNERTZ, O. 1988: Untersuchungen zum zeitlichen Verlauf der Nährstoffaufnahme bei Vitis Vinifera c.v. Riesling. Geisenheimer Berichte, Band 1.
MÜLLER, E. 2009: Einsatz von Humusdüngern. Das Deutsche Weinmagazin (25/26), 8-11.
SCHWAB, A. und PETERNEL, M. 2005: Ertrag und Mostqualität: Humuswirtschaft und die Folgen. Der Winzer 61 (12), 16-18.

Adresse der Autoren

Lehr- und Forschungszentrum für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, Agnesstraße 60, A-3400 Klosterneuburg

* Ansprechpartner: DI Martin MEHOFER, martin.mehofer@weinobst.at

Grundbodenbearbeitung vor Kartoffel – ein Vergleich

Soil management for potato- a comparision

Herbert Eigner[1*], Bernhard Schreiber[2] und Thomas Helmreich[2]

Einleitung

Die Erzeugung von Stärke aus Kartoffel hat aufgrund der spezifischen Eigenschaften der Kartoffelstärke Bedeutung in Industrieanwendungen als auch in der Lebensmitteltechnologie. Ungeachtet dessen wird Kartoffelstärke von Stärken anderer Herkünfte konkurrenziert. Hoher Knollen- und Stärkeertrag ist Basis der Wettbewerbsfähigkeit. Er kann von der Bodenbearbeitung und Zwischenfruchtanbau wesentlich beeinflusst werden.
Auf Standorten im österreichischen „Nördöstlichen Hügellland“ sowie im „Waldviertel“ sollte der Frage nach in der Praxis realisierbaren Möglichkeiten einer Reduktion der Bodenbearbeitung unter Berücksichtigung des Anbaus von Zwischenfrüchten nachgegangen werden. Darüber hinaus galt es zu klären, wie sich eine - teils in der Praxis des Waldviertels übliche - tiefgreifende Bodenbearbeitung im Frühjahr mittels Grubber oder Pflug auf den Ertrag von Kartoffel auswirkt.

Material und Methoden

In einer die Jahre 2002 bis 2007 umfassenden Versuchserie (8 Standorte) wurde insbesondere dem Einfluss der Bodenart auf die Realisierbarkeit verschiedener Modelle der Bodenbearbeitung und des Zwischenfruchtanbaus unter unterschiedlichen Niederschlagsbedingungen nachgegangen (EIGNER und KEMPL 2006). Alle Standorte trugen in Vegetationsperiode 1 Zuckerrübe, zwei Standorte im Zuge der Fruchtfolge auch Kartoffel. Alle Versuche entsprachen den Anforderungen einer Standardanlage. Der technischen Realisierbarkeit wegen wurde die Variante „ohne Zwischenfruchtanbau mit pflugloser Bearbeitung“ als Standard gewählt.

Am Standort Langenrohr (trockengefallener Gley, Tongehalt < 50%, Humusgehalt 1,5 %) folgte unmittelbar nach Zuckerrübe Kartoffel in Vegetationsperiode 2. Nach Einarbeitung der Ernterückstände aus Zuckerrübe wurde die weitere Bodenbearbeitung entsprechend der getroffenen Unterscheidung „Pflug bzw. pfluglos“ fortgesetzt. Auf Tschernosem auf Hochterrasse (Standort Pettendorf, Tongehalt > 20%, Humusgehalt 2,2 %) stellt Kartoffel nach Zuckerrübe und Winterweizen das dritte Fruchtfolgeglied dar. Die Bodenbearbeitung vor Winterweizen unterschied wieder nach „Pflug bzw. pfluglos“, die Bodenbearbeitung und der Zwischenfruchtanbau vor Kartoffel erfolgten hier in den einzelnen Objekten entsprechend der Erstanlage des Versuches zu Zuckerrübe: Es wurde zwischen klassischer Herbstfurche ohne Zwischenfruchtanbau, einer Pflugfurche im August mit anschließender Saat einer abfrostenden Zwischenfrucht sowie einem Umbruch der Begrünung mit Pflug im November unterschieden. Diesen Varianten stand pfluglose Bearbeitung mit und ohne abfrostender Zwischenfrucht gegenüber. Der Anbau der Zwischenfrüchte erfolgte auf den entsprechenden Parzellen jeweils Ende August. Als Zwischenfrucht kam in Langenrohr ein Gemenge von Senf und Ölrettich (4 bzw. 7 kg/ha) zum Einsatz, am Standort Pettendorf ein solches mit jeweils 6 kg/ha.

Der Versuch in Moidrams bei Zwettl wurde speziell auf die Bedingungen des Waldviertels, d.h. auf seicht- bis mittelgründige, sandige, humusarme Böden, abgestimmt. Der zu Kartoffel 2007 begonnene und über vier Jahre geführte Bodenbearbeitungsversuch wurde 2008 unter Triticale, sowie 2009 unter Hafer weitergeführt und 2010 wiederum mit Kartoffel abgeschlossen. Auch dieser Versuche entsprach den Prinzipien einer Standardanlage.

In der Regel erfolgte nach der Vorkultur eine Bearbeitung mit dem Grubber. Vor Kartoffeln (2006, 2009) als auch vor Hafer (2008) erfolgte die Aussaat der Zwischenfrucht mittels Grubber und aufgebautem Saatkasten. Eingesetzt wurde eine Mischung aus 12 kg/ha Senf und 100 kg/ha Erbse zu Ende August. Der Anbau von Triticale erfolgte mittels Kreiselegge und Sämaschine. Vor den Sommerungen

erfolgte in jeweils einer Variante ein Umbruch der Zwischenfrucht mittels Pflug. Vor Triticale wurde der Pflug in dieser Variante unmittelbar nach Kartoffel eingesetzt.
Vor Kartoffel erfolgte in einer weiteren Variante der Umbruch der Zwischenfrucht im Frühjahr mittels Grubber (2007) bzw. Pflug (2010).

Ergebnisse und Diskussion

Da innerhalb der Standorte keine Unterschiede in den Gehalten an Stärken feststellbar waren, beziehen sich die Darstellungen der Ergebnisse jeweils auf den Knollenertrag.

Tabelle 1 zeigt für den Standort „trockengefallener Gley“ in den Objekten mit pflugloser Bewirtschaftung eine Differenzierung entsprechend dem vorangegangenen Zwischenfruchtanbau. Die Erträge auf Parzellen „mit Zwischenfruchtanbau“ übersteigen jene der Vergleichsparzellen deutlich. Unter den gegebenen Bedingungen scheint ein die Bodenstruktur positiv beeinflussender Effekt des Zwischenfruchtanbaus ähnlich jenem des Pflugeinsatzes gegeben. Aus der Kombination der beiden Faktoren ergibt sich jedoch keine weitere Ertragssteigerung.

Auf mittelschwerem Tschernosem lassen die Ergebnisse der Parzellen ohne Pflugeinsatz erkennen, dass Zwischenfrüchte mit Kartoffel nicht um den Faktor Wasser in Konkurrenz treten. Die Erträge liegen gleich auf. Die positive Wirkung des Pfluges im Regime „ohne Zwischenfrucht“ findet sich jedoch in den Varianten mit Zwischenfrucht nicht wieder.

Tabelle 1: **Bodenbearbeitungsversuche 2002 - 2007**
Erträge an Knollen relativ zum Mittel der pfluglosen Variante ohne Zwischenfruchtanbau

	Gley trockengefallen 2. Versuchsjahr	**Tschernosem Hochterrasse 3. Versuchsjahr**
ohne Zwischenfrucht		
Grubber ("pfluglos")	100,0	100,0
Pflug	108,9	105,5
mit Zwischenfrucht		
Grubber ("pfluglos")	107,4	99,2
Pflug ("vor Zwischenfrucht")	107,1	99,0
Pflug ("Herbst")	111,5	99,6

In Moidrams wurde das jeweilige Mittel der Varianten ohne Pflugeinsatz, hier jedoch mit Zwischenfruchtanbau, als Bezugsbasis (100%) gesetzt. Wie Tabelle 2 zeigt, hebt sich die Variante mit „Pflug Herbst“ in Kartoffel – sowohl 2007 als auch 2010 – von der Variante ohne Pflugeinsatz um etwa 5% ab. Auf einen Einsatz des Pfluges im Frühjahr (2010) reagiert Kartoffel mit einem Ertragsabfall von mehr als 5%. Auffällig, dass sich dieser Befund auch bei einem Einsatz des Grubbers im Frühjahr (Kartoffel 2007) findet.

Tabelle 2: **Bodenbearbeitungsversuch Moidrams, 2007 - 2010**
Erträge an Knollen relativ zum Mittel der Varianten ohne Pflugeinsatz

	Kartoffel 2007	**Kartoffel 2010**
Varianten ohne Pflugeinsatz	100,0	100,0
Variante mit "Pflug Herbst"	105,0	105,4
Varianten mit "Grubber/Pflug Frühjahr"	94,7	93,4

Zusammenfassung

In Versuchen sollte der Frage nach Möglichkeiten einer Reduktion der Bodenbearbeitung zu Kartoffel unter Berücksichtigung des Anbaus von Zwischenfrüchten nachgegangen werden. Die Ergebnisse zeigen, dass Zwischenfrüchte mit Kartoffel nicht um den Faktor Wasser in Konkurrenz treten. Die Bodenstruktur stabilisierende Effekte der Zwischenfrucht können auf schwerem Boden ähnliche Ertragsvorteile bewirken wie Pflugeinsatz. Auf Tschernosem findet sich die positive Wirkung des Pfluges im Regime „ohne Zwischenfrucht" jedoch in den Varianten mit Zwischenfrucht nicht wieder. Die positive Wirkung des Pfluges ist auf seichtgründigem, sandigem, humusarmem Boden eindeutig. Auf einen Einsatz des Pfluges im Frühjahr reagiert Kartoffel jedoch mit einem Ertragsabfall von mehr als 5%.

Abstract

Investigation should result in a reduced intensity of soil labour for potato. The effects of intercrops have been part of these studies. The results show, that intercrops and potato are not in competition for water. Soil structure stabilising effects of intercrops seem to achieve, on heavy soil, positive effects in terms of yield which are similar to the use of a plough. On Phaeozem the positive effect of the plough in the procedure without intercrops cannot be found again in the plots with intercrops. The positive effect of the plough on shallow, sandy soils, poor in humus content, is obvious. In contrary to this, deep reaching soil labour, before potato cultivation, induces a loss in yield of more than 5%.

Literatur

EIGNER H, KEMPL F, 2006: Bodenbearbeitungssysteme im Vergleich: Auswirkungen auf Ertrag und Qualität verschiedener Kulturen in Abhängigkeit des Bodentyps. In: Tagungsbericht 2006 der Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel- Veterinär- und Agrarwesen, 107-109.

Adressen der Autoren

[1]Zuckerforschung Tulln Gesellschaft m.b.H., Josef-Reither-St. 21-23, A 3430 Tulln
[2]AGRANA Stärke GmbH, Conrathstraße 7, A 3950 Gmünd

[*]Ansprechpartner: DI Herbert EIGNER, herbert.eigner@agrana.com

Ausgewählte ackerbauliche Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz

Selected agronomic measures for increasing energy efficiency

Markus Schüller[1*], Gerhard Moitzi[1] , Peter Liebhard[2] und Herbert Weingartmann[1]

Einleitung

In Österreich entwickelte sich die Bodenbearbeitung in den letzten Jahren in Richtung höherer Flächenleistung und Kostenminderung. Die Bodenbearbeitung ist je nach Bodenart und Bearbeitungsintensität eine energieaufwändige Verfahrenstechnik. Der direkte Kraftstoffbedarf für die Bodenbearbeitung kann durch die Bearbeitungsintensität über das Bodenbearbeitungsverfahren wesentlich beeinflusst werden. Weitere Einflussfaktoren, für den Kraftstoffbedarfes bei der Bearbeitung, sind die Größe und Form der landwirtschaftlichen Flächen und die Wahl des passenden Arbeitsgerätes, hier vor allem des Traktors. Aufgrund der begrenzten fossilen Energieressourcen kommt einer Verminderung des Kraftstoffbedarfes pro Produktionseinheit eine wachsende Bedeutung zu.

Material und Methoden

Bodenbearbeitungsverfahren:
Auf einem Versuchsfeld der landwirtschaftlichen Fachschule Tulln erfolgten bei unterschiedlichen Bodenbearbeitungssystemen, Messungen zum Dieselverbrauch. Die Versuchsfläche wird seit 1999 nach folgenden Bodenbearbeitungssystemen, Konventionell (Conventional Tillage - CT), Reduziert (Reduced Tillage - RT) und No Tillage (NT) bestellt.
Es erfolgte eine volumetrische Kraftstoffmessung durch „Einlitern“ am Feld. Eine Versuchsfahrt bestand aus 2 Feldlängen und einem Wendevorgang. Für jede Bodenbearbeitungsvariante wurden 3 Wiederholungen durchgeführt.
Der Kraftstoffbedarf bei Düngung, Pflanzenschutz und Ernte wurden an Hand der Datengrundlage der ÖKL Richtwerte 2008 berechnet. Der Kraftstoffverbrauch in l wurde mit dem Heizwert von Diesel, es werden 35,2 MJ/l angenommen, auf Energieaufwand umgerechnet. Die Daten zu den Energieaufwendungen für die Herstellung der Produktionsmittel Saatgut, Dünger- und Pflanzenschutzmitteln wurden aus KTBL (2008) entnommen (Schüller, 2009).
Einfluss der Schlaggröße:
Die verfahrenstechnischen Parameter für die zwei Traktoren beim Grubbern wurden am Bodenbearbeitungsversuch an der Versuchswirtschaft der Universität für Bodenkultur in Groß Enzersdorf erhoben. Für die volumenstrombasierte Kraftstoffverbrauchsmessung wurde ein Durchflussmessgerät in die Kraftstoffanlage des Traktors integriert. Für die Fläche galten folgende Annahmen, rechteckige Form mit einem Seitenverhältnis von 1:3, Feldstückgrößen von 1 bis 25 ha, homogener Boden, konstante Breite des Vorgewendes. Für diesen Versuch standen 2 Traktoren (Steyr 8090 und Steyr 9125) zur Verfügung.
Wahl der Arbeitsmaschine (Traktor):
Als Versuchstandort diente eine homogene Fläche in der Nähe von der Versuchwirtschaft Groß Enzersdorf im Marchfeld. Eine Wiederholung bestand aus einer Hin- und Retourfahrt sowie dem dazu gehörigen Wendevorgang, für jede Variante wurden 3 Wiederholungen angelegt. Für diesen Versuch standen 2 Traktoren mit unterschiedlicher Getriebeausstattung (CVT und Powershift) mit einem Leistungsniveau von 145 PS laut Herstellerangaben zur Verfügung. Die Dieselmessung erfolgte volumetrisch durch Einlitern.

Ergebnisse und Diskussion

Bodenbearbeitungsverfahren:
In der Tabelle 1 sind die wichtigsten Bilanzkomponenten für die Winterweizenproduktion im Tullnerfeld aufgelistet. Der indirekte Energieeinsatz liegt für die CT und RT Variante bei ca. 7.000 MJ/ha, bei der NT Variante wird für ein Hektar 7.500 MJ benötigt. Dies ist durch eine zusätzliche Herbizidanwendung begründet.

Tabelle 1: **Die wichtigsten Bilanzkomponenten für die Winterweizenproduktion im Tullnerfeld**

	CT	RT	NT
Direkter Energieeinsatz (MJ/ha)	2.884	1.839	1.102
Indirekter Energieeinsatz (MJ/ha)	6.972	6.972	7.490
Gesamter Energieinput (MJ/ha)	9.856	8.811	8.592
Energieoutput (MJ/ha), 18,4 MJ/kg TM	96.946	96.946	99.858
Energieintensität (Energieinput MJ/kg Ertrag)	1,60	1,43	1,35
Output/Input = Energieeffizienz	9,8	11,0	11,6

Der hohe Wert für den indirekten Energieeinsatzes stammt von den Düngermitteln, dieser beträgt ca. 5.700 MJ/ha. Die Energieintensität gibt Auskunft, wie viel Energie (MJ) für die Produktion von 1 kg Winterweizen erforderlich ist. Die Energieeffizienz ist der Quotient aus Energieoutput und Energieinput, beide schneiden bei der RT und NT Variante am Besten ab (Klik et al, 2010).

Einfluss der Schlaggröße:
Die Tabelle 2 zeigt den Effekt der Flächenleistungszunahme mit zunehmender Feldstückgröße. Dies ist auf den reduzierten Wendezeitanteil an der Gesamtarbeitszeit zurückzuführen.

Tabelle 2: **Flächenleistung, Arbeitszeitaufwand und Dieselaufwand für den Grubbereinsatz mit unterschiedlichen Traktoren bei unterschiedlichen Feldstückgrößen**

			Steyr 8090			Steyr 9125		
Ha	Länge	Breite	ha/h	AKh/ha	Diesel/ha	ha/h	AKh/ha	Diesel/h
0,5	122,5	40,8	1,33	0,75	6,65	1,89	0,53	7,78
0,8	154,9	51,6	1,43	0,70	6,47	2,08	0,48	7,58
1	173,21	57,74	1,47	0,68	6,41	2,16	0,46	7,50
3	300,00	100,00	1,61	0,62	6,21	2,44	0,41	7,27
5	387,30	129,10	1,65	0,61	6,15	2,53	0,39	7,21
10	547,72	182,57	1,69	0,59	6,10	2,62	0,38	7,15
15	670,82	223,61	1,71	0,59	6,08	2,66	0,38	7,13
20	774,60	258,20	1,72	0,58	6,07	2,68	0,37	7,11
25	866,03	288,68	1,72	0,58	6,06	2,70	0,37	7,11

So wird auf 5 ha großen Feldstücken ca. 5 % (Steyr 8090) bzw. ca. 5,7 % (Steyr 9125) gegenüber 0,8 ha großen Feldstücken an Diesel eingespart.

Wahl der Arbeitsmaschine (Traktor):
Bei der schweren Bodenbearbeitung mit dem Tiefenlockerer und dem Grubber erwies sich der Traktor mit dem „stufenlosen“ Getriebe hinsichtlich des Kraftstoffverbrauchs als nachteilig. Der Mehrverbrauch betrug je nach Versuchsvariante durchschnittlich zwischen 6 – 17 %. Bei den Fahrstrategien mit konstanter Motordrehzahl und Fahrgeschwindigkeit wurde der direkte Einfluss des Getriebes auf den Kraftstoffverbrauch untersucht. Es stellte sich heraus, dass der Traktor mit dem stufenlosen Getriebe einen höheren Verbrauch hatte. Da die Bauteile beider Traktoren bis auf das Getriebe identisch sind, ist der höhere Verbrauch beim Traktor mit dem „Stufenlosgetriebe“ auf einen schlechteren Wirkungsgrad des Getriebes zurückzuführen. Bei den Versuchen, bei denen die Fahrgeschwindigkeit unter Einhaltung einer konstanten Motordrehzahl gesteigert wurde, näherten sich die Verbrauchswerte beider Traktoren, aber der Traktor mit dem stufenlosen Getriebe hatte wiederum höhere Verbrauchswerte. Beim Grubbern betrug der Unterschied 8,7 % oder 0,63 l/ha bzw. 22 MJ ha (Fraßl, 2008).

Zusammenfassung

Um eine Reduzierung des Kraftstoffverbrauches bzw. den Energieaufwand zu senken, wird es in Zukunft immer wichtiger werden, alle Möglichkeiten an Sparpotentiale aus zu nutzen. Die drei genannten Maßnahmen sollen nur einen kleinen Ausschnitt darstellen.
Die Umstellung von der konventionellen zu der reduzierten Bearbeitung bzw. No tillage bringt eine Reduktion von bis zu 37 % bzw. 62 % beim direkten Energieeinsatzes. Bei Betrachtung des gesamten

Energieinputs liegen die Reduktionspotentiale von CT zu RT bei 10 % und von CT zu NT bei 13 %. Dieses Ergebnis ist durch den hohen Energiebedarfes für die Herstellung des Düngers begründet.
Als weitere Maßnahme kann die Vergrößerung der Schläge beitragen, hier sind Reduktionspotentiale von 5 % pro Überfahrt möglich. Weiters bringt die Getriebewahl des Traktors ein Reduktionspotential an Dieselkraftstoff bzw. Energie. Je nach dem Bodenbearbeitungsgerät und Fahrstrategie hat ein „stufenloses" Getriebe von 6 bis 17 % gegenüber einem Lastschaltgetriebe höheren Dieselverbrauch aufweisen.

Abstract

In the future a reduction of fuel consumption and respectively a decrease of energy input will gain increasing importance to save energy as efficiently as possible. The following three measures represent a small fraction of possible actions to ensure a more efficient use of energy resources.
The change of soil cultivation from conventional to reduced/no tillage facilitates a reduction of direct energy input of 37 %/62 % respectively. If total energy input is taken into account, the reduction potential is still 10 % by a transformation from conventional to reduced tillage and 13% by a transformation from conventional to no tillage. Mostly this reduction is possible due to the high energy demand of fertilisation. A second energy saving measure is merging of plots resulting in larger cultivable plots. There is a reduction potential of 5 % per plot crossing. The third energy saving measure is the gear choice which provides reduction potential for the amount of fuel needed and energy input necessary. Depending on the soil cultivation tool and the driving style the fuel consumption of a Continuously Variable Transmission (CVT) is 6 to 17 % higher than that of a powershift-transmission.

Literatur

FRAßL, F., 2008: Untersuchungen zum Einfluss von Lastschaltgetriebe und "stufenlosem" Getriebe auf den Kraftstoffverbrauch bei Bodenbearbeitungen und Transport, Diplomarbeit BOKU.
KLIK, A., G. TRÜMPER, U. BAATAR, S. STROHMEIER, P. LIEBHARD, F. DEIM, G. MOITZI, M. SCHÜLLER, N. RAMPAZZO, A. MENTLER, G. RAMPAZZO-TODOROVIC, E. BRAUNER, W. BLUM, G. KÖLLENSPERGER, S. HANN, G. BREUER, B. STÜRMER, S. FRANK, J. BLATT, J. ROSNER, E. ZWATZ-WALTER, R. BRUCKNER, J. GRUBER, R. SPIEß, H. SANITZER, T.M. HAILE, S. SELIM, B. GRILLITSCH, D. ALTMANN, C. GUSECK, W. BURSCH UND M. FÜRHACKER: 2010. Einfluss unterschiedlicher Bodenbearbeitungssysteme auf Kohlenstoffdynamik, CO_2-Emissionen und das Verhalten von Glyphosat und AMPA im Boden. Forschungsendbericht für das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) und Amt der Niederösterreichischen Landesregierung und Amt der Steiermärkischen Landesregierung.
KTBL, 2008: Energieeffiziente Landwirtschaft, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft; Fulda 8.-9.4.2008, KTBL-Schrift 463.
ÖKL- Richtwerte, 2008: Berechungsgrundlage für den land- und forstwirtschaftlichen Einsatz, Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung.
SCHÜLLER M., G. MOITZI, H. WEINGARTMANN, P. LIEBHARD (2009): Energieeffizienz bei unterschiedlichen Bodenbearbeitungssystemen für die Winterweizenproduktion im Tullner Becken (NÖ), ALVA Tagung 2009, Salzburg 18.-19.5.2009

Adressen der Autoren

[1] Universität für Bodenkultur, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Landtechnik, Peter-Jordan-Straße 82, A-1190 Wien,
[2] Universität für Bodenkultur, Department für Angewandte Pflanzenwissenschaften und Pflanzenbiotechnologie, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Gregor Mendel-Straße 33, A-1180 Wien

* Ansprechpartner: Dipl. Ing. Markus SCHÜLLER, schueller98@gmx.at

Cultivation of a Miscanthus Giganteus on soils polluted with heavy metals and the use of the resulted biomass

Anbau von Miscanthus Giganteus auf Böden mit Schwermetallbelastung und Nutzung der Biomasse

Blanca Georgiana Grama, Bianca-Petronela Pavel, Camelia Sand, Mihai-Radu Pop and Constantin-Horia Barbu[1]*

Introduction

Soils polluted with heavy metals (Pb, Cd) pose a great environmental risk, but when these soils are cultivated with edible/forage plants, as the case of Copsa Mica region in Romania, the risks are much greater. Even though the situation is well documented (DUMITRU 2004, LACATUSU 2008, CONSTANTINESCU 2008), and there are some attempts in remediation of these soils (BARBU and GROVU 2001, BARBU et al. 2006, DUMITRU et al. 2002, DUMITRU 2004), until now no feasible solution for the decontamination of this large region has been found. On world scale, after a boost of phytoremediation and especially phytoextraction, with thousands of research papers, it turned out that this method, although elegant and environmental friendly, is not sustainable on large pieces of land, and even the greatest names in this field suggested other approaches, such as phytoexclusion, i.e. selecting crops that do not translocate high concentrations of metals to edible parts (DICKINSON et al. 2009).

In our work we have started from the following assumptions: heavy metals already existing in soil are difficult to be removed, due to the very high costs and/or long time to perform any known remediation method; because groundwater level is quite deep (3-10 m), it is unlikely to be contaminated; until a feasible method will be used, farmers in the area depend on their land, and cultivation of non-edible plants, with market value, could be a solution for their well-being.

After screening many species of non-edible plants, we have chosen for our research a new hybrid, *Miscanthus sinensis x giganteus* (Poaceae), trying to determinate if it can be cultivated on these lands (considering the climate and the pollution degree) and what is the amount of heavy metals in its useful parts.

Material and methods

Miscanthus sinensis x giganteus Greef et Deu. is a triploid hybrid between *M. sinensis* Anderss. (a diploid species) and *M. sacchariflorus* Hack (a tetraploid species), which is unable to produce viable seed, thus reducing the risk to become invasive (JONES and WALSH, 2001). Giant miscanthus is a perennial warm-season grass, with a special type of photosynthesis (C4), which implies the return of the nutrients in the rhizome during the cold season (FRÜHWIRTH and LIEBHARD, 2004). As temperatures decrease in the fall, the dark green foliage fades to buff and drops, leaving stems (and sometimes sterile flowers at their terminus). Stems are the most commercially important portions of miscanthus, and harvesting the dried stems takes place during late winter or early spring (March-April). Propagation is made mainly by rhyzomes and, in the third year of cultivation plants reach a height of 3-4 m, with a yield of 20 tons per hectare (at 15 % humidity). It is worth to state that there is a big difference between *M. sinensis* and *M. sacchariflorus*, on one hand and their "off-spring" *M. giganteus*, on the other, in what invasiveness concerns: while the "parents" produce seeds and therefore can be invasive, 'giganteus' gives a sterile blooming, and all the attempts to multiply it otherwise than by rhizomes or seedlings have failed. A major mistake is given by the similarity of names: *Miscanthus sinensis* and *Miscanthus sinensis* x *giganteus*. Even the most thorough research made in U.S.A. and Europe have proven no sign of invasiveness and therefore 'giganteus' is NOT on the European invasive species list.

Its current use is for energy, but research is performed for other industrial uses, as pulp and paper, additive in concrete walls, plastics replacement (PYTER et al. 2007).

For our experiments we have chosen a piece of land (5000 m^2) at the borders of Copsa Mica town, situated two km eastwards from the pollution source (Sometra Company). Land characteristics were determined according to the current Romanian standards, the average sample consisting on 10 sub-

samples taken from different places. Soil and then plants loading with heavy metals were determined in solid state, using a High-resolution continuum source atomic absorption spectrometer ContrAA 700, manufactured by Analytik Jena (Germany). On this land, after soil preparation, we have planted manually, in May 2008, Miscanthus rhizomes (from Fa. ARGE GmbH, Austria), in rows (1 x 1 m), at a depth of 8-10 cm. No pesticides and fertilizers were used. In April 2010 we have cropped the aerial parts, using a trimmer, and then we grinded them using a household cereal mill, the product looking similar to saw-dust. This dust was sent to be analyzed by a certified combustion tests laboratory (Oscar von Muller Co., Bucharest) and briquetted on a sawdust press. To determine the amount of heavy metals, soil and vegetal samples were oven dried at 105 ^{o}C, for two hours and then grinded under 10 μm (Fritch – Pulverisette 0). For each analysis there were taken at least four samples. In the AAS graphite furnace there were introduced amounts of 1.0000 mg at a time.

Results and discussion

The piece of land where we have performed our research was a poor one, acidic (pH=5.2) heavily polluted with Cd (13.47 $mg \cdot kg^{-1}$ dry weight) and Pb (682.50 $mg \cdot kg^{-1}$ d.w.) (BARBU et al. 2009). Despite these, the results are encouraging: the plants have grown, with a survival rate of more than 90 %, and from rhizomes have developed rootlets until the depth of 1.2 m, where the pollution degree is lower, this demonstrating that *Miscanthus sinensis x giganteus* can be successfully cultivated in Romania, even on poor, acidic soils, heavily polluted with Pb and Cd. **The amounts of Cd and Pb in the aerial parts were 2.12±0.44 $mg \cdot kg^{-1}$ d.w. and 3.71±0.73 $mg \cdot kg^{-1}$ d.w., respectively).** These very low values make the plant unsuitable for phytoextraction, but allow its almost unrestricted use for energy, and not only. In what the chemical composition and combustion characteristics concern, as determined by a third party laboratory, the results are presented in Table 1.

Table 1: **Chemical composition and combustion characteristics of Miscanthus dust**

Characteristic	Value (% wt)	Test method
Total moisture	9.30	SR 5264:1995
Ash	1.70	ASTM D 3174:2004
Volatile matter	74.28	STAS 5268:1990
Carbon	44.21	
Hydrogen	6.21	ASTM D 5373:2006,
Oxygen (by difference)	48.57	ISO 351:1996
Sulfur	0.00	CEN/TS 15104:2005
Nitrogen	0.56	
Chlorine	0.45	ISO 3634:1979
Lower heating value	16039 kJ/kg	ISO 1928:2009
Higher heating value	17673 kJ/kg	CEN/TS 15148:2005

These results, very similar with those reported by COLLURA et al. (2005), show clearly that Miscanthus, even cultivated on polluted soils, has very few ash, no sulfur, and its heating value is comparable to that of lignite.
Preliminary tests with the briquettes (cylinders 10 cm diameter, 7-12 cm length), obtained for the first time in Romania, gave also good results, without ash agglomeration, which is a major concern in biomass use for energy.

Conclusions

1. *Miscanthus sinensis x giganteus*, a valuable energy plant, can be successfully cultivated in Romania, even on soils heavily polluted with Pb and Cd.
2. The amount of Pb and Cd in the upper parts of the plants, even cultivated on soils heavily polluted with Pb and Cd, is very small, this allowing its unrestricted industrial and energetic use.
3. Combustion characteristics of Miscanthus dust and briquettes are very good, making possible the partial replacement of coal in new or existing heating units.

Abstract

The paper presents our results in cultivation on soils polluted with heavy metals (Pb, Cd) of *Miscanthus sinensis x giganteus*, a sterile hybrid, as well as the tests we have performed for the use of the stems cropped after two years.
The results are very encouraging and we expect more and more farmers to cultivate this plant, with benefit for them and for environment.

Acknowledgements

This research was performed within the Romanian R&D Grant Scheme „Parteneriate", Contract no. 31-022.

References

BARBU CH, SAND C, OPREAN L, 2006: Phytoremediation of metal-contaminated sites. Eds. Morel JL, Echevarria G, Dordrecht, The Netherlands, Springer, 319-326.
BARBU CH, GROVU R, 2001: Contaminated Soils, Vol. 6, eds. Kostecki, P.K., Calabrese, E.J., Dragun, J., Amherst, MA, CRC Press, 69-78.
BARBU CH, PAVEL BP, SAND C, POP MR, 2009: Proceedings of the 9th Int. Symp. of Roumanian Academy - October 16-17, Cluj-Napoca, Romania, 21-24.
COLLURA S, AZAMBRE B, FINQUENEISEL G, ZIMNY T, WEBER JV, 2005: Environ. Chem. Lett., 4, 75-78.
CONSTANTINESCU L, 2008: Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Agriculture, 65 (2), 345-348.
DICKINSON NM, BAKER AJM, DORONILA A, LAIDLAW S, REEVES RD, 2009: Int. J. Phytorem, 11 (2), 97-114.
DUMITRU M, VRINCEANU N, MOTELICA M, 2002: Proceedings of the COST 837 Meeting, Bordeaux, France.
DUMITRU M, 2004: Country Report-Romania.
FRÜHWIRTH P, LIEBHARD P, 2004: *Miscanthus sinensis 'Giganteus'* – Chinaschilf als nachwachsender Rohstoff. Landwirtschaftskammer Österreich und Ländliches Fortbildungsinstitut Österreich.
JONES MB, WALSH M, 2001: Miscanthus for energy and fibre, 2001. London, James & James Publishers.
LACATUSU R, LACATUSU AR, 2008: Carpath. J. of Earth and Environmental Sciences, 3 (2), 115-129.
PYTER R, VOIGT T, HEATON E, DOHLEMAN F, LONG S, 2007: Issues in new crops and new uses. Eds. Janick J and Whipkey A, Alexandria VA, ASHS Press.

Authors' address

Lucian Blaga University of Sibiu, Faculty of Agricultural Sciences, Food Industry and Environmental Protection, 550024 Sibiu, 10 Victoriei Bv., Romania

* Contact person: Prof. Dr. Ing. Constantin-Horia BARBU, horiab@rdslink.ro

Minimalbodenbearbeitung und ihre Auswirkungen

Minimum tillage and its effects

Josef Rosner [1*], Elisabeth Zwatz-Walter [1] und Andres Klick [2]

Einleitung

In Österreich sind 450.000 ha potentiell erosionsgefährdet, was auf die Topografie zurückzuführen ist. Neben den ökologischen Aspekten treten aber immer mehr ökonomisch Überlegungen in den Vordergrund. Bodenschonende Bearbeitungsmethoden setzen sich zunehmend durch, werden aber von vielen Bauern noch immer skeptisch betrachtet. Als Gründe für die neuen Bodenbearbeitungstrends können angegeben werden:

- Senkung der Produktionskosten
- Weniger Befahrhäufigkeit– weniger Arbeitszeit – weniger Bodenverdichtung durch weniger Verkehr am Acker
- Mehr Schlagkraft ⇨ Bewirtschaftung von mehr Fläche möglich
- Signifikante Reduzierung des Treibstoffverbrauchs
- Geringere Maschinenbeanspruchung und weniger Maschinen
- Verhinderung von Wind – Wasser – Tillageerosion (Erosion durch Bodenbearbeitung)
- Erhöhung des Humusgehaltes ⇨
- Verbessertes Wasserspeichervermögen,
- Aggregatstabiltät signifikant höher ⇒ bessere Tragfähigkeit der Böden und weniger Bodenerosion
- Bessere Erträge mittel - langfristig
- Geringere C bzw.CO_2 – Freisetzung aus dem Bodenpool -Umweltleistung der Landwirtschaft

Material und Methoden

Verschiedene Bodenbearbeitungssysteme werden an den Ackerbau- Standorten an den Lehr – und Versuchsbetrieben der Landwirtschaftlichen Fachschulen in Niederösterreich im trockenen pannonischen Klimaraum und im gemäßigten Übergangsklima geprüft. Das Klima ist durch eine jährliche Niederschlagsmenge von 500 mm im Pannonikum, 650 mm im Übergangsklima und durch eine Jahresdurchschnittstemperatur von 9.0 °C – 11.0 °C charakterisiert.
Neben der konventionellen Bearbeitung mit Grubber und Pflug mit Saatbettbereitung werden verschieden Gründeckenpflanzen wie Gelbsenf, Phacelia, Wicke, Ackerbohne, Futtererbsen, Ölrettich, Kleearten, Grünroggen, Buchweizen mit anschließender Mulch – und Direktsaat getestet. Zwei Versuchsglieder mit Minimalbodenbearbeitung ausschließlich mit Grubber bzw. Scheibeneggeneinsatz und einer NoTillage (NoTill) Variante werden auf die Ertragsleistung und den Mykotoxingehalt untersucht.
Die Konventionelle Saat wird nach Pflug – und Grubbereinsatz mit einer Saatbettvorbereitung durchgeführt. Die Mulchsaat wird nach einem zweimaligen Grubbereinsatz mit anschließender Gründeckeneinsaat nach einer mulchenden Bodenbearbeitung mit einer Kreiselegge oder Saatbettkombination getätigt, bei der Direktsaat ist das Gründeckenmanagement wie bei der Mulchsaat, es wird aber vor dem Anbau der Kulturpflanze eine Saatbettvorbereitung unterlassen (= Zero/No Tillage). Alle 3 angeführten Systeme werden mit einer Direktsämaschine angebaut.

In einem parallel angelegten Bodenbearbeitungsversuch werden 4 verschiedene Bodenbearbeitungssysteme geprüft. Neben der Standardvariante mit Grubber und Pflug werden minimierte Verfahren mit Grubber + Scheibenegge, weiter minimiert auf Grubber oder Scheibenegge und No Tillage (– keine Bearbeitung) angewendet.

Ergebnisse und Diskussion

Erosionsversuche

In der folgenden Tabelle 1 sind die Ergebnisse der 3 Standorte Mistelbach, Tulln und Pyhra bei St. Pölten zusammengefasst. Angeführt sind die 3 Gründecken– und Bodenbearbeitungsprüfglieder, bei denen auch Erosionsmessungen durchgeführt werden. Neben dem Bodenabtrag in t/ha/Jahr sind auch die Nährstoffverluste bei N und P neben den Herbizidverlagerungen nachzulesen. Die ermittelten Erträge aus der Getreide – Maisfruchtfolge (Mistelbach 1 mal Zuckerrüben, 1 x Sonnenblumen, Tulln 1x Zuckerrüben statt Mais in der Fruchtfolge) sind ebenfalls in Tabelle 1 dargestellt. Bei der Konventionellen Saat wird auf eine Herbstbegrünung verzichtet, bei Mulchsaat wurden 7.5 kg Platterbesen, 11 kg Sommerwicke, 3.7 kg Buchweizen, 1.1 kg Alexandrinerklee, 1.1 kg Perserklee und 0.4 kg Gelbsenf als Herbstbegrünung Mitte August angebaut. Bei der Direktsaat werden 3 kg Gelbsenf und 7 kg Phacelia zum vorgenannten Termin ausgesät.

Tabelle 1: **Gemessene jährliche Abträge und Erträge 1994 – 2010 Mistelbach, Tulln, Pyhra (Klik 2010)**

Bearbeitungsmethode	**Konventionell**	**Mulchsaat**	**Direktsaat**
Bodenabtrag t/ha/Jahr Reduktion	6.7	2.2 67 %	1.1 84 %
C_{org} - Verlust kg/ha Reduktion	85	32 62 %	18 79 %
N – Abtrag kg/ha/Jahr Reduktion	12	6.5 46 %	3.8 68 %
P – Abtrag kg/h/Jahr Reduktion	5	1.5 70 %	0.8 84 %
Wasser - Abfluss in mm	24.3	21.7	17.7
Wasser Abfluss in mm Pixendorf 2007 - Reduktion	109	47 57 %	5 95 %
Herbizidabtrag % ausgebrachte Wirkstoffmenge Reduktion	2.2	1.01 50 %	0.57 90 %
Ertrag in % Konventionell	**100**	**104**	**100**

Wie der Tabelle 1 entnommen werden kann, sind deutliche Reduktionen bei Boden – Nährstoff – und Herbizidabtrag und beim Abfluss festzustellen. Besonders umweltrelevant ist der stark minimierte C_{org} – Verlust, der nicht nur eine CO_2 – Speicherung im Boden zur Folge hat sondern auch höhere Pflanzenerträge.
Die Erträge unterscheiden sich dabei nicht signifikant.

Bodenbearbeitungsversuche

An allen Ackerbau - Standorten in NÖ werden seit einigen Anbaujahren 4 Bodenbearbeitungsvarianten angelegt, die in Tabelle 2 aufgelistet sind. Neben der Konventionellen Bearbeitung mit Grubber und Pflug wird eine ohne wendende Bodenbearbeitung mit zweimaligem Grubbereinsatz oder Scheinegge-Grubber getestet. Ein Prüfglied als Minimalbodenbearbeitung mit einmaligem Scheibeneggeneinsatz wird ebenfalls untersucht. Während bei den beiden erstgenannten Systemen eine Saatbettvorbereitung mit einer Kreiselegge oder Saatbettkombination erfolgt, wird bei der Scheibeneggen nur minimiert bearbeitet und bei der NoTill - Variante auf jede Bodenbearbeitung verzichtet (Zero Tillage). Neben den Erträgen sind auch die Nettoerlöse (Ertrag minus Aufwendungen) aufgelistet.

Tabelle 2: **Ergebnisse Bodenbearbeitungsversuche NÖ mehrjährig**

Bodenbearbeitungsversuche Niederösterreich mehrjährig Bearbeitungsvariante	**Ertrag in % Konventionell**	**Nettoerlöse Ertrag - Aufwendungen**
Konventionelle Bearbeitung – Grubber – Pflug - Saatbettbereitung	**100**	**100**
Minimierte Bearbeitung Grubber/Scheibenegge + Grubber/Scheibenegge - Saatbettbereitung	**99**	**106**
Minimalbearbeitung Scheibenegge – keine Saatbettbereitung - Direktsaat	**100**	**113**
No Tillage – keine Bodenbearbeitung	**104**	**122**

In den mehrjährigen Versuchen erweisen die Erträge bei Minimierung der Bodenbearbeitung stabil, auf Grund der sich stark verringernden Aufwendungen für Arbeitszeit und Traktorstunden steigen die Nettoerlöse signifikant bei Getreide – Maisfruchtfolgen.

Zusammenfassung

Sowohl die Erosionsversuche als auch die Bodenbearbeitungstestreihe zeigen, dass durch Minimierung der Bodenbearbeitung keine nennenswerten Ertragseinbußen messbar waren. Die Nettoerträge stiegen jedoch signifikant auf Grund der geringeren Maschinenaufwendungen. Die Bodenerosion konnte durch Mulch – und Direktsaat wesentlich verringert werden, ebenso die C -, Nährstoff – und Pestizidabträge.

Abstract

The erosion tests and soil tillage trials show, that the minimizing of soil tillage has no mesurable yield reduction following. The netto yield was increasing because of the low expenditure of machinery. Soil erosion could be significantly reduced with mulch – and direct drilling systems, also C-, nutrient – and pesticide loss.

Adressen der Autoren

[1] Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Abt. Landwirtschaftliche Bildung, Frauentorgasse 72, A - 3430 Tulln

[2] Universität für Bodenkultur, Institut für Hydraulik und Landeskulturelle Wasserwirtschaft, Muthgasse 18, A - 1190 Wien

[*]Ansprechpartner: DI Dr. Josef ROSNER, josef.rosner@noel.gv.at

Einfluss von Trockenperioden auf den Ertrag von Winterweizen bei unterschiedlichen Bodenbearbeitungssystemen

Influence of drought on winter wheat yield under different tillage systems

Gernot Bodner[1*], Peter Liebhard[1], Helmut Wagentristl[2] und Hans-Peter Kaul[1]

Einleitung

Im semi-ariden Produktionsgebiet ist der Niederschlag häufig Ertrag-limitierend. Bei reduzierter Bodenbearbeitung, insbesondere Direktsaat, wird durch die verringerte Bodenverdunstung aufgrund der Mulchauflage sowie durch die Erhöhung der pflanzenverfügbaren Wassermenge in Trockenjahren eine positive Ertragswirkung erwartet (BODNER et al. 2010). Ziel der Arbeit ist es anhand mehrjähriger Ertragsdaten von Winterweizen den Zusammenhang von Trockenheit, Bodenwasser und Ertrag bei unterschiedlichen Bodenbearbeitungssystemen zu untersuchen.

Material und Methoden

Die Ertragsdaten wurden auf dem Bodenbearbeitungsversuch der Universität für Bodenkultur in Raasdorf in den Jahren 1998 bis 2010 erhoben. Als Winterweizensorte wurde, mit Ausnahme des Jahres 1998 (Capo), die Sorte Josef angebaut. In dieser Arbeit werden die Varianten konventionelle Bearbeitung mit Pflug, reduzierte Bearbeitung mit Grubber und Direktsaat verglichen. Der Boden am Versuchsfeld ist eine Schwarzerde mit der Bodenart schluffiger Lehm. Zur Charakterisierung der Trockenheit wurden neben Niederschlag und potentieller Verdunstung (ET_0) der *K-Wert* als Indikator für das klimatische Wasserbilanzdefizit sowie der *T-Wert* als Angabe über die Zahl an trockenen Monaten in der Vegetationszeit verwendet (HARLFINGER und KNEES 1999). Messwerte der Bodenfeuchte lagen zu den Zeitpunkten Ende März, Mitte Mai und Mitte Juli vor. Die gravimetrischen Wassergehalte wurden über vorliegende Lagerungsdichte-Daten in Volumenwassergehalte umgerechnet. Die statistische Auswertung mit Hilfe des Programms SAS erfolgte über Varianzanalyse (PROC MIXED). Zusammenhänge zwischen Witterung, Wassergehalt und Ertrag wurden über Regressionsanalyse (PROC REG) getestet.

Ergebnisse und Diskussion

Der Versuchsstandort Raasdorf zählt mit einem mittleren Jahresniederschlag von 546 mm zum semiariden Produktionsgebiet Österreichs. Tabelle 1 zeigt die anhand der vorliegenden Wetterdaten errechneten Trockenheitsindikatoren für den Standort.

Tabelle 1: **Klimaindikatoren zur Abschätzung der Trockenheit während der Vegetationszeit von Winterweizen am Bodenbearbeitungsversuch Raasdorf**

Vegetationsjahr	Niederschlag* (mm)	ET_0* (mm)	NS/ET_0 (-)	K-Wert** (-)	T-Wert (%)
1998	386.8	685.6	0.56	97.8	16.7
2000	332.1	756.8	0.44	134.5	33.3
2002	452.2	708.1	0.64	82.4	8.3
2004	416.2	629.6	0.66	124.3	25.0
2006	307.2	713.9	0.43	144.7	33,3
2007	387	867.9	0.45	89.7	16.7
2008	652.1	766.4	0.85	98.9	8.3
2009	447.2	718.9	0.62	124.4	25.0
2010	483.4	459.6	1.05	82.3	16.7

**Die Werte beziehen sich auf die Monate Oktober bis Juli; die Errechnung der Verdunstung (ET_0) erfolgte nach der Penman-Monteith Gleichung.*

***Ein K-Wert über 115 zeigt semi-aride Bedingungen an (HARLFINGER und KNEES 1999).*

Die in der Bodenschätzung verwendeten Indikatoren (*K-Wert, T-Wert*) kennzeichnen die Trockenheit während den Monaten April bis September. Sie weisen die Jahre 2000, 2004, 2006 und 2009 als tro-

cken aus, wobei der *T-Wert* ausgeprägte Trockenmonate vor allem in den Jahren 2000 und 2006 zeigt. Das Verhältnis aus Niederschlag zu potentielle Verdunstung (NS/ET_0) während der Vegetationszeit des Winterweizens weist auf ein deutliches klimatisches Wasserbilanzdefizit in den Jahre 2000, 2006 und 2007 hin. Im Jahresmittel lagen sechs der neun untersuchten Jahre dagegen über dem langjährigen Niederschlagsdurchschnitt.
Abbildung 1a zeigt die Winterweizenerträge in den Versuchsjahren 1998 bis 2010. In den Jahren 1998 und 2002 erreichte Direktsaat die signifikant höchsten Erträge, während sie 2004, 2006 und 2010 deutlich unter der Pflugvariante lag. Im Mittel der Jahre und über die vier Wiederholungen wies die Direktsaat mit einem Variationskoeffizienten von 35,7% die höchsten Ertragsschwankungen auf (Pflug: 24,6%, Grubber 25,7%).

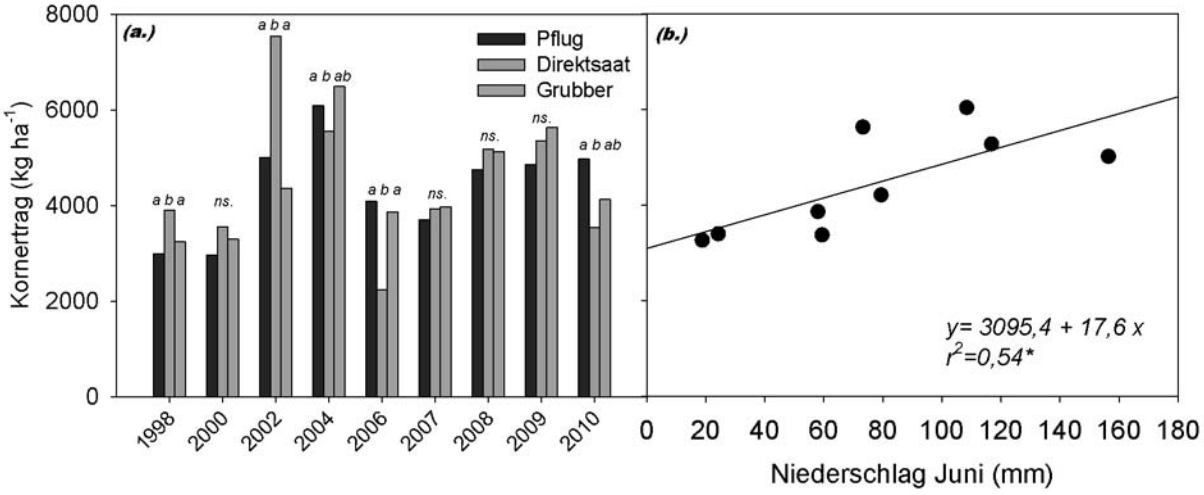


Abbildung 1: ***(a.)* Kornertrag von Winterweizen bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung; *(b.)* Abhängigkeit der mittleren Ertragshöhe vom Juni-Niederschlag am Standort Raasdorf**

Ein signifikanter Witterungseinfluss auf die mittlere Ertragshöhe konnte nur für den Juni-Niederschlag gefunden werden (Abb. 1b). Dies weist auf die Bedeutung einer ausreichenden Wassernachlieferung in der Kornfüllungsphase bei Wintergetreide hin. Für andere Trockenindikatoren konnte kein unmittelbarer Zusammenhang mit den Erträgen nachgewiesen werden.

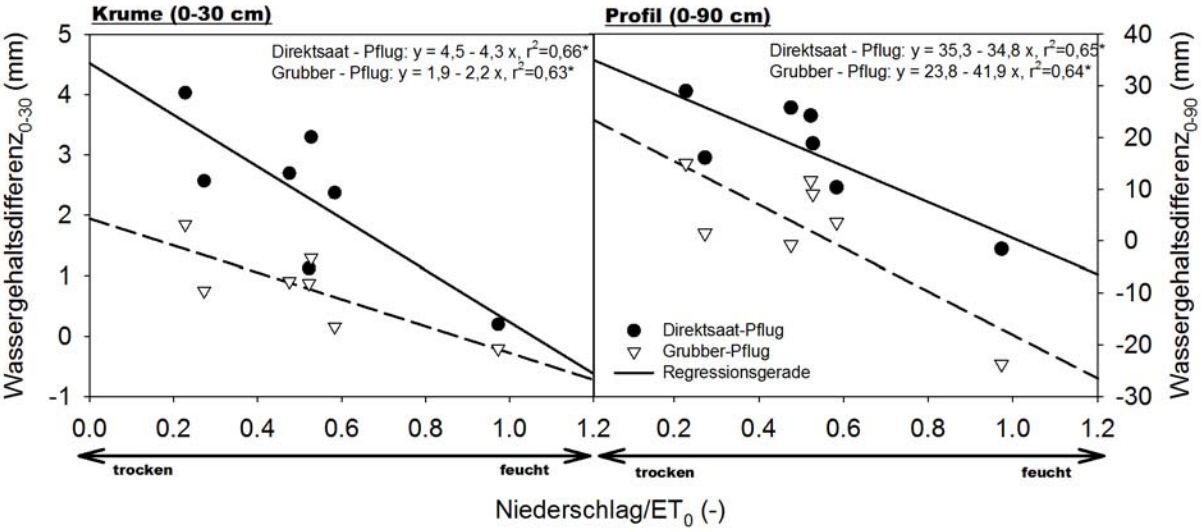


Abbildung 2: **Unterschiede in der Bodenwassermenge nach der Ernte (Juli) in Abhängigkeit der Trockenheit bei unterschiedlichen Bodenbearbeitungssystemen am Standort Raasdorf.**

Abbildung 2 zeigt den Zusammenhang zwischen trockener Witterung und bearbeitungsbedingten Unterschieden in der Bodenwassermenge für den Meßzeitpunkt Juli. Besonders im Oberboden haben die

reduzierten Bearbeitungsvarianten unter Trockenbedingungen eine höhere Wassermenge, was auf den verdunstungshemmenden Effekt der Mulchdecke hinweist.
Bei Direktsaat stellen Unterschiede im Profilwassergehalt im Frühjahr einen wesentlichen Faktor für die Ertragsdifferenz gegenüber der Pflugvariante dar, wobei höhere Erträge in jenen Jahren auftraten, in denen diese Variante sich am deutlichsten in der Wasserspeichermenge von der Pflugbearbeitung unterschied. Für die Grubber-Variante konnte kein solcher Zusammenhang abgesichert werden.

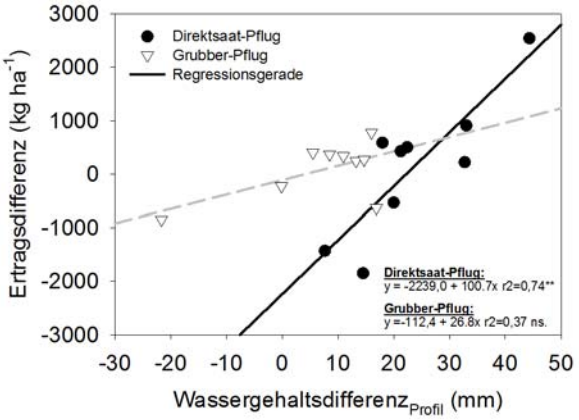


Abbildung 3: **Zusammenhang von bearbeitungsbedingten Profilwassergehaltsunterschieden im Frühjahr und der Ertragsdifferenz bei Winterweizen am Standort Raasdorf.**

Zusammenfassung

Die Winterweizen-Erträge am Bodenbearbeitungsversuch Raasdorf in den Versuchsjahren 1998 bis 2010 zeigen, dass die Ertragshöhe am Standort wesentlich von der Niederschlagsnachlieferung während der Kornfüllungsphase beeinflusst wird. Bei Weizen ist unter reduzierter Bodenbearbeitung die Bodenwassermenge zu Vegetationsende höher, was auf die verdunstungshemmende Wirkung der Mulchdecke hinweist. Besonders bei Direktsaat können die höheren Wassergehalte zu einem Ertragsvorteil führen. Dennoch ist für die Untersuchungsperiode kein konsistenter Ertragsvorteil reduzierten Bodenbearbeitung im Trockengebiet nachweisbar.

Abstract

The yield level of winter wheat in the years 1998 to 2010 on the tillage trial Raasdorf in the semi-arid region of Eastern Austria was significantly influenced by rainfall availability during the corn filling stage. Reduced tillage resulted in higher soil moisture during the later vegetation period of wheat, indicating the protective effect of a mulch layer against evaporation losses. For no-tillage higher soil moisture could potentially result in yield advantage. However, we could not prove a consistent yield advantage of reduced tillage systems under semi-arid conditions over the whole study period.

Literatur

BODNER G, SCHOLL P, SCHWEN A, LOISKANDL W, KAUL HP, 2010: Using the CropSyst model to analyze the importance of hydraulic property changes vs. crop residue effects on the soil water content under different tillage systems. In: Wery, J., I. Shili-Touzi, A. Perrin (Eds.), Proc. XI ESA Congress, 737-738.
HARLFINGER O, KNEES G, 1999: Klimahandbuch der Österreichischen Bodenschätzung. Mitteilungen der ÖBG 58, 196.

Adressen der Autoren

[1] Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, BOKU Wien, Gregor Mendel Str. 33, A-1180 Wien

[2] Versuchswirtschaft Groß Enzersdorf, BOKU Wien, Schlosshoferstraße 31, A-2301 Groß Enzersdorf

* Ansprechpartner: Dr. Gernot BODNER, gernot.bodner@boku.ac.at

Einfluss von Sorte und Standort auf den Markgehalt der Zuckerrübe

Influence of site and variety on the marc content of sugar beet

Herbert Eigner[1*], Friedrich Kempl[1], Florian Emerstorfer[1] und Walter Hein[1]

Einleitung

Zuckerrübenschnitzel stellen als Futtermittel oder auch für andere Einsatzzwecke ein wichtiges Nebenprodukt der Zuckerproduktion dar. Aufgrund eines sinkenden Markgehalts, d.h. des Gehalts an wasserunlöslichen Bestandteilen der Zuckerrüben, ging der Anfall von Schnitzeln in den österreichischen Zuckerfabriken während der letzten 15 Jahre um etwa 10% zurück. Jüngere Untersuchungen (KENTER und HOFFMANN 2008) weisen für Standorte in Deutschland den Gehalt an Mark mit etwa 4% aus. Gegenüber den Ergebnissen von BEIß (1988,1989) bedeutet dies einen Rückgang um etwa 0,5%.
Ziel einer 2007 begonnenen Untersuchung ist es, unter den Bedingungen des österreichischen Zuckerrübenanbaus den Einfluss von Sorte, Standort und Jahr auf den Gehalt an Mark zu definieren.

Material und Methoden

In die Untersuchung wurden jeweils die 36 Genotypen der in den Jahren 2007 (AGES 2008) und 2008 (AGES 2009) am Standort Fuchsenbigl sowie in den Jahren 2008 und 2009 (AGES 2010) an den Standorten Eichhorn und Jetzing angelegten Hauptprüfungen einbezogen. Diesen sind auch die Ertrags- und üblichen Qualitätsdaten entnommen. „Fuchsenbigl“ repräsentiert die Standorte der Niederungen Ostösterreichs, „Eichhorn“ jene des ostösterreichischen Hügellandes sowie „Jetzing“ Standorte im nieder- und oberösterreichischen Alpenvorland.
Zur Bestimmung des Markgehalts wurden rückgestellte Breiproben der je Genotyp vorliegenden vier Wiederholungen zu einem Mischmuster vereinigt. Die Bestimmung des Markgehalts erfolgte nach der von HEIN und POLLACH (1987) beschriebenen Methode.

Ergebnisse und Diskussion

Der Markgehalt variiert in Abhängigkeit des Genotyps, des Standorts und des Jahres mit 3,0 bis 6,9% in einem weiten Bereich. Die vergleichbaren Gehalte an Mark der zwei in allen drei Beobachtungsjahren vertretenen Standards Helita und Begonia streuen zwischen 3,5 und 4,9%.
Während die mittleren Markgehalte am Standort Fuchsenbigl 2007 (4,1%) und 2008 (4,2%) nicht differieren, fallen diese – im Mittel der Standorte Eichhorn und Jetzing – 2009 (4,1%) gegenüber 2008 (4,8%) um 0,7% (abs.) zurück.
In einem Vergleich der mittleren Markgehalte für das Jahr 2008 liegt der Standort Fuchsenbigl (4,2%) gegenüber den Standorten Eichhorn (4,7%) und Jetzing (4,8%) zurück. 2009 steht einem mittleren Markgehalt von 3,8% in Eichhorn ein solcher von 4,3% in Jetzing gegenüber.
Die Spreizung der Markgehalte innerhalb der einzelnen Versuche beträgt absolut zwischen etwa 1,1% und 1,5% (Fuchsenbigl 2007 und 2008, Eichhorn und Jetzing, 2009) sowie etwa 2,6% (Eichhorn und Jetzing, 2008). KENTER und HOFFMANN (2008) berichten ermittelte Gehalte an Mark zwischen etwa 3,5 und 4,1%: Der Markanteil wird von ihnen als stabile genotypische Eigenschaft angenommen.

Abbildung 1 stellt die ermittelten Gehalte an Mark und Zucker für den Standort Fuchsenbigl 2007 gegenüber. Die Ergebnisse zeigen, dass die beiden Parameter positiv korreliert sind. Der Befund bestätigt frühere Untersuchungen, denen zufolge eine positive Beziehung zwischen den Gehalten an Mark und Saccharose in der Rübenfrischmasse besteht (VUKOV 1977; HOFFMANN et al., 2005). Rüben mit kleinen Zellen enthalten einen höheren Anteil an Zellwandmaterial und damit mehr Mark (KENTER und HOFFMANN 2008). Mit diesem Befund ist das in Österreich in der letzten Dekade beobachtete Abfallen der mittleren Gehalte an Zucker in kausalem Zusammenhang zum Rückgang des Anfalls von Zuckerrübenschnitzeln zu diskutieren.

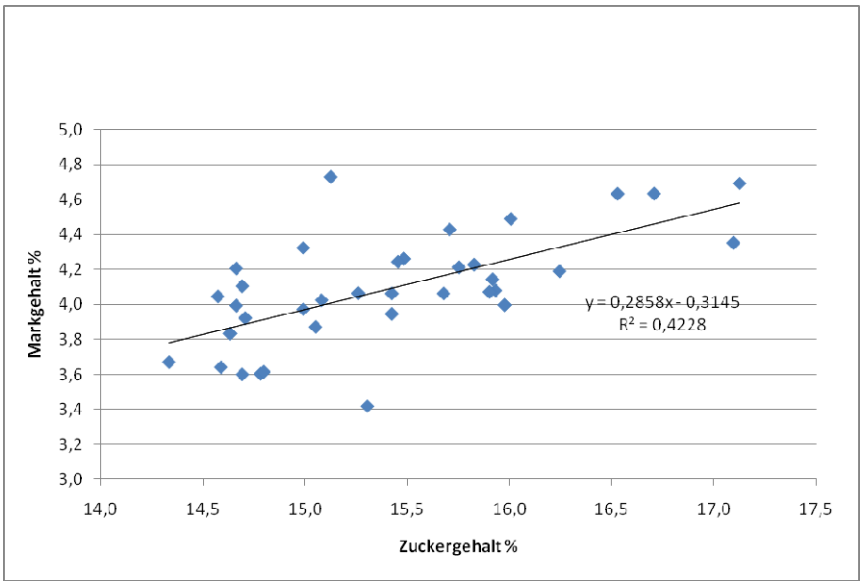


Abbildung 1: **Mark- (%) gegenüber Zuckergehalt (%), Fuchsenbigl 2007**

Abbildung 2 belegt, dass zwischen dem Gehalt an Mark und dem Ertrag an Zucker kein Zusammenhang besteht. Die Daten lassen darauf schließen, dass Genotypen mit hohem Markgehalt aus dem aktuellen Angebot selektiert werden können, ohne im erfolgsbestimmenden Faktor Zuckerertrag Abstriche hinnehmen zu müssen.

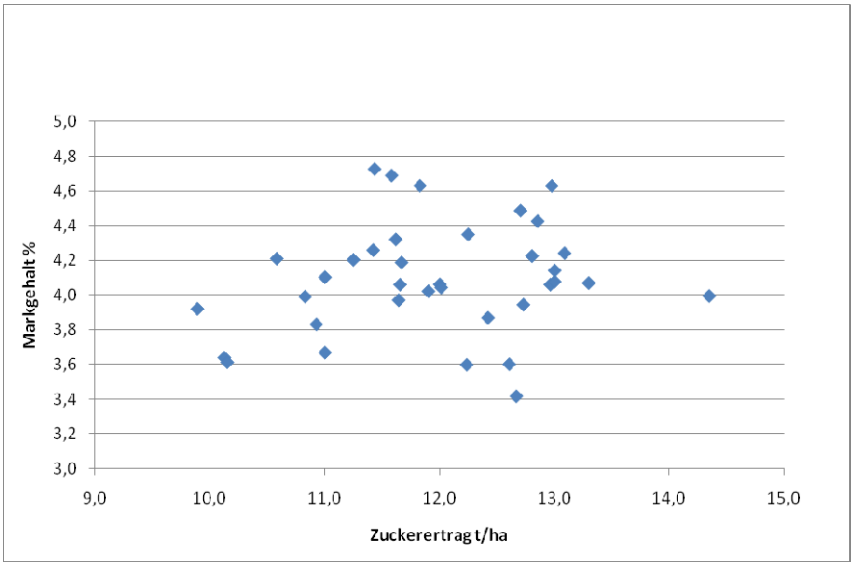


Abbildung 2: **Markgehalt (%) gegenüber Zuckerertrag (t/ha), Fuchsenbigl 2007**

Der Markgehalt der Rübe spielt als Gerüstsubstanz nicht nur in der Verwertung als Schnitzel eine Rolle, sondern beeinflusst auch die mechanischen Eigenschaften der Rübe bei Ernte und Transport sowie in weiterer Folge die Lagerfähigkeit. Ebenso wird ein möglicher Einfluss auf die Widerstandskraft gegen pilzliche Erreger diskutiert (KENTER und HOFFMANN 2008).

Zusammenfassung

Zuckerrübenschnitzel stellen ein wichtiges Nebenprodukt der Zuckerproduktion dar. Aufgrund sinkenden Markgehalts der Zuckerrüben ging der Anfall von Schnitzeln in den österreichischen Zuckerfabriken deutlich zurück. In Untersuchungen zum Einfluss von Sorte, Standort und Jahr auf den Gehalt an Mark wurden Proben aus Sortenversuchen der Jahre 2007, 2008 und 2009 einbezogen. Der Markgehalt variiert mit 3,0 bis 6,9% in einem weiten Bereich. Die Spreizung der Markgehalte innerhalb der

einzelnen Versuche beträgt absolut zwischen 1,1% und 2,6%. Die Ergebnisse lassen darauf schließen, dass Genotypen mit hohem Markgehalt ohne Einschränkung des Zuckerertrages selektiert werden können.

Abstract

Beet pulp is an important by-product of the sugar production industry. Due to decreasing marc content of sugar beet, the output of pulp from the Austrian sugar plants has recently decreased. In an investigation, samples from a variety of trials conducted in 2007, 2008 and 2009 were analysed to explore the influence of variety, site and year on the marc content. Generally the marc content differs across a wide range approximately between 3,0 and 6,9%. The differenciation within a single trial was between 1,1% and 2,6%. The results conclude that genotypes with high marc can be selected without restricting the yield of sugar.

Literatur

AGES, 2008: Zuckerrüben, ein- und mehrjährige Wertprüfungen 2004 – 2007. Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, GmbH.
AGES, 2009: Zuckerrüben, ein- und mehrjährige Wertprüfungen 2005 – 2008. Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, GmbH.
AGES, 2010: Zuckerrüben, ein- und mehrjährige Wertprüfungen 2006 – 2009. Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, GmbH.
BEIß U, 1988: Einfluß verschiedener Faktoren auf den Markgehalt der Zuckerrübe. Zuckerindustrie 113, 1041–1048.
BEIß U, 1989: Sorten- und standortbedingte Unterschiede im Markgehalt von Zuckerrüben. Zuckerindustrie 114, 806–811.
HEIN W, POLLACH G, 1987: Teilautomatisierte Markbestimmung für Zuckerrüben und Preßschnitzel. Zuckerindustrie 112, 204–207.
HOFFMANN CM, KENTER C, BLOCH D, 2005: Marc concentration of sugar beet *(Beta vulgaris. L.)* in relation to sucrose storage. J. Sci. Food. Agric. 85, 459–465.
KENTER C, HOFFMANN C, 2008: Ursachen der Verringerung des Markgehaltes von Zuckerrüben und Auswirkungen auf Menge und Qualität der Schnitzelerzeugung. Zuckerindustrie 133, 246-254.
VUKOV K., 1977: Physics and chemistry of sugar-beet in sugar manufacture. Elesevir Scientific, Amsterdam

Adressen der Autoren

Zuckerforschung Tulln Gesellschaft m.b.H., Josef-Reither-Straße 21-23. A-3430 Tulln

*Ansprechpartner: DI Herbert EIGNER, herbert.eigner@agrana.com

Intercropping: Herausforderung für eine nachhaltige Ackerbewirtschaftung in Österreich unter Ausnutzung der gesamten Vegetationsperiode

Intercropping: a challenge for sustainable land management in Austria while using the entire vegetation period

Ferdinand Deim[1*], Karl Refenner[2] und Peter Liebhard[1]

Einleitung

Hochwertige Ackerfläche ist weltweit knapp und verminderte sich von 2001 bis zum Jahr 2008 um ca. 60 Millionen Hektar (http://faostat.fao.org). Durch den stetigen Anstieg der Weltbevölkerung kommt es zu einer exponentiell sinkenden Produktionsfläche pro Kopf. Es werden daher neue Strategien benötigt um das verbleibende Ackerland bestmöglich zu nutzen.
Intercropping, ein Pflanzenproduktionssystem, bietet die Chance in speziellen Regionen auf ein und derselben Fläche zwei Ernten pro Jahr einzufahren. Dies wird bereits über Jahrzehnte in einigen Ländern (USA, China) praktiziert. Das Ziel ist die Steigerung der Biomasseproduktion (Speise/Futter/Stoffeinsatz/Bioenergie) je Flächeneinheit durch Ausnutzung der gesamten Vegetationsperiode bei gleichzeitiger Nutzung mehrerer positiver ökologischer Effekte, wie u.a. Verringerung der Erosion, des Nitrataustrages, des Humusabbaus sowie der Reduktion der Bodenbearbeitungsmaßnahmen oder der CO_2 Emissionen bei Steigerung der Biodiversität.

Demonstrationsversuch

An der Versuchswirtschaft der Univ. f. Bodenkultur Wien in Großenzersdorf wurde im Herbst 2010 ein Demonstrationsversuch angelegt. Das vorrangige Ziel ist die grundsätzlichen Kernfragen im semiariden Produktionsgebiet Marchfeld im Bezug auf das System des „Relay Intercropping“ aufzuzeigen. „Relay Intercropping“ ist eine Produktionstechnik, bei der mindestens zwei verschiedene Kulturarten auf einer Fläche zeitlich überschneidend wachsen und sich den Standraum teilen. Die Intercrop (Zweitfrucht) wird gesät bevor die Deckfrucht geerntet wird. Im Vorversuch wird beurteilt, ob die Intercrop durch die Deckfrucht nicht zu stark beeinträchtigt wird sodass noch ein adäquater Ertrag der Intercrop gewährleistet wird. Die Intercrop darf zum Erntezeitpunkt der Erstfrucht keine höhere Wuchshöhe als die maximale Schnitthöhe des Mähdreschers aufweisen. Eine weitere Kernfrage ist der zur Verfügung gestellte Standraum für die Intercrop, um genügend Wasser und Licht für Keimung und Jugendentwicklung zu sichern.

Material und Methoden

Am 1. Oktober 2010 wurde Wintergerste (WG) auf vier Parzellen von jeweils ca. 960 qm angebaut. Die Saatstärke orientierte sich an 300 Kö je qm und wurde durch das Schließen einzelner Säelemente um 20 % oder 30 % in den jeweiligen Parzellen vermindert. Unabhängig von der gewählten Intercrop Fruchtart wurden in 2 Parzellen jeweils 2 Säelemente und in 2 Parzellen jeweils 3 Säelemente je Intercropreihe geschlossen. Bei einem Scharabstand von 10 cm ergab dies eine Reihenweite von 90 cm (Abbildung 5). Diese Breite ist, aufgrund der vorhandenen Erntetechnik für Wintergerste an der Versuchswirtschaft, notwendig. Es erfolgte im Herbst noch eine Herbizidbehandlung. Im Frühjahr 2011, vor dem Intercrop Anbau, wurde die WG mit 200 kg NAC je ha gedüngt. Eine hohe N-Düngergabe für die Wintergerste ist auszuschließen, damit es zu keiner Lagerung der Deckfrucht kommt.
Als Zweitfrucht werden vier unterschiedliche Fruchtarten in die Wintergerste eingesät, Mais und Hirse in 30 cm breiten Reihen (am 11. 4. 2011) (Abbildung 5), Zuckerrüben (am 25. 3. 2011) sowie Sojabohnen (am 11. 4. 2011) in 40 cm breite Reihen. Zu beurteilen ist, ob und bei welchen dieser Fruchtarten eine ausreichende Keimung und Jugendentwicklung stattfindet sowie eine Ernte der Wintergerste mittels Mähdrescher und hochgestelltem Schneidwerk möglich ist, ohne dabei die Intercrop derart zu beeinträchtigen, dass es zu keinem Ertrag kommt.
In einem zweiten Versuchsschritt wird beurteilt, wie das Pflanzdesign abzuändern ist. Es werden noch weitere Fruchtarten und Sorten eingesetzt, welche als Deckfrucht geeignet sind und erhoben ob noch weitere Intercrops in diesem System imstande sind Mindesterträge zu liefern. Das Hauptziel dieser

Produktionstechnik ist die Maximierung der Biomasseertragsleistung je Flächeneinheit. Wird bei der Deckfrucht ein Kornertrag von 75 % und bei der Intercrop zumindest 50 % im Vergleich zur Reinsaat erreicht, dann kann bereits von einem Erfolg gesprochen werden. Im Vergleich zur Reinsaat sind die Maschinenkosten zwar höher, aufgrund des zweimaligen Anbaus und der Ernte, aber es wird die Bodenbearbeitung vor der Aussaat der Intercrop eingespart. Abhängig ist der „break even" vom Ertragspotential und dem Erlös für das Erntegut.

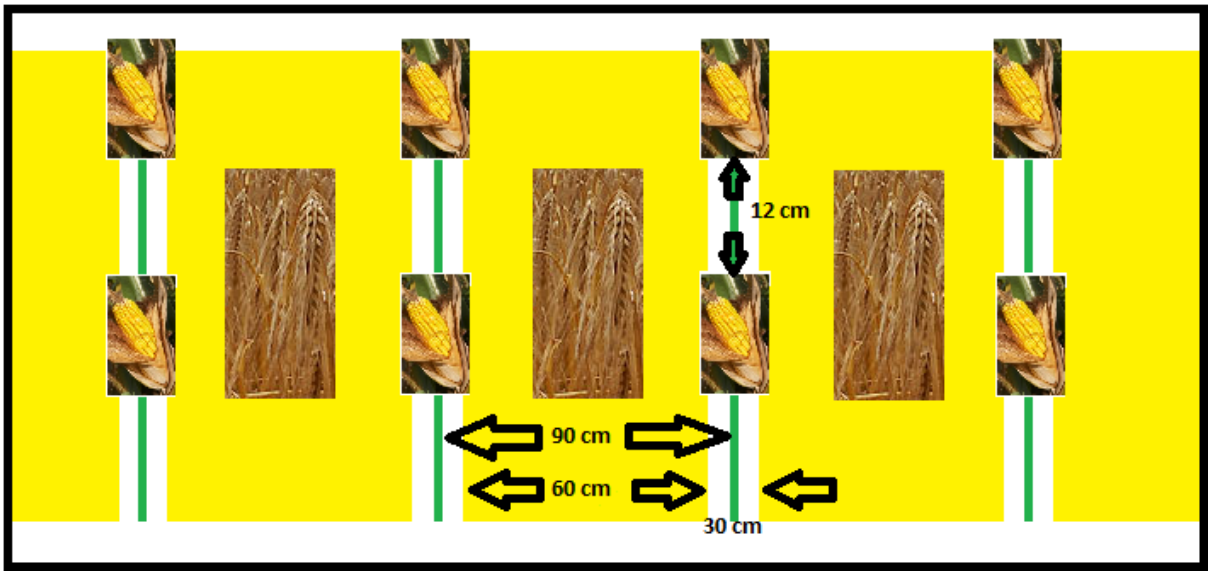


Abbildung 5: **Schematische Darstellung anhand der Intercropping Variante Wintergerste-Mais;**

Quelle: eigene Darstellung

Diskussion

Getreide-Getreide Intercropping stellt in der Volksrepublik China eine bedeutende Ackerbewirtschaftungsweise dar. Bereits ca. 864.000 ha werden damit bestellt. Die Variante Mais-Weizen weist mit 75.000 ha einen wesentlich großen Anteil auf. ZHANG, L. et al. 2007, gehen von einem Drittel der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche Chinas aus, welche mit unterschiedlichen Intercroppingvarianten bestellt werden – vorwiegend Kombinationen von Weizen und Baumwolle. Die in China praktizierte Variante des Intercroppings von Getreide-Mais unterscheidet sich von der oben beschriebenen. Es werden hierbei Streifen von ca. 75 cm Weizen oder Gerste gebaut und dazwischen zwei Reihen Mais, welche in der Standraumaufteilung ebenfalls eine Gesamtbreite von ca. 75 cm einnehmen (LI, Q.-Z. et al. 2011). Bei diesem Saatdesign wird lediglich die halbe Fläche mit Gerste bestellt. Im Gegensatz zur oben beschriebenen, wo über zwei Drittel der Ackerfläche der Gerste zur Verfügung stehen, kann sie in China jedenfalls weniger Standraum ausnutzen. Hinzuzufügen ist, dass bei einer 3 m breiten Sämaschine mit 30 Säscharen nur 6 beim Wintergerstenanbau geschlossen werden, wodurch 20 % der Fläche, im Vergleich zum vollflächigen Gerstenanbau, nicht bepflanzt werden. Ebenso wenig zufriedenstellend ist die Aufteilung der Maispflanzen auf der Fläche im System beschrieben von LI, Q.-Z. et al. 2011. Die Maispflanzung erfolgt in Doppelreihen mit Abständen von 110 cm von einer zur nächsten und einer Distanz von 40 cm innerhalb. Im oben dargestellten Wintergerste-Mais Intercroppingsystem wird der Standraum gleichmäßig durch Einzelreihen im Abstand von 90 cm genutzt. Dennoch liefert das System von LI, Q.-Z. et al. 2011 durch den Mehrertrag eine Landnutzungsrate von bis zu 1,39 im Vergleich zu einer Monokultur.

Zusammenfassung

An der Versuchswirtschaft der Univ. f. Bodenkultur Wien in Großenzersdorf wurde ein Demonstrationsversuch zu Intercropping mit Wintergerste als Deckfrucht und Mais, Sojabohne, Hirse und Zuckerrübe als Intercrop angelegt. Das Ziel ist die Utilisation der gesamten Vegetationsperiode auf ein und derselben landwirtschaftlichen Nutzfläche. Im Demonstrationsversuch gilt es herauszufinden, welche Reihenweiten für Mais oder Zuckerrübe beim Anbau der Wintergerste ausgespart werden müssen, um einen adäquaten Anwuchserfolg der Intercrop zu erreichen. Es muss zu einer Konkurrenzierung der

Intercrop kommen, damit die Ernte der Deckfrucht die Intercrop nicht schädigt. Ein Erfolg und eine Implementierung in die landwirtschaftliche Praxis würde, neben der geforderten höheren Landnutzungsrate, der Ertragssteigerung, auch positive Effekte auf Umwelt und Landschaft ergeben. Es kommt zu geringeren Bodenverfrachtungen durch Wind oder Wasser. Weiters kann der Stickstoffaustrag in das Grundwasser minimiert sowie der pflanzenverfügbare Bodenwasservorrat besser genutzt werden. Die nahezu ganzjährige Begrünung der Fläche ergibt auch positive Effekte auf das Landschaftsbild. Die Akzeptanz der Gesellschaft wäre auch gesichert, da die Förderungen einzelner Fruchtarten vermindert werden kann.

Abstract

At the experimental farm of the University of Natural Resources and Life Sciences in Großenzersdorf a basic trial for intercropping with winter barley as cover crop and maize, soybean, sugar beet and sorghum as intercrop were established. The idea behind is the utilization of the entire growing season on the same agricultural area. The first approach is to find out what row width in winter barley is necessary for corn or sugar beet cultivation to reach an appropriate establishment success of the intercrop. At the same time the intercrops have to be competed adequately, in particular maize, in order not to be harmed by the combine while harvesting winter barley. The success of intercropping and its implementation in the agricultural practice, in addition to the required higher land use ratio, the yield increase, it should also show positive effects on the environment and the countryside. There can be less erosion caused by wind or water. Similarly, the nitrate leaching into the groundwater can be minimized and the water available to plants can be utilized more efficiently. The greening of the field for nearly the entire year can also show positive effects on the landscape and the acceptance by the population of a viable and non-promotion-oriented agriculture.

Literatur

LI Q.-Z., SUN J.-H., WEI X.-J., CHRISTIE P., ZHANG F.-S., LI L., 2011, Overyielding and interspecific interactions mediated by nitrogen fertilization in strip intercropping of maize with faba bean, wheat and barley. Plant Soil 339, 147-161.

ZHANG L., VAN DER WERF W., ZHANG S., LI B., SPIERTZ J.H.J., 2007: Growth, yield and quality of wheat and cotton in relay strip intercropping systems. Field Crops Research 103, 178-188.

Adressen der Autoren

[1] Universität für Bodenkultur Wien, Department für Angewandte Pflanzenwissenschaften und Pflanzenbiotechnologie, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Gregor Mendel-Straße 33, A-1180 Wien

[2] Universität für Bodenkultur Wien, Department für Angewandte Pflanzenwissenschaften und Pflanzenbiotechnologie, Versuchswirtschaft Großenzersdorf, Schlosshoferstraße 31, A-2301 Grossenzersdorf

[*] Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Ferdinand DEIM, deimferdinand@yahoo.de

Einfluss des Sätermins auf die Pflanzenart und Biomassebildung bei Begrünungspflanzen als Zwischenfrucht

Influence of seeding date on biomass production of cover crops

Arno Kastelliz[1*], Gernot Bodner[2], Peter Liebhard[2] und Klaus Ofner[1]

Einleitung

Zwischenbegrünungen haben im Kreislauf der Fruchtfolge und der Kulturlandschaften vielfältige Aufgaben zu erfüllen. Aufwüchse von Begrünungspflanzen, ohne Ernte bzw. Verfrachtung, verbessern über Jahre die Bodenstruktur und den Humusgehalt des Bodens. Mit dieser Bodenschutzmaßnahme erhöht sich die Wasser- und Nährstoffspeicherfähigkeit und die Wasseraufnahmefähigkeit der Böden. Durch längere Bodenbedeckung, aber auch durch die stabilere Krümelstruktur, werden Bodenteilchen weniger leicht erodiert. Humosere Böden erwärmen sich rascher und fördern das Bodenleben. Durch gezielte Auswahl der Pflanzenarten wird der Boden in unterschiedlicher Tiefe gelockert, aber auch Wurzelschädlinge können zurückdrängen werden.
Die positiven Auswirkungen einer Zwischenbegrünung, werden in ihrem Potential deutlich vom Sätermin und der Artenwahl beeinflusst. Dies berücksichtigt auch das ÖPUL-Programm (Österreichisches Programm zur Förderung einer umweltgerechten Landwirtschaft) mit unterschiedlicher Förderhöhe bei Einhaltung vorgegebener Termine für die Aussaat der Zwischenbegrünungen Rücksicht. In dieser Arbeit werden Ergebnisse aus dem Jahr 2010 angeführt und diskutiert.

Material und Methoden

Versuchsanstellung: Im Jahr 2009 wurde auf einem Feldstück der Versuchswirtschaft der Universität für Bodenkultur in Raasdorf ein Exaktversuch mit Begrünungspflanzen angelegt. Aufbauend auf die Ergebnisse wurden 2010 weitere Fruchtarten (insgesamt 33) zu 2 Terminen gesät. Der erste Saattermin war 11. August, zweiter Sätermin war 3. September. Zu beiden Terminen wurden 3 Wiederholungen angelegt. Zur Erzielung eines praxisüblichen Bestandes wurde die Versuchsfläche weder gedüngt noch beregnet. Pflanzenschutz wurde nicht betrieben. Zum Schutz vor Wild wurde der Versuch eingezäunt. Durch die Einzäunung war der Schaden durch Verbiss gering.

Wetterverhältnisse im Sommer und Herbst 2010: Im Marchfeld war das Jahr 2010 wesentlich feuchter und kühler als im langjährigen Durchschnitt. So wurden 2010 in Obersiebenbrunn 793,5 mm Jahresniederschlag (langjähriger Durchschnitt 526,2 mm) und 9,15 °C Tagesmitteltemperatur (langjähriger Durchschnitt 9,4 °C) gemessen. Die Tagesmitteltemperaturen lagen in Obersiebenbrunn im August um 0,54 °C, im September um 2,04 °C und im Oktober um 2,22 °C unter den langjährigen Monatsmitteln. Die monatlichen Niederschläge lagen 2010 im August mit 152 mm um 91 mm, im September mit 66 mm um 29 mm über dem langjährigen Durchschnitt. Der Oktober war mit 23 mm um 15 mm trockener.
Bei den Pflanzenarten Ackerbohne, Hornklee, Leindotter, Linse, Malve, Ringelblume und Weißklee wurde im September die doppelte Saatmenge im Vergleich zu Sätermin August gesät. Bonitiert wurden der Feldaufgang, der Bodenbedeckungsgrad und die gebildete ober- wie auch unterirdische Biomasse. Der Feldaufgang vom Sätermin August wurde erstmals 2 Wochen nach der Saat erhoben. Bei den im September gesäten Arten wurde bereits nach einer Woche erstmalig der Feldaufgang beobachtet. Als Hilfsmittel diente ein Zählrahmen. Der Feldaufgang wurde in 25%-Schritten (0, 25, 50, 75, 100%) bonitiert.
Der Deckungsgrad wurde durch Analyse von Photos mit Hilfe des Programms Sigmascan® gemessen. Sigmascan® misst das Verhältnis der grünen Blätter und Stängel zum Anteil brauner Erde.
Die oberirdische Biomasse vom ersten Sätermin (August 2010) wurde am 15. Oktober durch eine Kleinparzellenernte von jeweils 1 m² ermittelt. Die oberirdische Biomasse vom zweiten Sätermin (September 2010) wurde am 19. November, durch die Beerntungrnte von jeweils ¼ m² erhoben.

Tabelle 1: **Feldaufgang (15. Oktober), Bodenbedeckung (15. Oktober) und oberirdischer Ertrag (TM) der am 11. August (August) und 3. September (September) gesäten Begrünungspflanzen in Raasdorf 2010**

	Augustsaat				Septembersaat			
Pflanzenart	Feldaufg.	Deckungsgrad	TM %	TM t/ha	Feldaufg.	Deckungsgrad	TM %	TM t/ha
Ackerbohne	25	67,4	10,6	1,352	58,3	27,1	13,1	0,117
Alexandrinerklee	75	84,2	10,5	0,883	75	13,3	11,7	0,022
Braunsenf	100	98,9			100	95,2		
Buchweizen	100	56,7	19,4	2,748	100	22,1	15,6	0,202
Crotolaria	50	24,1	16,3	0,307	< 12,5	11,0*		
Futtererbse	83,3	96,1	10,3	3,121	100	60,6	13,5	0,218
Gelber Steinklee	75	83,5	11,9	0,638	58,3	9,9		
Gelbsenf	100	97			100	99	12,2	0,688
Gemenge A	83,3	91,6	9,8	2,375	91,7	65,8	11,5	0,225
Gemenge B	75	94,7	9,8	1,85	75	76,9	12,3	0,216
Grünroggen	100	93,2	20,7	2,408	100	75,1	17,2	0,301
Lein	100	88,5	16,8	1,843	100	42,8	14,5	0,103
Linse	33,3	54,8	14,9	0,533	50	15,7	14,9	0,021
Mungo	100	67,1	10,9	1,896	100	19,4	11,1	0,069
Ölrettich	100	81,9	11	3,427	100	90,1	13,7	0,422
Pannonische Wicke	100	98,9	12,6	3,689	100	74,7	26,8	1,209
Phacelia	91,7	94,4			100	89,6	8,6	0,687
Ringelblume	25	37,4	9,7	0,861	100	52,6	9,7	0,132
Saatplatterbse	100	99,2	9,5	3,074	75	50,2	13,9	0,171
Sommerhafer	100	86,4	19,2	4,997	100	61,4	12,1	0,428
Sommerwicke	100	99,5	11,4	1,633	75	52,4	18	0,112
Sonnenblume	100	98,9	8,7	3,6	91,7	63	10,4	0,419
Sudangras	100	43,6	16,3	0,95	100	13,9	5,9	0,004

* bedeutet: trotz eines Feldaufganges von weniger als 25 %, war die Bodenbedeckung messbar

Ergebnisse und Diskussion

Temperatureinfluss: Als besonders kälteempfindlich zeigten sich, Mitte Oktober, nach 4 Nächten mit leichtem Frost (Tiefsttemperatur -1,7 °C) Mungo und Sudangras. Leichte Frostschäden zeigten auch Buchweizen, Sonnenblume und Crotolaria. Nach -4,5 °C Tiefsttemperatur am 28. Oktober erfroren diese Pflanzenarten vollständig. Frostschäden zeigte auch der Alexandrinerklee.

Feldaufgang: Für einen Großteil der Pflanzenarten war der niederschlagsreiche Sommer 2010 günstig, bei beiden Saatterminen kam es zu einer guten Pflanzenentwicklung. Bei einem Feldaufgang < 75 % war bei Reinsaat der Pflanzenart die Aufgangsrate nicht zufriedenstellend. Das betrifft Hornklee, Leindotter, Ackerbohne, Linse, Ringelblume, Weißklee, Malve, Perserklee und Crotolaria (siehe Tabelle 1).

Bodenbedeckung: Aufgrund der Verunkrautung (vor allem Hirtentäschel [CAPBP], Zurückgekrümmter Fuchsschwanz [AMARE], Schafgarbe [ACHMI], Weißer Gänsefuß [CHEAL], Gerste [HORVU]) wurde auch bei der Schwarzbrache eine Bodenbedeckung von bis zu einem Drittel erreicht. Bei Sätermin am 11. August kam es bei einem Großteil der Pflanzenarten zu einem hohen Bodenbedeckungsgrad. Die Septembersaat hingegen führte bei vielen Pflanzenarten zu geringem Bodenbedeckungsgrad. Auch Pflanzenarten mit schwachem Feldaufgang erreichten hohe Bodenbedeckungsgrade (Ackerbohne, Weißklee, Ringelblume, Malve, Hornklee) da die einzelnen Pflanzen einen größeren Standraum hatten und dadurch größer wurden. Bei Perco und Ölrettich nahm die Bodenbedeckung aufgrund des beginnenden Absterbens der untersten Blätter bei Sätermin August ab Mitte Oktober bereits ab.

Biomasse: Aufgrund der zeitversetzten Sätermine mit nachfolgen unterschiedlichem Wachstums- und Entwicklungsverlauf kam es erwartungsgemäß zu deutlich unterschiedlichen Biomasseerträgen. Sätermin August: Der oberirdische Ertrag lag, hochgerechnet auf den Hektar, zwischen 300 kg (Crotola-

ria) und 5000 kg (Sommerhafer/Gelbhafer). Der Trockenmassegehalt lag zwischen 8,7 % (Sonnenblume) und 20, 7 % (Grünroggen).
Sätermin September: Den höchsten Feuchtigkeitsgehalt im Aufwuchs, mit nur 5,9 % TM hatte Sudangras, den geringsten Wassergehalt erzielte die pannonische Wicke mit 26,8 %. Die Trockenmasseerträge/ha lagen zwischen 4 kg (Sudangras) und 1200 kg (Pannonische Wicke). Die Korrelation zwischen Feldaufgang und gebildeter oberirdischer Biomasse beträgt für den Saattermin August 62 %, für September 41 %. Zwischen Bodenbedeckungsgrad und gebildeter oberirdischer Biomasse beträgt die Korrelation für den Saattermin August 59 %, für September 70 %.

Zusammenfassung

Die vorliegenden Daten aus dem Jahr 2010 zeigen, daß im ostösterreichischen Trockengebiet der Sätermin für die Zwischenfrucht als Begrünungsmaßnahme vielfach entscheidend ist. Verglichen wurden Unterschiede in Feldaufgang, Bodenbedeckungsgrad und gebildeter oberirdischer Biomasse bei Aussaat im August und September.
Die Höhe des Feldaufganges in % ist als einziges Bewertungskriterium zur Beurteilung für den vernetzenden Effekt einer Zwischenbegrünung nicht ausreichend. Bei Erhöhung der Saatstärke kommt es erwartungsgemäß zu einer höheren Jungpflanzenzahl. Für „Nachhaltigkeitskriterien des Bodens“ sind der Bodenbedeckungsgrad und die gebildete Biomasse entscheidender. Der Sätermin Anfang August ergab im Vergleich zu Sätermin Anfang September bei fast allen eingesetzten Fruchtarten wesentlich höhere Mengen an oberirdischer Biomasse. Der Bodenbedeckungsgrad zum Beurteilungstermin Mitte Oktober war bei Augustsaat nur bei jenen Pflanzenarten niedriger, bei welchen die unteren Blätter bereits abgestorben waren (Perco, Ölrettich), oder eine höhere Saatstärke bei Sätermin September zu einem geschlossenen Feldaufgang geführt hatte (Ringelblume, Leindotter).
Die erwarteten positiven vernetzenden Folgen von Zwischenbegrünungen werden bei praxisüblicher Saatstärke umso höher, je früher im Sommer oder Frühherbst die Zwischenbegrünung gesät wird.

Abstract

The experiment has been made with the idea to compare different cover crops at different seeding dates concerning germination, coverage of soil and biomass yield in pannonian climate of eastern Austria.
The efficiency of cover crops cannot be decided on percentage of germination only. Higher germination at seeding in September is a result of more seeds/m². Much more important, concerning the benefits of cover crops, are coverage of soil and produced biomass. Seeding at the beginning of August results in much higher yield than seeding at the beginning of September. Coverage of soil was higher after seeding in August, except when parts of the plants lost the first leafs what is a sign for plant development (Brassica rapa, Raphanus sativus) and when more seeds per m² had resulted in higher germination (Calendula officinalis, Camelia sativa).
The earlier cover crops are seeded, the higher are their benefits.

Literatur

LIEBHARD P, BODNER G, 2005: Expertise zur Wirksamwerdung der Begrünung von Ackerflächen im Herbst und Winter im Rahmen der ÖPUL-Förderung 2000 auf Nitratverlagerung und Grundwasserqualität unter unterschiedlichen hydrologischen, bodenkundlichen und pflanzenbaulichen Rahmenbedingungen in Österreich, Dezember 2005, Projektauftrag: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft BMLFUW-LE.1.3.7/0012-II/5/2005.

Adressen der Autoren

[1] Landwirtschaftliche Fachschule Obersiebenbrunn, Feldhofstraße 6, A-2283 Obersiebenbrunn

[2] Universität für Bodenkultur, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien

[*] Ansprechpartner: DI Arno KASTELLIZ, arno.kastelliz@lfs-obersiebenbrunn.ac.at

Verwertungsorientierte Anlage und Kulturführung im Kurzumtrieb bei stofflicher Nutzung des Erntegutes

SRC-plantation establishment and management for material use of the wood

Peter Liebhard[1], Ferdinand Deim[1], Eduard Hochbichler[2], Karl Refenner[1], Martin Weigl[4], Claudia Zeitlhofer[1] und Ruth-Elvira Groiss[3]

Einleitung, Problemstellung und Zielsetzung

Der jährlich stetig steigende Bedarf bei Hackgut und Industrieholz von ca. 3 % in Österreich erfordert zur Bedarfsdeckung neben der Erhöhung der Aufbringungsmenge in der Forstwirtschaft auch eine Holzproduktion auf landwirtschaftlich genutzten Flächen. Zur Förderung der Produktion nachwachsender Rohstoffe in der Landwirtschaft gibt es einerseits Vorgaben der europäischen Union und andererseits unterschiedliche nationale rechtliche Rahmenbedingungen in den Mitgliedsländern. Das Ziel der neuen RL 2009/28/EG ist, neben der Schaffung eines gemeinsamen Rahmens für die Landwirtschaft, die Steigerung des Anteils erneuerbarer Energie auf 20 % des gesamten Endenergieverbrauchs bis zum Jahr 2020 (in Österreich 34 %).
Die Holzproduktion im Kurzumtrieb ist ein landwirtschaftlicher Betriebszweig und mit den wesentlichen Vorgaben der Nachhaltigkeitskriterien vereinbar. Im Vergleich zur praxisüblichen landwirtschaftlichen Produktion liegen für den Kurzumtrieb keine längzeitigen gesicherte Versuchsergebnisse bzw. Praxiserfahrungen vor. Ein Großteil der bisherigen Arbeiten beschränkt sich auf die Hackschnitzelproduktion mit energetischer Verwertung. Bei einer stofflichen Nutzung des Erntegutes wird kurz- und mittelfristig ein stark steigender Bedarf bei Pappel erwartet. Bei einigen Pappelsorten kommt es trotz „hochwertigem Pflanzgut“ der Steckhölzer nur zu geringen Anwuchsraten. Auf leichten Böden oder bei längerer Frühjahrstrockenheit ist sogar noch ein nachträgliches Absterben der bereits gebildeten Sprosse möglich. Ursache ist die langsame und schwache Wurzelbildung, das Spross- und Blattwachstum eilt der Wurzelbildung zu stark voraus.
Das Produktionssystem im Kurzumtrieb unterscheidet sich wesentlich im Vergleich zu einer praxisüblichen Ackerbewirtschaftung oder Grünlandnutzung. Einerseits ist es die lange Flächenbindung (meist sogar generationsüberschreitend) und die hohen Anlageerrichtungskosten, andererseits der geringe jährliche Pflege- und Düngeaufwand und die nicht jährlichen Ernten. Hohe Kosten entstehen für den Produzenten bei der Anlageerrichtung und Ernte. Zur Erzielung ausreichender Erträge über die gesamte Nutzungsdauer bei hoher Qualität des Erntegutes (mindestens 10 Jahre und danach offen) sind geschlossene Bestände erforderlich. Lückige Bestände führen über die gesamte Nutzungszeit zu Ertragsverminderung und zu geringerer Verwertungsqualität. Eine Ausweitung der Anbaufläche bzw. Erhöhung der Aufbringungsmenge im Kurzumtrieb ist nur bei Erhöhung des Erlöses und bei Produktion von höherwertigen Ernteprodukten bei stofflicher Verwertung möglich. Ziel der aktuellen Arbeit ist die Ermittlung der standortbezogenen optimalen Baumart bzw. Sorte oder Klon, das Aufzeigen von Optimierungsmöglichkeiten im Pflanzgut, in der Auspflanztechnik, im Pflanzverband, der Umtriebszeit und bei den Kulturführungsmaßnahmen zur Erreichung von Wertholz und Hackgut.

Spezielle Anforderungen bei stofflicher Verwertung des Erntegutes

Bei stofflicher Nutzung sind die Anforderungen an das Erntegut wesentlich höher (im Vergleich zu Verbrennung). Daher soll bereits vor der Erstellung der Kurzumtriebsanlage die voraussichtliche Verwertungsart des Erntegutes vorliegen. Ausgehend von der Verwertungsart ist die Baumart, die spezielle Gestaltung des Pflanzverbandes und die optimale Umtriebszeit (Rotationsdauer) zur Er-reichung der Holzqualität (z.B. spanfähiges Wertstammholz: astfreie Mindestblochlänge 2,0, 3,0 oder 4,0 m; Zopfdurchmesser $\geq$ 8,0 cm) sowie die mögliche Erntetechnik zu planen. Zwischen den Sorten bzw. Klonen innerhalb einer Baumart gibt es bei der Verzweigungstendenz große Unterschiede (speziell bei der Pappel, in Abhängigkeit der Stammhöhe).
Die Anpassung der Baumart bzw. der Sorte an den Standort ist für eine erfolgreiche Produktion erforderlich. Für kühlfeuchte, weniger sonnige Lagen sind Erle, Birke und Weide am besten geeignet. Die Strauch- und Baumweide bringt im Kurzumtrieb höhere Erträge. Die Pappel stellt an den Standort die höchsten Ansprüche. Für die jährliche Biomassebildung ist die Anzahl frostfreier sonniger Tage mit

Tagesmitteltemperaturen ≥ 7,5 °C und die Niederschlagsmenge entscheidend. Auf extrem trockenen Standorten mit langen Dürreperioden erzielt die Robinie die höchsten Erträge. Im ersten Umtrieb bei einer Rotationszeit von 8 bis 12 Jahren ist eine Wertholznutzung möglich, bei den weiteren Umtrieben erhöht sich meist die Stamm- bzw. Triebzahl zu stark, sodass nur mehr eine energetische Verwertung des Erntegutes möglich ist (bei jährlichen Biomassezuwächsen von 5,0 bis ca. 7,5 t/ha).
Sowohl der Pflanzverband als auch die Umtriebszeit sind bei einer Wertholznutzung im Vergleich zu einer Verbrennung des Erntegutes zu ändern. Generell wird ein hoher Holzgehalt bei geringem Feinast- und Rindenanteil gefordert. Erreicht wird dies durch Erhöhung der Umtriebszeit auf mindestens vier Jahre (Pappel meist fünf bis sechs Jahre) und Erhöhung des Pflanzabstandes in der Reihe (bei Pappel und Baumweide auf mindestens 1,5 bis 2,0 m).

Material und Methoden

Bei der Bestandesgründung im Kurzumtrieb werden zur Produktion von Hackgut bei Weide und Pappel überwiegend Steckhölzer mit einer Länge von 20 cm eingesetzt. Nur bei außergewöhnlichen Standortbedingungen oder bei erwarteten längeren Trockenperioden nach der Auspflanzung werden überlange Steckhölzer (20 bis zu 50 cm) oder Steckruten (ohne Seitenzweige aber mit Gipfelknospe) aus einjährigen Aufwüchsen verwendet. Setzstangen von 2,0 bis 4,0 m Länge aus einem zwei- oder mehrjährigen Aufwuchs werden aus Kostengründen meist nur auf überschwemmungsgefährdeten Flächen oder im fluss-nahen Bereich in vorbereitete Pflanzlöcher, in eine Tiefe von ca. 0,7 bis 1,5 m, händisch gesteckt. Erle, Birke und Robinie werden meist als einjährige (unterfahrene) wurzelnackte Setzlinge gepflanzt.
Das Auspflanzen der Steckhölzer, Setzruten und einjährigen Schösslinge bzw. der aus Samen gezogenen Pflanzen erfolgt mit speziellen Pflanzmaschinen. Das Auspflanzen der „Bewurzelten einjährigen Schösslinge“ erfolgt mit Pflanzmaschinen aus dem Weinbau. Der gewünschte Pflanzabstand (0,50 bis 2,0 m) und Reihenabstand (1,5 bis 3,0 m) kann exakt vorgegeben werden.
Zur Beurteilung der Anwuchsrate von Steckhölzern, Setzruten, Setzstangen und einjährig bewurzelte Schösslinge (im Vergleich) wurden im Frühjahr (2008), 2009 und 2010 auf zwei klima- und bodenbezogen unterschiedlichen Standorten (Versuchswirtschaft der Universität für Bodenkultur Wien in Groß Enzersdorf und in Nordosten Rumäniens (am Versuchsfeld der Fa. Egger) Exaktversuche in dreifach wiederholter Splitplotanlage angelegt. Die Bruttoparzellen sind 5,0 bzw. 10,0 m lang und beinhalten 3 einreihige Pflanzreihen, wobei jeweils nur die Mittelreihe ausgewertet wird. Hauptfaktor des Versuchs war die Gegenüberstellung der Pflanzgutart: Steckhölzer, Setzruten, Setzstangen und Schösslinge. Nebenfaktoren sind der Jahreseinfluss und die Biomasse-Zuwachs-leistung nach ein und zwei Jahren.

Rechtsgrundlage für Baumarten, Klonauswahl und Pflanzgut im Kurzumtrieb:

Das Pflanzgut für Kurzumtriebsflächen unterliegt in Österreich nicht den Richtlinien des „Forstlichen VermehrungsgutG 2002“ ausgenommen des 5. Abschnittes, da das Pflanzgut nicht für forstliche Zwecke bestimmt ist oder nicht in den Verkehr gebracht wird. Eine Importbewilligung ist eventuell vom BfW beim Einsatz für nicht forstliche Zwecke erforderlich.
Kurzumtriebsanlagen auf landwirtschaftlichen Nutzflächen sind als nicht forstliche Zwecke einzustufen (STROHSCHNEIDER 2008). Es darf keine Auspflanzung von selbsterzeugtem Pflanzgut, welches dem gemeinschaftlichen Sortenschutz unterliegt, außer mit geeigneter Lizenz (LEIDWEIN 2008, DEIM et al. 2010) erfolgen.
Anwuchsraten unterschiedlicher Pappelpflanzgutarten: Bei Steckhölzern als Pflanzgut für Kurzumtriebsflächen werden unter praxisüblichen Bedingungen Anwuchsraten bei Weidenklonen von 92,0 bis 97,0 % sowie bei Pappelklonen von 70,0 bis 95,0 % erreicht (LIEBHARD 2007). Erwartungsgemäß kam es zwischen Steckhölzern, Steckruten und Setzstangen zu deutlich unter-schiedlichen Anwuchsraten. Steckhölzer 82,0 bis 90 %,
Steckruten (optimale Pflanztiefe 40 bis 75 cm)
und Setzstangen 92,0 bis 98,0 % (optimale Pflanztiefe 70 bis 150 cm).
Aufgrund der Ergebnisse sollen bei weniger gut bewurzelbaren Pappelsorten bzw. Pappeklonen Steckruten, im flussnahen Bereich Setzstangen, oder einjährige Schösslinge (Spätherbstpflanzung – oder bei nicht stark gefrorenem Boden auch den Winter über) gepflanzt werden.

Modellgeschätzte und gemessene Ertragsleistungen:

Ein geschlossener Bestand mit wenigen Fehlstellen ist Voraussetzung für einen konstant hohen Ertrag. Von allen Baumarten, die im gemäßigten Klimagebiet im Kurzumtrieb eingesetzt werden, weisen Pappel und Weide vom ersten bis zum fünften Vegetationsjahr das stärkste Jugendwachstum auf (LIEBHARD 2007, LIEBHARD et al. 2010). Die Ertragsleistungen (zusätzlich beeinflusst durch unterschiedliche Anwuchsraten) der Versuche wiesen im ersten Vegetationsjahr hohe Unterschiede auf. Die höchsten Zuwächse, mit bis zu 9.900 kg TM/ha/Jahr, wurden bei Setzstangen, Steckruten (200 bis 300 cm Länge) und bewurzelten Schösslingen (relativ 100 %) erreicht. Kurze Steckruten (≈ 100 cm) erzielten 88,0 bis 92,0 % und auf Parzellen mit Steckhölzern wurden 70,0 bis 85,0 % Biomasse erzielt. Die mittleren Jahreserträge nahmen bei allen Pflanzgutarten und auf beiden Standorten mit zunehmender Rotationsdauer zu. Die jahresbezogenen Biomassezuwächse waren im dritten Vegetationsjahr höher als im zweiten und wesentlich höher als im ersten.

Zusammenfassung

Die allgemeinen Rahmenbedingungen, welche in Österreich das Produktionsausmaß von nachwachsenden Rohstoffen stark beeinflussen, sind im Förder- und Prämiensystem der EU und Österreichs vorgegeben. Derzeit werden aus dem Österreichischen Umweltprogramm keine Prämien für die Hackgut- und Holzproduktion im Kurzumtrieb bezahlt. Die Anforderungen an die Qualität des Erntegutes bei einer stofflichen Verwertung sind im Vergleich zur Verbrennung wesentlich höher. Zur Erreichung der geforderten höheren Qualität sind daher bereits bei der Sortenauswahl nur bestimmte Klone einsetzbar. Im Weiteren ist der Pflanzverband zur Erreichung eines hohen Holzanteils im Erntegut zu verändern, gleichzeitig muss die Umtriebszeit auf ca. fünf Jahre verlängert werden. Die längeren Umtriebszeiten ermöglichen eine Verringerung der optimalen Stockzahl auf unter 2000/ha. Im Pflanzgut ergaben Steckruten im Vergleich zu Steckhölzer Vorteile. Es kommt zu höheren Anwuchsraten, einfacheren Unkrautregulierung und höheren Biomassezuwachsleistungen (vor allem im Auspflanzjahr). Einjährig bewurzelte Schösslinge bringen nur bei einer Spätherbstauspflanzung Vorteile. Die Produktion von Wertholz in Form von Kleinblochen erfordert ein absetziges Ernteverfahren.

Abstract

Certain guidelines referring to the production of renewable resources are given in subsidiary systems of the European Union and Austria. Out of the Austrian environmental Program currently no premium payment can be claimed for short rotation coppice stands. The wood requirements for material utilization are higher in comparison to the energy use of wood chips. To achieve the needed qualities the choice of the right tree variety has a major impact on the success of the plantation. Also the planting density has to be modified to achieve better wood to bark proportions. In addition the rotation period has to be extended to up to five years. With these long periods the optimal planting density of up to 2000 trees per hectare is feasible. The use of detachable rods instead of wood sticks as planting material showed higher sprouting rates and yielding in general (especially in the planting year). Also the weed protection showed to be more practicable. One year old rooted shoots only show advantages when planted in late fall. The production of small log wood needs a two phase harvesting technique.

Literatur: angeführte Literatur liegt beim Verfasser auf.

Adressen der Autoren

[1] BOKU Wien, Dep. für Angewandte Pflanzenwissenschaften und Pflanzenbiotechnologie, Inst. f. Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Gregor Mendel-Straße 33, 1180 Wien

[2] BOKU Wien, Dep. für Wald- und Bodenwiss., Inst. f. Waldbau, Peter Jordanstr. 82, 1190 Wien

[3] BOKU Wien, Dep. für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Institut für Rechtswissenschaften, Feistmantelstr. 4, 1180 Wien

[4] Kompetenzzentrum Holz GmbH, St. Peter Str. 25, 4021 Linz

Ansprechpartner: Peter LIEBHARD, Ao.Univ.Prof.Dipl.Ing.Dr.nat.techn., peter.liebhard@boku.ac.at

Körnerleguminosen im Biolandbau als besondere Herausforderung im Hinblick auf Ertrag und Qualität

Corn-legumes in organic farming as special challenge in spite of yield and quality

Waltraud Hein[1*], Hermann Waschl[1] und Manuel Böhm[2]

Einleitung

Körnerleguminosen sind wichtige Fruchtfolgeglieder, besonders für biologisch wirtschaftende Betriebe. Zudem stellen sie für die Tierernährung eiweißreiche Futtermittel dar, deren Einsatz durch die EU-Verordnung 834/2007 genau geregelt ist. In diesem Bereich gibt es einen Mangel an biologisch erzeugtem Eiweißfutter in Österreich, daher hat der biologische Anbau von Körnerleguminosen eine ganz spezielle Bedeutung.
Die Abteilung Ackerbau des Institutes für Biologische Landwirtschaft hat seit dem Jahr 2005 eine Reihe an Feldversuchen zu verschiedenen Körnerleguminosen an der Außenstelle Lambach, aber auch auf oberösterreichischen Praxisbetrieben durchgeführt, über deren Ergebnisse hier berichtet wird.

Material und Methoden

Jahre, Pflanzenarten: 2005-2010, Ackerbohnen, Körnererbsen, Saatwicken, Lupinen, Sojabohnen
Standorte: Lambach und verschiedene Praxisbetriebe in Oberösterreich
Versuchsanlage: Exaktversuche in Lambach, teilweise Streifenversuche bei Landwirten
Sorten: bei den meisten Versuchen handelte es sich um Sortenversuche, weshalb nicht alle angebauten Sortennamen hier aufgelistet werden können
Tabelle 1 bringt eine Übersicht über die am Standort Lambach durchgeführten Versuche

Tabelle 1: **Art der Körnerleguminosen und Anzahl der Objekte bei Versuchen in Lambach**

Jahr	Körnerleguminosenart	Art des Versuches	Zahl der Objekte
2006	Erbsen/Ackerbohnen/Lupinen/Sojabohnen	Vergleichs/Untersaatversuch	8
2007	Erbsen/Ackerbohnen/Sojabohnen	Vergleichs/Untersaatversuch	12
2008	Ackerbohnen	Sortenversuch	5
2010	Ackerbohnen	Sortenversuch	9
2011	Ackerbohnen	Sortenversuch	8
2006	Körnererbsen	Sortenwertprüfung AGES	25
2007	Körnererbsen	Sortenwertprüfung AGES	20
2009	Futtererbsen	Sortenversuch	4
2010	Körner/Futtererbsen	Vergleichsversuch	16
2011	Körner/Futtererbsen	Vergleichsversuch	5
2009	Saatwicken	Sortenversuch	4
2010	Saatwicken	Sortenversuch	4
2011	Saatwicken	Sortenversuch	3
2005	Blaue Süßlupinen	Sortenversuch	5
2009	Blaue Süßlupinen	Sorten/ Saatstärkenversuch	4/4
2010	Blaue Süßlupinen	Sorten/Mischungsversuch	7/4
2011	Blaue Süßlupinen	Sortenversuch	8
2010	Sojabohnen	Sorten/Saatstärkenversuch	5/5
2011	Sojabohnen	Sortenversuch	8

Daneben wurden noch verschiedene Streifenversuche auf biologisch bewirtschafteten Praxisbetrieben in den oberösterreichischen Ackerbaugebieten durchgeführt, um das Ertragsniveau verschiedener Körnerleguminosenarten in unterschiedlichen Gebieten auszuloten.

Ergebnisse und Diskussion

Die aus den vielen bisher zum Thema durchgeführten Versuchen gewonnenen Ergebnisse können nicht alle in diesem Bericht vorgestellt werden, weshalb hier nur ein Auszug daraus präsentiert wird.
Ein besonders schwieriges Jahr war 2008 für Ackerbohnen in ganz Oberösterreich, weil Virosen teilweise zur totalen Schädigung gesamter Felder führten, weshalb es in diesem Jahr kaum eine Ernte gab. Auch mit den Lupinenversuchen gab es zum Teil große Probleme, wenn die Beimpfung des Saatgutes nicht entsprechend erfolgte, oder die ausgewählten Felder zu stark verunkrautet waren. Bei jeder Körnerleguminose kann die Verunkrautung zu einer negativen Beeinflussung führen, wobei Ackerbohnen auf Grund ihrer massiven Blattbildung gegenüber den anderen großkörnigen Leguminosen im Vorteil sind.

Tabelle 2: **Kornerträge, Rohproteingehalte und –erträge der Körnerleguminosen in Lambach 2006-2010**

Jahr	Kulturart	Kornertrag dt/ha	RP-Gehalt g/kg TM	RP-Ertrag kg/ha
2006	Ackerbohnen	8,25	318,9	302,61
2007	Ackerbohnen	15,0	341,7	512,55
2008	Ackerbohnen	3,85	243,6	94,2
2010	Ackerbohnen	47,33	336,4	1588,99
2006	Körnererbsen	27,83	231,8	741,52
2007	Körnererbsen	14,58	294,5	429,23
2010	Körnererbsen	43,52	216,6	942,2
2005	Süßlupinen	8,46	364,2	308,35
2010	Süßlupinen	27,82	342,2	951,9
2010	Saatwicken	23,25	349,5	813
2006	Sojabohnen	2,72	407,7	127,47
2007	Sojabohnen	8,25	385,5	318,04
2010	Sojabohnen	11,56	326	378,64

Abbildung 1: **Ackerbohnen in Blüte, Versuchsfeld Lambach 2010**

Außerdem zeigt die Tabelle, dass die Kornerträge von Jahr zu Jahr stark schwanken können, wodurch der Anbau von Körnerleguminosen für Landwirte mit einem großen Risiko behaftet ist. Einem Jahr mit hohen Erträgen kann eines mit ganz geringen folgen, wobei die Gründe verschiedene Ursachen haben können. Daher ist der Anbau von großkörnigen Leguminosen nicht so beliebt wie es laut pflanzenbaulichen Grundsätzen sinnvoll und notwendig wäre.

Zusammenfassung

Aus den hier vorliegenden Daten geht eindeutig hervor, dass die Kornerträge bei den verschiedenen Körnerleguminosenarten von Jahr zu Jahr starken Schwankungen unterliegen, auch wenn der Anbau dieser Kulturarten speziell für Biobauern aus pflanzenbaulichen Gründen sehr zu empfehlen wäre. Die Ursachen für die Ertragsschwankungen liegen einerseits in der jeweiligen Witterung, aber auch im Krankheits- oder Schädlingsbefall, ebenso kann starke Verunkrautung einen guten Ertrag negativ beeinflussen. Daher gehört zum Anbau von Körnerleguminosen Erfahrung, die Auswahl eines geeigneten Ackers und die optimale Sortenwahl.

Ganz wichtig ist besonders bei Sojabohnen und Lupinen die Beimpfung des Saatgutes mit den jeweiligen Rhizobien, die zur Fixierung von Luftsauerstoff benötigt werden. Süßlupinen dürfen erst kurz vor der Aussaat mit dem Rhizobium beimpft werden, Sojabohnen werden von den Saatzuchtfirmen bereits fertig beimpft verkauft.
Während Ackerbohnen auf Grund ihrer vielen und relativ massigen Blätter das Unkraut gut unterdrücken können, sind Süßlupinen und Erbsen wegen der geringeren Blattmasse stärker gefährdet. Ein gut geführter Sojabohnenbestand kann ab der Blüte auch so dicht sein, dass dem Unkraut das Licht fehlt, allerdings ist hier der Zeitraum zwischen Aufgang und Jugendentwicklung die kritische Phase. Ein nasses, kaltes Frühjahr kann gerade bei der wärmeliebenden Sojabohne zum Problem werden, weil der Kulturpflanze die nötige Wärme fehlt, das Unkraut in dieser Zeit aber sehr wohl wächst. Hier sind alle jene Körnerleguminosen von Vorteil, die schon im zeitigen Frühjahr angebaut werden können wie Ackerbohnen, Erbsen und Lupinen.

Abstract

The data which are presented in table 2 show the instability of yield with corn-legumes. Although growing of those crops is necessary for organic farmers the areas under cultivation for faba-beans, peas, lupines or soybeans have been decreasing for the last 10 or 15 years. The changing of yield is caused by climatic conditions as well as by pests or weeds. Therefor only farmers should grow corn-legumes who have enough experience in these crops, chose the best variety and a good field.
To get good yield with corn legumes seeds need an inoculation with the appropriate rhizobium, especially with lupines and soybeans. The rhizobium helps with the fixation of air-oxygen. Lupines have to be inoculated just before sowing; soybeans are sold ready by seed companies.
Faba-beans can suppress weeds very well because of their many leaves, whereas peas and lupines cannot do it in the same way. If the soybeans are managed well the plants can be as dense from blossoming that weeds have no chance. But in this case the critical time is between germination and youth development. If it is wet and cold in spring the soybean cannot grow as rapidly as weeds. Here are all corn-legumes favored which can be sown in early spring like faba-beans, peas and lupines.

Literatur

DIERAUER H und BÖHLER D, 2009: Biokörnerleguminosen auf einen Blick. FIBL-Merkblatt, 1. Auflage, 3pp.
RÖMER P, 2007: Lupinen, Anbau und Verwertung. Informationsbroschüre der Gesellschaft zur Förderung der Lupine, 5. Auflage, 17 pp.
VÖLKEL G, 2008: Meisterstück Körnerleguminosen. Bioland 06/2008, 8-11.

Adressen der Autoren

[1] LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Abteilung Ackerbau, Raumberg 38, A-8952 Irdning

[2] Landwirtschaftskammer für Oberösterreich, Referat für Biolandbau, Auf der Gugl 3, A-4021 Linz

[*] Ansprechpartner: DI Waltraud HEIN, waltraud.hein@raumberg-gumpenstein.at

Sorten- und Umwelteinfluss auf den Glucosinolatgehalt bei Winterkörnerraps

Impact of varieties and environment on the glucosinolate content of winter oilseed rape

Klemens Mechtler, Manfred Werteker und Gabriele Kramreither

Einleitung

Seit 1987 wurde im österreichischen Rapsanbau auf Sorten mit 00-Qualtität umgestellt. Bei diesen erucasäure- und glucosinolatfreien Sorten muss der Erucasäureanteil unter 2% des Gesamtfettgehalts liegen und der Glucosinolatgehalt darf maximal 25 µmol/g lufttrockener Saat betragen. An der genetischen Codierung für niedrigen Glucosinolatgehalt sind zumindest drei Gensysteme beteiligt, die das Auftreten der Glucosinolate Gluconapin, Progoitrin und Glucobrassicin steuern. Die Glucosinolatarmut wird rezessiv vererbt (JÖNNSON, 1977). Die polnische Sommerraps-Sorte Bronowski diente als Genquelle für Glucosinolatarmut, die, Ende der 60-iger Jahre entdeckt, für die Entwicklung sortenfähigen, glucosinolatarmen Materials vielfach genutzt wurde (HOFFMANN et. al., 1986). Mit der steigenden Nachfrage nach Rapsöl werden auch erhöhte Anforderungen an die Qualität der Pressrückstände im Hinblick auf ihre Verwertung in der Futtermittelindustrie gestellt. So wird in der EU aktuell eine Absenkung des Grenzwertes für den Glucosinolatgehalt auf 18 µmol/g lufttrockener Saat diskutiert. Geringer Glucosinolatgehalt ist somit ein vordringliches Zuchtziel, in Kanada werden für Sommeraps in Canola-Qualität sogar Gehalte unter 12 µmol/g lufttrockener Saat gefordert (FRAUEN, 2011). In der Sortenentwicklung orientierte man sich bereits während der letzten Jahre an dem niedrigeren Limit für Glucosinolate in der Höhe von 18 µmol/g. Nachstehende Untersuchung soll insbesondere das Risiko einer möglichen Höchstwert-überschreitungen im Zusammenhang mit dem sortenspezifischen Gehaltsniveau beleuchten.

Material und Methoden

Winterkörnerrapssorten, Jahre: In die Auswertung (SPSS; GLM-Prozedur) wurden die aktuell in Österreich gelisteten Sorten einbezogen. Der Glucosinolatgehalt wurde ab Mitte der 1990-iger Jahre jährlich an einer Auswahl von Versuchsstandorten festgestellt.
Standorte: Die Versuchsorte lagen jeweils im östlichen Trockengebiet, im nieder- und oberösterreichischen Alpenvorland, im Mühl- und Waldviertel sowie einige Jahre hindurch auch in der Südsteiermark.
Versuchsanlage: Die stets einfaktoriellen Versuche waren in vierfacher und teilweise sechsfacher Wiederholung als Ungeordnete Block- oder Gitteranlagen konzipiert.
Methodik: Die Bestimmung des Glucosinolatgehaltes erfolgte mittels HPLC, Angabe in µmol/g lufttrockener Saat. Dazu wurden Erntemuster aller Wiederholungen zu Mischproben vereinigt. Die Angaben beziehen sich auf den Gesamtglucosinolatgehalt. Die Analysen wurden in der Abteilung für technologische Wertprüfung des AGES-Instituts für Sortenwesen durchgeführt.

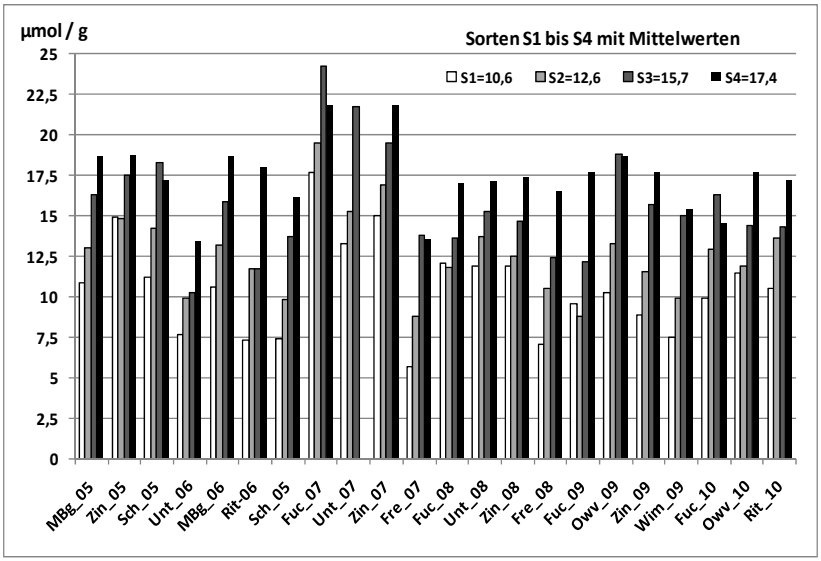
Ergebnisse und Diskussion

In der zusammenfassenden Auswertung über Jahre, Standorte und Sorten (Tab.1) wird der Glucosinolatgehalt am meisten von dem Faktor Sorte beeinflusst. Das aktuelle Sortiment variierte im Gehalt an Gesamtglucosinolaten von 9,2 bis 18,7 µmol/g. Auch in früheren österreichischen Untersuchungen mit dem damals aktuellen Zuchtmaterial wird die Bedeutung des Sorteneinflusses für den Glucsinolatgehalt ausgewiesen (WERTEKER et al., 2002). Gerade in letzter Zeit ist in Österreich eine Reihe von Sorten mit niedrigem Glucosinolatgehalt registriert worden. Es gab aber auch schon früher immer wieder Zulassungen mit sehr geringen Gehaltsniveau, sodass in diesem Merkmal trotz mittlerweile zunehmender Beachtung in der Sortenentwicklung bis jetzt noch kein relevanter Zuchtfortschritt im österreichischen Sortiment erkennbar (MECHTLER, 2011) ist. Es besteht ebenfalls ein maßgeblich modifizierender Einfluss durch die Umweltbedingungen, wie an der signifikanten Wirkung der Standorte und Jahre ebenfalls erkennbar ist. Hinzuweisen ist dabei auf die fehlende Wechselwirkung zwi-

schen Sorte und Standort. Im einbezogenen Datenmaterial (604 Einzelergebnisse verteilt auf 30 Sorten mit n=11 bis 51) war nur bei 0,5 % der Einzelergebnisse eine Überschreitung des 25 µmol-Grenzwertes gegeben.

Tabelle 1: Varianzanalyse für den Glucosinolatgehalt über alle verfügbaren Daten derzeit zugelassener Sorten aus der Wertprüfung (1995 – 2010)

Varianz-komponente	Anteil in %	Quadrat-summe	Freiheits-grade	Mittel der Quadrate	F-Wert	Sig.
Jahr	19	518	14	37,0	3,0	,001
Ort	8	289	13	22,0	2,1	,028
Sorte	41	2263	29	78,0	25,0	,000
Jahr * Ort	20	855	54	16,0	11,0	,000
Jahr*Sorte	4	337	102	3,3	2,3	,020
Ort * Sorte	0	258	214	1,2	,8	,905
Fehler	8	234	160	1,5	-	-



In Abbildung 1 ist beispielhaft die umweltbedingte Variation im Glucosinolatgehalt an weitest-gehend orthogonalen Daten aus obigem Datenmaterial veranschaulicht. Vier Sorten mit jeweils signifikant verschiedenen Mittelwerten für den Glucosinolatgehalt sind mit ihren

Abbildung 1: **Variation im Glucosinolatgehalt von vier ausgewählten Sorten über verschiedene Standorte aus den Jahren 2005 bis 2010**

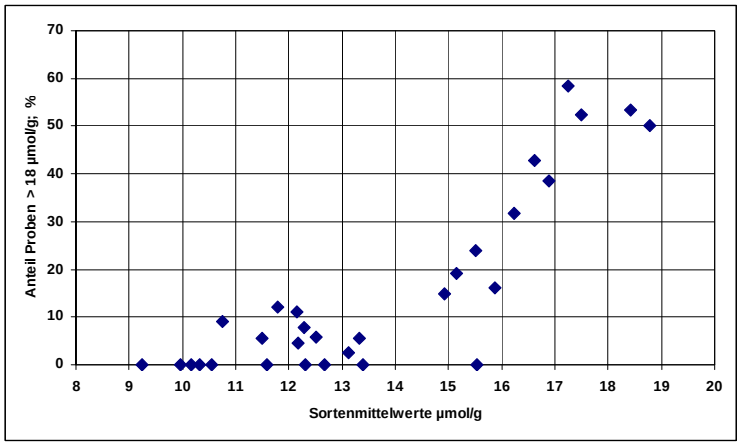


Abbildung 2: **Sortenspezifischer Anteil der Ernteproben mit mehr als 18 µmol/g in Abhängigkeit vom Sorten-Mittelwert (1995 – 2010, n= 11 bis 51)**

Absolutwerten in den verschiedenen Umwelten (Jahres-Orts-Kombinationen) dargestellt. Insbesondere die trockenheiße Abreifewitterung im Juni 2007 zeitigte bei unbefriedigender Kornausbildung Spitzen im Glucosinolatgehalt. Demnach können je nach Sorte die Werte für den Glucosinolatgehalt umweltbedingt um das 2- bis 2,5-fache schwanken. Selbst die Sorte mit dem niedrigsten Mittelwert kam unter diesen Bedingungen an die 18 µmol/g heran (Fuc_97).
Erst ab einem mittleren Glucosinolatgehalt von etwa 14 -15 µmol/g liegt der Anteil von Partien, die mehr als 18 µmol/g enthielten, bei oder unter 10 %. Im Hinblick auf eine höhere Sicherheit in der Rapsqualität erscheinen Genotypen mit einem mittleren Glucosinolatgehalt in diesem Bereich oder darunter wünschenswert. Manche jüngere Zulassungen lagen bereits in diesem Bereich.

Zusammenfassung

Die genotypische Variabilität ist beim Glucosinolatgehalt im aktuellen österreichischen Rapssortiment sehr ausgeprägt. Die sortenspezifischen Glucosinolatgehalte variieren von 9,2 bis 18,7 µmol/g. Auch Jahres- und Standortseinflüsse sind sehr bedeutsam, sodass erhebliche intravarietale Schwankungen über die Umwelten hinweg auftreten können. Der bislang gültige Grenzwert von 25 mol/g wurde dabei im Betrachtungszeitraum von diesen Sorten auch in den Einzelergebnis kaum überschritten. Um aber in den Erntegutpartien einer Sorte weitgehend risikolos auch unter 18 µmol Glucosinolate /g zu bleiben, sollte der sortenspezifische Mittelwert nicht über 14 bis 15 µmol /g liegen.

Abstract

The genotypic variability in glucosinolate content in the current Austrian rape assortment is very pronounced. The variety-specific glucosinolate contents vary from 9.2 to 18.7 µmol / g. However, location and year effects are very important, too, so that significant intravarietal fluctuations over the environments are quite common. The actual threshold of 25 µmol / g, has been exceeded by these varieties only in a few single results during this investigation period. However to keep mostly below a content limit of 18 µmol glucosinolates / g in the harvested seeds of a certain variety, the variety-specific mean should not be higher than 14 to 15 µmol / g.

Literatur

FRAUEN M, 2011: Qualität und Ertrag bei Winterraps. In: Bericht 61 Tagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, 23.-25. Nov., BAL Gumpenstein, Irdning, 109-113.
HOFFMANN W; MUDRA A, Plarre W, 1986: Raps. In: Lehrbuch der Züchtung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Bd.2, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
JÖNNSON R, 1977, Breeding for improved quality in Rape and Turnip Rape. Hereditas 87, pp 205-218.
MECHTLER K, 2011: Ertrags- und Qualitätsentwicklung bei Öl- und Eiweißfrüchten. In: Bericht 61 Tagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, 23.-25. Nov., BAL Gumpenstein, Irdning, 79-85.
WERTEKER M, KRAMREITHER G, 2002: Sorten- und Umwelteinflüsse auf das Glucosinolat-Spektrum von Körnerraps. Die Bodenklultur 53, 153-160.

Adressen der Autoren

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Sortenwesen, Spargelfeldstraße 191, A-1220 Wien

* Ansprechpartner: DI Klemens MECHTLER, klemens.mechtler@ages.at

Anbau von Sommergetreide im Gemenge – Agronomische Parameter auf Einzelpflanzen- und Bestandesebene

Summer cereal mixtures – Agronomic parameters on the plant level and the crop stand level

Reinhard Neugschwandtner[1*] und Hans-Peter Kaul[1]

Einleitung

Im Jahr 2009 wurden in Österrreich 4.861 ha Sommermenggetreide angebaut (BMLFUW, 2010). Gründe für den Anbau von Mischbeständen liegen in der besseren Nutzung von begrenzt verfügbaren Wachstumsfaktoren (Wasser, Nährstoffe und Licht) und der Abwehr von Schaderregern sowie der Minimierung von Schadeffekten auf den Pflanzenbestand (Aufhammer, 1999).

Material und Methoden

Ein Versuch wurde auf den Flächen der Saatzucht der Landwirtschaftlichen Fachschule Edelhof im Waldviertel auf rund 600 m Seehöhe durchgeführt. Die mittlere Jahrestemperatur liegt bei 6,8 °C, der mittlere Jahresniederschlag bei 610 mm. Die Böden am Standort sind seichtgründige Braunerden aus lehmigem Sand (pH_{H2O} = 6,3).

Folgende Getreidearten wurden in Reinsaat angebaut: Gerste (Bojos, 350 keimfähige Körner m^{-2}), Weizen (Michael, 400 kfK m^{-2}) und Hafer (Effektiv, 350 kfK m^{-2}). Die substitutiven, aus je zwei Mischungspartnern bestehenden Gemenge wurden mit je der Hälfte der Aussaatstärke der Reinsaaten angebaut. Der Versuchsfaktor Stickstoff-Düngung umfasste folgende Stufen: 0, 60 und 120 kg N ha^{-1} (Nitramoncal, aufgeteilt in 2 gleichen Gaben). Die Aussaat erfolgte am 7. April 2010 mit einer Parzellendrillsämaschine in einer Überfahrt (Nettoparzellenfläche: 10 m^2) in einer vollständig randomisierten Blockanlage mit vier Wiederholungen. Die Ernte erfolgte am 11. August 2010. Die Verteilung der Mischungspartner sowie deren Ertragsstruktur wurden durch Handernte von Teilflächen und anschließender Fraktionierung der Gemengepartner ermittelt. Ergebnisse des ersten Versuchsjahres werden präsentiert. Zum Vergleich des Ertrages der einzelnen Kulturen in Reinsaat und im Gemenge wurden jeweils die Hälfte der Reinsaaterträge herangezogen (Musa et al., 2010). Die Ermittlung des Blattflächenindex erfolgte mithilfe des SunScan Canopy Analysis Systems zur Blüte. Der Land-Äquivalenzkoeffizient (Land equivalent ratio, LER), ein agronomisches Maß für die Ertragsüber- bzw. Unterlegenheit der Gemenge im Vergleich zu den beteiligten Reinsaaten, wurde gemäß Mead and Willey (1980) berechnet:

$$LER = Y_{1.2}/Y_{1.1} + Y_{2.1}/Y_{2.2}$$

wobei $Y_{1.1}$ and $Y_{2.2}$ die Erträge der Arten 1 und 2 in der Monokultur und $Y_{1.2}$ and $Y_{2.1}$ die Erträge in der Mischung sind.

Ergebnisse und Diskussion

Oberirdische Biomasse, Korn- und Strohertrag sowie der Ernte- und Blattflächenindex von Sommergetreide in Abhängigkeit von Mischung und N-Düngung sind in Tabelle 1 dargestellt. Die dargestellten Parameter wurden durch die N-Düngung signifikant erhöht. Den höchsten Biomasseertrag hatte Hafer gefolgt von den Mischungen, in denen Hafer vorkam. Die Kornerträge der Reinsaaten von Gerste und Hafer waren signifikant höher als jene der Weizen-Reinsaaten. Die Gemengeerträge lagen dazwischen, wobei das Gersten-Hafer-Gemenge einen höheren Ertrag aufwies als die übrigen Gemenge.

Tabelle 1: **Oberirdische Biomasse, Korn- und Strohertrag, Ernte- und Blattflächenindex der Reinsaaten und der Gemenge von Sommergetreide in Abhängigkeit von Mischung und N-Düngung (n=4).**

Mischung / N Düngung	Biomasse (t ha^{-1})	Korn (t ha^{-1})	Stroh (t ha^{-1})	Ernteindex	Blattflächenindex
Mischung (%)					
Gerste (100)	6,66^{b}	3,15^{a}	3,51^{c}	46,4^{a}	3,73^{a}
Weizen (100)	7,19^{b}	2,57^{b}	4,63^{a}	35,9^{bc}	3,69^{a}
Hafer (100)	8,24^{a}	3,12^{a}	5,12^{a}	36,9^{b}	3,99^{a}
Gerste-Weizen (50:50)	6,54^{b}	2,52^{b}	4,02^{b}	38,6^{b}	3,78^{a}
Weizen-Hafer (50:50)	7,35^{ab}	2,49^{b}	4,86^{a}	33,5^{c}	3,80^{a}
Gerste-Hafer (50:50)	7,33^{ab}	2,71^{ab}	4,62^{a}	36,8^{b}	4,14^{a}
N-Düngung (kg ha^{-1})					
0	5,03^{b}	1,83^{b}	3,20^{b}	36,5^{b}	2,19^{c}
60	8,22^{a}	3,24^{a}	4,98^{a}	39,3^{a}	4,03^{b}
120	8,41^{a}	3,21^{a}	5,20^{a}	38,2^{ab}	5,34^{a}
ANOVA GLM					
Mischung	**	***	***	***	*n.s.*
N Düngung	***	***	***	**	***
Mischung × N Düngung	*n.s.*	*n.s.*	*n.s.*	**	*n.s.*

Signifikanzlevel: p<0,05 (*), p<0,01 (**) and p<0,001 (***)

Tabelle 2: **Kornertrag, Ernteindex sowie Kornanzahl pro Ähre/Rispe von Gerste, Weizen und Hafer in Reinsaat und im Gemenge in Abhängigkeit von Mischung und N-Düngung (n=4).**

Mischung / N Düngung	Kornertrag (t ha^{-1})			Ernteindex			Korn pro Ähre / Rispe		
	Gerste	Weizen	Hafer	Gerste	Weizen	Hafer	Gerste	Weizen	Hafer
Mischung									
Gerste	(1,58^{a})[1]			46,4^{a}			16,4^{a}		
Weizen		(1,54^{a})			35,9^{a}			23,5^{a}	
Hafer			(1,87^{a})			36,9^{a}			32,5^{a}
Gerste-Weizen	1,22^{b}	1,57^{a}		40,7^{b}	36,5^{a}		12,1^{b}	20,0^{a}	
Weizen-Hafer		1,56^{a}	1,43^{b}		33,9^{a}	32,3^{b}		19,1^{a}	25,3^{b}
Gerste-Hafer	1,40^{ab}		1,56^{ab}	43,4^{b}		31,2^{b}	12,9^{b}		23,4^{b}
N-Düngung (kg ha^{-1})									
0	(0,92^{b})[2]	(1,24^{b})	(0,97^{b})	42,1^{a}	36,9^{a}	29,8^{b}	11,8^{b}	18,2^{a}	15,6^{b}
60	(1,63^{a})	(1,69^{a})	(1,97^{a})	44,4^{a}	35,5^{a}	33,5^{a}	13,9^{ab}	21,4^{a}	33,2^{a}
120	(1,65^{a})	(1,74^{a})	(1,92^{a})	44,0^{a}	33,9^{a}	35,1^{a}	15,7^{a}	23,1^{a}	32,4^{a}
ANOVA GLM									
Mischung	*	*n.s.*	*	**	*n.s.*	**	**	*n.s.*	**
N Düngung	***	*	***	*n.s.*	*n.s.*	**	*	*n.s.*	***
Mischung × N Düngung	*n.s.*	*n.s.*	*n.s.*	*n.s.*	*n.s.*	*n.s.*	*n.s.*	*n.s.*	*n.s.*

Signifikanzlevel: p<0,05 (*), p<0,01 (**) and p<0,001 (***)

[1] Die Zahlen in den Klammern entsprechen zum besseren Vergleich der Hälfte des Ertrages der Reinsaat.

[2] Die Zahlen in den Klammern wurden mithilfe der Hälfte des Reinsaatertrages errechnet.

Tabelle 3: **Land-Äquivalenzkoeffizient (LER) der Gemenge in Abhängigkeit von Mischung und N-Düngung.**

Mischung	N Düngung (kg ha^{-1})		
	0	60	120
Gerste-Weizen	0,97	0,82	0,94
Weizen-Hafer	1,06	0,76	0,93
Gerste-Hafer	1,01	0,84	0,82

Der Vergleich der Kornerträge, Ernteindices sowie der Kornanzahl pro Ähre/Rispe von Gerste, Weizen und Hafer in Abhängigkeit von Mischung und N-Düngung ist in Tabelle 2 dargestellt. Durch den Anbau im Gemenge wurde der Kornertrag von Weizen nicht beeinflusst, während die Kornerträge von Gerste und Hafer negativ beeinflusst wurden. Insbesondere im Gemenge mit Weizen waren die Erträge von Gerste und Hafer im Vergleich zur Reinsaat signifikant reduziert. Die Kornerträge aller drei Arten wurden durch die N-Düngung signifikant erhöht. Die Ernteindices von Gerste und Hafer wurden durch den Gemengeanbau signifikant reduziert, jene von Weizen blieben unbeeinflusst. Hinsichtlich der Anzahl der Körner pro Ähre/Rispe zeigt sich ein vergleichbares Bild. Die Anzahl der Gerstenkörner pro Ähre sowie der Haferkörner pro Rispe wurde durch den Anbau im Gemenge signifikant reduziert, während kein Einfluss auf die Anzahl der Weizenkörner pro Ähre nachzuweisen ist. Die N-Düngung führte generell zu einer Zunahme der Körner.
Der Land-Äquivalenzkoeffizient in Abhängigkeit von Mischung und N-Düngung ist in Tabelle 3 dargestellt. Eine mischungsbedingte Zunahme des Kornertrags konnte nur bei den ungedüngten Gemengen von Weizen-Hafer und Gerste-Hafer erreicht werden, und hier auch nur in geringem Umfang. Sämtliche mit N gedüngten Gemenge zeigten eine im Vergleich zu den Reinsaaten zum Teil deutliche Ertragsunterlegenheit.

Schlussfolgerungen

Der Anbau von Sommergetreide im Gemenge führte nur bei den ungedüngten Gemengen von Weizen-Hafer und Gerste-Hafer zu einer geringfügigen Ertragsüberlegenheit gegenüber den Reinsaaten. Sämtliche gedüngte Varianten wiesen eine zum Teil deutliche Ertragsunterlegenheit auf. Die Kornerträge von Gerste und Hafer wurden im Gemenge reduziert. Erklärungen hierfür liegen in den geringeren Ernteindices und in der geringeren Kornanzahl pro Ähre/Rispe dieser beiden Arten im Gemenge. Weizen hingegen wies ähnliche Kornerträge und Ernteindices in Reinsaat und im Gemenge auf.

Abstract

Summer cereal mixtures consisting of barley, wheat and oats were sown in a replacement design at a ratio of 50:50 of the pure crop stands. A slight productivity increase could be observed in unfertilized mixed stands of wheat-oats and barley-oats. All other mixtures yielded lower than corresponding pure crop stands. A reason for that may be the reduced grain yields of barley and oats in mixtures compared to those in pure crop stands. These reduced yields may result from lower harvest indices and lower numbers of grains per head of barley and oats in mixtures compared to pure crop stands. No differences in the yield parameters of wheat were found between pure crop stands and mixtures.

Literatur

Aufhammer, W., 1999. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

BMLFUW, 2010. Grüner Bericht 2010. Wien.

Mead, R., Wiley, W.R., 1980. Experimental Agriculture 16, 217–228.

Musa et al., 2010. International Journal of Agriculture & Biology 12, 685-690.

Danksagung

Unser Dank gilt Herrn Dr. Josef Rosner (LAKO), Frau Dipl.-Ing. Elisabeth Zechner und Herrn Hubert Hofbauer sowie deren Team der Saatzucht Edelhof für die Unterstützung bei der Durchführung der Versuche. Der RWA danken wir für die Bereitstellung des Saatgutes.

Autoren

[1] Abteilung Pflanzenbau, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Universität für Bodenkultur Wien, Gregor Mendel-Straße 33, A-1180 Wien

[*]Ansprechpartner: Univ.-Ass. Dipl.-Ing. Dr. Reinhard NEUGSCHWANDTNER, reinhard.neugschwandtner@boku.ac.at

Pflanzenentwicklung, Kornertrag und Qualität von Triticale im direkten Vergleich mit Winterweizen bei unterschiedlichen Erzeugungsstrategien

Plant development, yield and quality of triticale in a direct comparison to winter wheat with different strategies for plant production

Michael Oberforster* und Manfred Werteker

Einleitung

Triticale wird vornehmlich zur innerbetrieblichen Verwertung kultiviert. Um wirtschaftlich zu sein, müsste Triticale ähnliche Erträge wie Futterweizen erbringen. Ein Teil der Ernte gelangt für Futterzwecke oder zur Erzeugung von Ethanol auf den Markt. Im direkten Vergleich, d.h. im selben Versuch, wurde die Leistungsfähigkeit von Triticale und Weizen analysiert.

Material und Methoden

Jahre, Standorte: Von 2007 bis 2010 wurden Wintertriticale und -weizen in 16 Versuchen miteinander verglichen. Die Versuche waren im Weinviertel (Großnondorf, Gro), im östlichen Alpenvorland (Grabenegg, Gra), im westlichen Alpenvorland (Ritzlhof, Rit; Bad Wimsbach, Wim) und im Waldviertel (Schönfeld, Sch) platziert. Der Anbau erfolgte zwischen 28.9. und 22.10.; mit 280 bis 300 keimfähigen Körnern/m^2 war die Saatstärke für beide Arten gleich.
Versuchsdesign: Jeweils 8 Prüfglieder wurden in faktoriellen Spaltanlagen (Split-Plot) mit 3- bis 4-facher Wiederholung angelegt. Die Getreideart (2 Stufen) und Fungizidbehandlung (2 Stufen) bildeten die Großparzellen, darin waren die Sorten zufällig verteilt. Die Parzellenfläche variierte zwischen 9,6 und 11,8 m^2.
Sorten: Das Sortiment wurde im Prüfzeitraum teilweise abgeändert. Es handelte sich um Mungis, Polego und Triamant (Wintertriticale) bzw. Manhattan, Mulan und Winnetou (Winterweizen).
Stickstoff, Wachstumsregler: Die N-Intensität war kein Prüffaktor, beide Getreidearten erhielten dieselbe Stickstoffmenge. Je nach standörtlichen Bedingungen wurden 78 bis 155 kg N/ha in zwei bis drei Gaben geteilt. Es wurden keine Wachstumsregulatoren angewandt.
Fungizid: In der Behandlungsvariante (einmalige Applikation) wurden Juwel Top (Aufwandmenge 1,0 l/ha; Wirkstoffe Kresoxim-methyl + Epoxiconazol + Fenpropimorph) bzw. Prosaro (1,0 l/ha; Wirkstoffe Prothioconazole + Tebuconazole) gegen Abreifekrankheiten eingesetzt.
Qualitätsanalysen: Das Tausendkorngewicht wurde nach EBC (Zählung von 2 x 500 Körnern), das Hektolitergewicht nach Methode ISO 7971-2 und der Proteingehalt nach Dumas (ICC-Standard Nr. 167; Faktor 6,25 für Triticale, Faktor 5,7 für Weizen) bestimmt.

Ergebnisse und Diskussion

Ertragsvergleiche verschiedener Pflanzenarten sind mit methodischen Schwierigkeiten behaftet. Diese sind umso größer, je mehr die Arten in ihrer zeitlichen Entwicklung und den Ansprüchen voneinander abweichen. Meist werden Ergebnisse benachbarter (getrennt verrechneter) Versuche miteinander in Beziehung gesetzt. Die fast stets vorhandenen Differenzen der Bodengüte sind in den Ergebnissen enthalten und werden als Artunterschiede interpretiert. Im vorliegenden Fall wurde Triticale direkt mit Winterweizen verglichen. Um unerwünschte Nachbareffekte zwischen Arten und Varianten zu vermeiden, waren diese durch Mantelparzellen voneinander isoliert. In einer vorangegangenen Arbeit (OBERFORSTER et al. 2000) trennten wir die beiden Arten nicht. Sowohl die Berücksichtigung als auch die völlige Vernachlässigung arttypischer Charakteristika erschwert vergleichende Aussagen. Beispielsweise wäre eine spezifisch auf Weizen ausgerichtete Düngestrategie wegen erhöhter Lagergefahr für Triticale nachteilig. Eine Vorgangsweise, welche Kompromisse zwischen den Ansprüchen der Pflanzenarten sucht (z.B. Aussaattermin, Aufwand an Düngestickstoff) und einzelne Maßnahmen individuell anpasst (z.B. Zeitpunkt der Applikation eines Fungizids), erscheint am besten geeignet.
Triticale entwickelt sich im Frühjahr rasch und beginnt zeitig mit dem Schossen. Das Ährenschieben (BBCH 59) setzte 10 bis 11 Tage vor dem Weizen ein. Bis zur Gelbreife (BBCH 87) schrumpfte dieser Abstand auf 3 bis 4 Tage, d.h. Triticale weist eine um 8 bis 9 Tage längere Kornfüllungsphase auf.

Die ausgewählten Sorten hatten einen um durchschnittlich 23 cm höheren Wuchs, dies belastete die Stabilität der Halme. In 9 von 16 Versuchen zeigte Triticale ein nennenswertes Lager, bei Weizen waren nur 4 Versuche davon betroffen. Mehltau, Braunrost und Blattseptoria (*S. nodorum*) infizierten beide Arten, *Septoria tritici*- und DTR-Blattdürre gab es im Wesentlichen nur bei Weizen. Von der Fungizidbehandlung zwischen BBCH 37 (Erscheinen des letzten Blattes) und BBCH 49 (Grannenspitzen) profitierte der Weizen (im Mittel +8,7 dt/ha) mehr als das Triticale (im Mittel +6,2 dt/ha).

Tabelle 1: **Wintertriticale und Winterweizen 2007 bis 2010 – Kornertrag und Qualität (Mittel aus 16 Versuchen, jeweils 2 Triticale- und Weizensorten)**

Getreideart / Variante	Kornertrag, Rel.%					1000-Korn-gewicht, g (86 % TS.)	Hektoliter-gewicht, kg	Roh-protein, %
	Panno-nikum	NÖ. Alpen-vorland	OÖ. Alpen-vorland	Wald-viertel	Mittel			
Versuche	3	4	5	4	16	16	16	16
Wintertriticale								
Ohne Fungizid	96	102	98	96	98	44,4	70,6	11,7
Mit Fungizid	102	106	107	105	105	46,1	71,5	11,5
Winterweizen								
Ohne Fungizid	99	92	90	94	93	39,8	74,0	12,1
Mit Fungizid	103	100	105	105	103	43,2	75,4	12,0
Mittel, 100=…dt/ha	86,3	92,7	86,9	78,9	86,2			

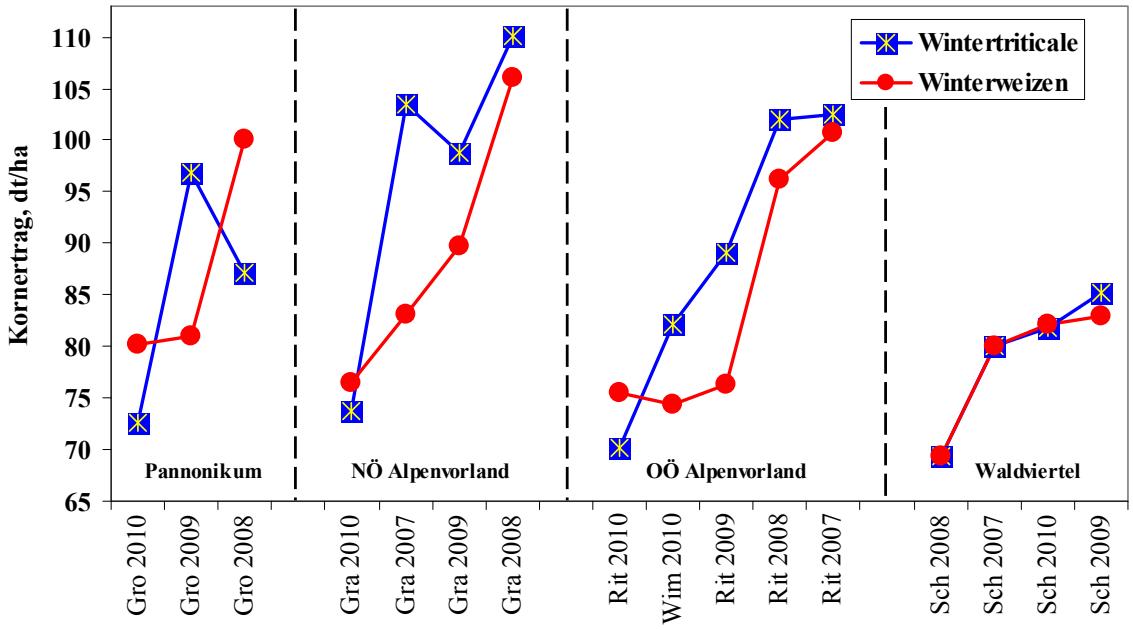


Abbildung 1: **Wintertriticale und Winterweizen 2007 bis 2010 – Kornertrag in 16 Versuchen (Mittel aus jeweils 2 Sorten und 2 Behandlungsvarianten, gereiht nach aufsteigendem Mittelwert)**

Im Alpenvorland erbrachte Triticale durchschnittlich um 8 bis 10 % (ohne Fungizid) bzw. 2 bis 6 % (mit Fungizid) höhere Erträge als der Weizen. Zu ähnlichen Erkenntnissen gelangten KARPENSTEIN-MACHAN und HEYN (1992) sowie THIEX und KOCKELMANN (1996). In älteren Untersuchungen (TABL und KISS 1983) wird von teils deutlichen Ertragsnachteilen von Triticale berichtet. Auf sandig-schluffigen Lehmböden des Waldviertels zeigten Triticale und Weizen ähnliche Leistungen. Uneinheitliche Ergebnisse wurden in der pannonischen Region erzielt. In Abhängigkeit von der Niederschlagsverteilung sowie der Krankheits- und Lagerbelastung sind gravierende Interaktionen möglich. So waren die Triticaleerträge 2008 in Großnondorf um 13 % niedriger als bei Weizen; im Jahr 2009 hingegen um 22 (ohne Fungizid) bzw. 18 % (mit Fungizid) höher. Die verbreitete Ansicht, dass mit abnehmender Bodenbonität Triticale gegenüber Weizen relativ besser abschneidet (DENNERT und FISCHBECK 1998), bestätigte sich in dieser Versuchsserie nicht. Die ursprünglich mangelhafte Kornausbildung von Triticale konnte auf züchterischem Wege wesentlich verbessert werden.

Dennoch lag das Hektolitergewicht im Mittel um 3,7 kg unter jenem von Weizen. Auch im Proteingehalt wurde der Weizen zumeist verfehlt (im Mittel -0,5 %).

Zusammenfassung

Von 2007 bis 2010 wurden Wintertriticale und Winterweizen in einer unbehandelten und einer fungizidbehandelten Variante miteinander verglichen. Die 16 Versuche in Nieder- und Oberösterreich waren in Form von Spaltanlagen ausgeführt. Es handelte sich um die Sorten Mungis, Polego und Triamant (Triticale) sowie Manhattan, Mulan und Winnetou (Weizen). Die unterschiedliche Halmlänge der Arten erforderte eine Isolierung mittels Trennparzellen, um Nachbareffekte gering zu halten. Im Frühjahr beginnt Wintertriticale rascher zu schossen und das Ährenschieben (BBCH 59) war 11 Tage vor dem Weizen. Aufgrund der längeren Kornfüllungsphase verringerte sich der Vorsprung bis zur Gelbreife (BBCH 87) auf 3 bis 4 Tage. Von Blattkrankheiten war Triticale zumeist weniger infiziert als Weizen. Im Alpenvorland brachte Triticale um 7,9 dt/ha (ohne Fungizid) bzw. 3,9 dt/ha (mit Fungizid) höhere Kornerträge. Im Waldviertel waren Triticale und Weizen ähnlich effizient, in der pannonischen Region wurden uneinheitliche Ergebnisse erzielt. Hinsichtlich des Hektolitergewichtes (-3,7 kg) und Proteingehaltes (-0,5 %) war Triticale dem Weizen unterlegen.

Abstract

From 2007 to 2010 winter triticale and winter wheat were compared in untreated control trials and trials with fungicides. The 16 trials were conducted in the provinces of Lower and Upper Austria in the form of a split-plot-design, using the cultivars Mungis, Polego and Triamant (triticale) as well as Manhattan, Mulan and Winnetou (wheat). The differences in plant height among the species required the plots to be separated in order to reduce neighbouring effects. In the spring, stem elongation of winter triticale begins earlier and the heading (BBCH 59) came 11 days before that of wheat. Due to the longer grain filling period, the advance in the development of triticale until ripening (BBCH 87) was minimized to 3 to 4 days. Triticale was generally less infected by leaf diseases in comparison to wheat. In the foothills of the Alps triticale yielded about 7.9 $dt \cdot ha^{-1}$ (without fungicides) and 3.9 $dt \cdot ha^{-1}$ (with fungicides) more than wheat. In the northwestern regions of Lower Austria (called the "Waldviertel"), triticale and wheat showed similar performance, whereas in the Pannonian region inconsistent results were obtained. Concerning test weight (-3.7 kg) and protein content (-0.5%), triticale was inferior to wheat.

Literatur

DENNERT J, FISCHBECK G, 1998: Anbaumanagement von Triticale. Getreide 4 (3), 112-119.

KARPENSTEIN-MACHAN M, HEYN J, 1992: Die Ertragsbildung der Wintergetreidearten Triticale und Weizen auf klimatischen Grenzstandorten Nordhessens. Agrobiol Res 45, 1, 88-96.

OBERFORSTER M, TAFERNER J, MAYR R, 2000: Wirkung von Intensivierungsfaktoren auf Ertrag, Ertragsstruktur und Qualität von Triticale im Vergleich zu Winterweizen. Vortr Pflanzenzüchtg 49, 213-217.

TABL MM, KISS Á, 1983: Chemical and quality characters of triticale and wheat at two plant densities and different levels of nitrogen fertilizer. Cereal Res Commun 11, 3-4, 275-281.

THIEX S, KOCKELMANN R, 1996: Roggen, Triticale oder Weizen? Der Landbote 50, 20-21.

Adressen der Autoren

[1] Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Sortenwesen, Spargelfeldstraße 191, A-1220 Wien

[*] Ansprechpartner: DI Michael OBERFORSTER, michael.oberforster@ages.at

POSTER

Pflanzenstärkungsmittel mit Düngungseffekt

Plant strengthening agent with nutritive effects

Johannes Balas*, Ida Djufri und Rita Kappert*

Einleitung

„Pflanzenstärkungsmittel“ sind nach geltendem Verständnis und Rechtslage keine Pflanzenschutzmittel und eigentlich auch keine Düngemittel, werden aber Zeit noch nach dem Düngemittelgesetz behandelt.
Im Gartenbau, vor allem bei Gemüsen, werden sie zunehmend als Produktionsmittel geprüft und eingesetzt. In ökologischen Produktionssystemen nehmen sie zunehmend bedeutende Stellung bei der Gesunderhaltung und Qualitätserstellung der Ernteprodukte ein.
Auftrag und Ziel der Arbeiten war es, Effekte der Pflanzenstärkungsmittel Myco-Sin (™), Alginure (™) und plantasalva (™) stärkende respektive andere Wirkung auf ausgewählte Kulturpflanzenarten, auf Pflanzengesundheit, Ertrag und Qualitätsparameter im Rahmen einer Master-thesis im internationalen Erasmus-Mundus-Masterprogramms “International Master in Horticultural Sciences“ zu prüfen.

Material und Methoden

Jahre, Pflanzenarten: Es wurden im Jahr 2010 Versuchsanbauten von Spinat (*Spinacia oleracea*, Chenopodiaceae), Pak Choi cv. „Tatsoi“ (*Brassica rapa*, Brassicaceae) und Zinnie cv. „Perserteppich“ (*Zinnia angustifolia*, Asteraceae) zur Testung und Dokumentation durchgeführt.

Standorte: Standort ist das Versuchszentrum Wien-Jedlersdorf des Departments (1221 Wien, Gerasdorferstr. 105). Seehöhe 162 m über N.N., mittlere Jahrestemperatur 9,8 °C, mittlerer Jahresniederschlag 500 - 600 mm mittlere jährliche Sonnenscheindauer 1800 h. Es handelt sich um eine sehr windexponierte Lage. Die Versuchsanlage liegt in westlicher Randlage des Pannonikums. Die Böden sind sandig-lehmige bis lehmig-sandige, teilweise degradierte Tschernoseme über Donauschottern. Die Mächtigkeit über Schottern beträgt teilweise nur 0,75m. Die Bodenreaktion ist leicht basisch. Die Bewässerung erfolgt aus Grundwasserbrunnen über eine Düsenrohranlage.
Die gartenbauliche Versuchsanlage ist nicht öko-zertifiziert, wird aber seit Jahren nach ökologischen Regeln als gartenbauliches Produktionssystem geführt.

Methodisch kamen vorwiegend nichtdestruktive Verfahren zum Tragen: Farbmessung im CIE L*a*b*-Farbsystem (Minolta Colorimeter, CR-400), Chlorophyllgehalt (Minolta SPDA Chlorophyllmeter; Spada-Werte, Minolta), digitale Fotografie der leaf-canopies mit Bildanalyse (soil-cover, „Deckungsgrad)“. Die Blattflächen wurden mit einem Blattflächenmessgerät (Li-Cor leaf area meter Li-3100, delta t devices). Im Pflanzengefrierextrakt wurden semi-quantitaive Bestimmungsmethoden (Merck Reflectoquant) von Nitrat, Kalium und Ascorbinsäure angewendet. Der Brix-Wert (%) wurde mit einem digitalen Brixmeter (Atago, Japan) sowie der pH, Redox und Leitfähigkeitswert (Sen-tix 4.1, WTW) bestimmt. Frisch- und Trockengewichte wurde mit einer elektronischen Präzisionswaage (Sartorius, Deutschland) gemessen. Die Trocknung wurde in ein einem belüfteten EHRET-Trockenschrank durchgeführt.

Das Saatgut wurde von den Firmen Austrosaat AG (Österreich), Erfurter Samen (Deutschland) bezogen. Das Saatgut von Pak Choi wurde von der Firma Enza Zaden, Vertretung Österreich, für diesen Versuch zur Verfügung gestellt..
Die Pflanzenstärkungsmittel Myco-Sin und Alginure wurden von der Firma Biohelp (Wien) erworben, plantasalva wurde von der Firma TVA (Hollenstein, Niederösterreich) zur Verfügung gestellt.

Anlage: Es wurden von drei Kulturarten je drei Wiederholungen von 4 Behandlungsvarianten, insgesamt 36 plots zu je 1,8m², randomisiert angelegt. Die Pflanzenstärkungsmittel, respektive Wasser als Vergleichsvariante, wurden nach Gebindeangaben dosiert (Alginure und plantasalva 0,5%, Myco-Sin 1%) und mit einer Rückentragespritze appliziert (Spritzschild zur Abtriftvermeidung). Die einzelnen

plots waren durch schmale Gehwege voneinander getrennt. Die Spritze wurde zwischen jeder Variante gründlich gereinigt. Die Randreihen wurden nicht beerntet.

Ergebnisse und Diskussion

Effekte von Pflanzenstärkungsmitteln wurden an den oben angeführten Parametern quantitativ erhoben. An Spinat und Pak Choi zeigten die Applikationen durchaus Effekte, nicht jedoch auf Blattfarbe und P-Wert (Redox, Leitfähigkeit, pH-„Vitalitätsmaß“).

Blattzahl, Frisch/Trockengewichts-Verhältnis waren beeinflusst – jedoch nicht durchgängig konsistent. Myco-Sin wirkte diesbezüglich in Spinat und Pak Choi am stärksten. Die Nitratgehalte lagen mehrfach in den Behandlungen höher als in der Kontrolle, Der Ascorbat-Gehalt wurde in Pak Choi erhöht.

Plantasalva-Anwendungen führten zu erhöhten Chlorophyll-Gehalten, Blattfrischgewicht und Nitratgehalten. Alginure und Myco-Sin zu höheren Frischgewichten.

In einer weiteren Versuchsreihe wurden mögliche Effekt auf das Vasenleben von Zinnia untersucht – wobei vor allem plantasalva zu deutlicher Verlängerung desselben führte (Ergebnisse hier nicht dargestellt).

Die Pflanzen- und Produktqualität konnte nur bedingt geprüft werden. Die ungewöhnlich ungeeigneten Witterungsbedingungen im Frühjahr und Sommer 2010 haben zu deutlichen Beeinträchtigungen geführt. Krankheiten und Schädlinge traten kaum auf und konnten nicht in signifikanten Ausmaßen bonitiert werden. Die „Wirksamkeit“ als Pflanzenstärkungsmittel kann „vermutet“ werden, bedarf aber abgestimmterer experimenteller Überprüfung (z.B. durch Inokulation mit Pathogenen).

Die beobachteten Effekte (Differenzen) waren teilweise wenig bis nicht signifikant und auch nicht über die Kulturarten konsistent. Vor allem bei Plantasalva wurde in der Erklärung der Ergebnissen eine Wirkung in der Ernährung der Kulturpflanzen vermutet. Dies wird in einer neuen Versuchsreihe gezielt geprüft (Stickstoffernährung).

Weitere Ergebnisdetails werden am Poster verstärkt dargestellt und ausgeführt.

Zusammenfassung

Im Frühjahr und Sommer 2010 wurden im Versuchszentrum Jedlersdorf (Wien) die drei Pflanzenstärkungsmittel Myco-Sin (™), Alginure (™) und plantasalva (™) an drei gartenbaulichen Kulturen, Spinat (*Spinacia oleracea*, Chenopodiaceae), Pak Choi „Tatsoi“ (*Brassica rapa* var. *chinensis*, Brassicaceae) und Zinnie „Perserteppich“ (*Zinnia angustifolia*, Asteraceae) durch Spritzapplikation nach Herstellerempfehlung in einer Freilandversuchsanlage getestet. Als Kontrolle wurde „Wasser“ eingesetzt. Es wurden Bestandesparameter, Produktqualitätsparameter, nichtdestruktive Methoden und semiquantitative Bestimmung von Nitrat, Ascorbat und Kalium aus dem Pflanzenpresssaft angewendet. Die Pflanzenstärkungsmittel zeigten mehrfach Effekte in allen drei Gruppen, jedoch überwiegend nicht konsistent über die Kulturarten. Deutliche Effekte zeigte plantasalva, wobei hier eine Düngewirkung angenommen wird. Die Versuche werden modifiziert im Jahre 2011 weitergeführt.

Abstract

In spring and summer 2010 three commercially available plant-strengthening agents (Myco-Sin (™), Alginure (™) und plantasalva (™)) were applied to three horticultural crops (spinach (*Spinacia oleracea*, Chenopodiaceae), pak choi „Tatsoi“ (*Brassica rapa* var. *chinensis*, Brassicaceae) and zinnia „Perserteppich“ (*Zinnia angustifolia*, Asteraceae)). The plot wass arrangend randomly in three replicates. Canopy parameters, quality and amount of yield and physiological parameters like chlorophyll content, nitrate- potassium- and ascorbate contents were measured. The trials health-status (pests, diseases) were monitored on open field. The effects were analyzed and shown in tables and graphs (Dju-

fri 2010). Foremost in the case of plantasalva a fertilization-effect is supposed. Trials will be carried on, modified and in more detail with an emphasis on the physiology of systemic resistance.

Danksagung

Wir danken der Firma TVA Vertriebs-GmbH vertreten durch Herrn Ing. Spitzer für die Unterstützung und Finanzierung dieser Untersuchungen. Die F&E Aktivitäten werden durch die österreichische ForschungsFörderungsGesellschaft (FFG) gefördert.

Literatur

DJUFRI Farida, 2010: Effects of plant-strengthening agents on horticultural crops grown organically. Master thesis, unpublished. Universita di Bologna, Facolta di Agraria. Betreuung: Prof. G. Costa, Prof. K. Jezik, Ass.Prof. J. Balas.

ABBOT, J.A. 1999. Quality measurement of fruits and vegetables. Postharvest biology and Technology 15:207-225.

ARTEMYEVA A.M:, SOLOVYEVA A.E. 2006. Quality evaluation of some cultivar types of leafy *Brassica rapa*. Acta Horticulturae 706:121-128

CARTER C.T., GRIEVE C.M. 2010. Growth and nutrition of two cultivars of Zinnia elegans under saline conditions. HortScience 45 (7):1068-1063.

DALE Walter, Adrian NEWTON, Gary LYON 2007. Induced Resistance for Plant Defence. Blackwell Publishing p148 (258 pp).

DOLE J.M., VILORIA Z., FANELLI, F.L., FONTENO W. 2009. Postharvest evaluation of cut dahlia, linaria, lupine, poppy, rudbeckia, trachelium and zinnia. HortTechnology 19 (3):593-600

GANAMICKON S.S. 2002. Biological Control of crop diseases. Marcel Dekker Publisher, New York p5 (468 pp).

HAMMERSCHMID R., J. KUE 1995. Induced Resistance to Disease in Plants. Kluwer Academic Publisher p65 (128 pp).

KAPPERT, R., B. MELTSCH 2007. Introduction of a complementary investigation method concerning fruit and vegetable quality and human health. Acta Hort. 744:79-89.

LAMPKIN M. 1998. Organic fariming 1st edition. Ipswich Farming Press.

XIN ZHAO, J.R. NECHOLS, K.A. WILLIAMS, WIQUN WANG, E.A. CAREY, 2009: Comparison of phenolic acid in organically and conventionally grown pak-choi (Brassica rapa L. chinensis). Journal of Food and Agriculture 89:940-946.

Adressen der Autoren

Universität für Bodenkultur, Department für angewandte Pflanzenwissenschaften und Pflanzenbiotechnologie, Institut für Garten- Obst- und Weinbau, Gregor Mendel Strasse 33, 1180 Wien

[*] Ansprechpartner: Dr. Rita KAPPERT, rita.kappert@boku.ac.at und Dr. Johannes BALAS, johannes.balas@boku.ac.at

Frau Laureata Farida Djufri ist nach erfolgreichem Abschluss ihres Studiums in ihr Heimatland, Indonesien, zurückgekehrt.

Intercropping of oil seed rape, pea and wheat in a pot experiment

Mischfruchtbau von Raps, Erbse und Weizen im Gefäßversuch

Elnaz Ebrahimi*, Reinhard Neugschwandtner und Hans-Peter Kaul

Introduction

Farmers are increasingly interested in intercropping systems as a means to intensify production per unit land area. Besides increased productivity they expect more reliability in production. In well-designed intercropping systems resources such as water, light and soil nutrients can be utilised more effectively than by mono-cropping due to different plant requirements in space and time. Additional agronomic benefits of intercrops can include improved crop quality and enhanced structural support of lodging-prone crops (HUMMEL et al. 2009). If one of the crops is a legume, nitrogen (N) from symbiotic fixation can support the whole intercropped system, thereby reducing the requirement for external fertilizers (WANG et al. 2007). However, intercropping can also negatively affect growth. In maize-wheat intercropping, e.g., maize growth was decreased in rows adjacent to wheat. Lack of synchronism in maturation is another common drawback in intercrops. Oil seed rape (*Brassica napus*), pea (*Pisum sativum*) and wheat (*Triticum aestivum*) are important crops in Austria routinely grown in monocultures. In the present study we focused on rape performance in intercropping with the legume pea and the cereal wheat, assessing yield equivalency and some physiologic characters of rape.

Material and methods

A pot experiment was conducted under glass house conditions (day: 20 ^{0}C, 16 h; night: 16 ^{0}C, 8 h) in winter 2010 in Vienna. The soil was a Chernozem of silty loam. The experiment was designed as a completely randomized factorial with four replications. Treatments included five crop-stands, i. e. mono-crops of rape, pea (both 6 plants per pot), wheat (18 plants per pot) and substitutive intercrops of rape-pea (3+3 plants per pot) and rape-wheat (3+9 plants per pot).

The phenological growth stage of species (BBCH) and plant height were observed one month after planting (in the inflorescence emergence stage of rape, stem elongation stage of pea and booting of wheat). Chlorophyll content and chlorophyll fluorescence were evaluated on the beginning of flowering stage, one day after watering in the morning by a SPAD meter (MINOLTA SPAD-502) and a Mini-Pam fluoro meter. All plants were harvested in one day in the end of flowering stage and fresh and dry mater yield for each species were measured. Pot soils were sampled for determination of soil pH (ÖNORM L 1083) and nitrate (NO_3) content. For estimating intercropping effects, the Land Equivalent Ratio (LER) for rape in intercrops with wheat and pea was calculated according to VANDERMEER (1989):

$$LER = Y1.2/Y1.1 + Y2.1/Y2.2$$

Where Y1.1 and Y2.2 are the crop yield for crop 1 and crop 2 grown in monoculture and Y1.2 and Y2.1 are the yields of the crops grown in mixture.

All observations were subjected to analysis of variance. For significant effects, means were compared by Duncan's multiple range tests.

Result and discussion

No significant differences were observed in the soil pH, soil nitrate content, phenological growth stage, plant height, chlorophyll content and chlorophyll fluorescence of rape plants between cropping systems. Fresh and dry matter weights of rape per pot and per plant as well as total yield per pot were significantly affected by intercropping. Rape fresh weight and dry weight per pot in mono cropping of rape was higher than in intercrops (Fig.1). Within intercrops, these traits were lowest in intercropping with wheat. Other authors have also reported similar results in intercropping of rape-wheat between mixed and sole crops (HUMMEL et al. 2009). Highest total yield per pot was obtained in rape-pea

intercropping (Fig.1). Intercropping rape with pea resulted in much better performance of rape in all parameters compared to intercropping with wheat. With regard to the reduced number of rape plants in intercropping (half of mono-cropping) dry matter per plant of rape was increased in mixture with pea (12.6% higher than rape dry matter in monoculture) whereas wheat reduced the dry matter per plant of rape (-46.9% less than rape dry matter in monoculture). Obviously wheat was the stronger competitor with rape while the legume pea supports rape growth.

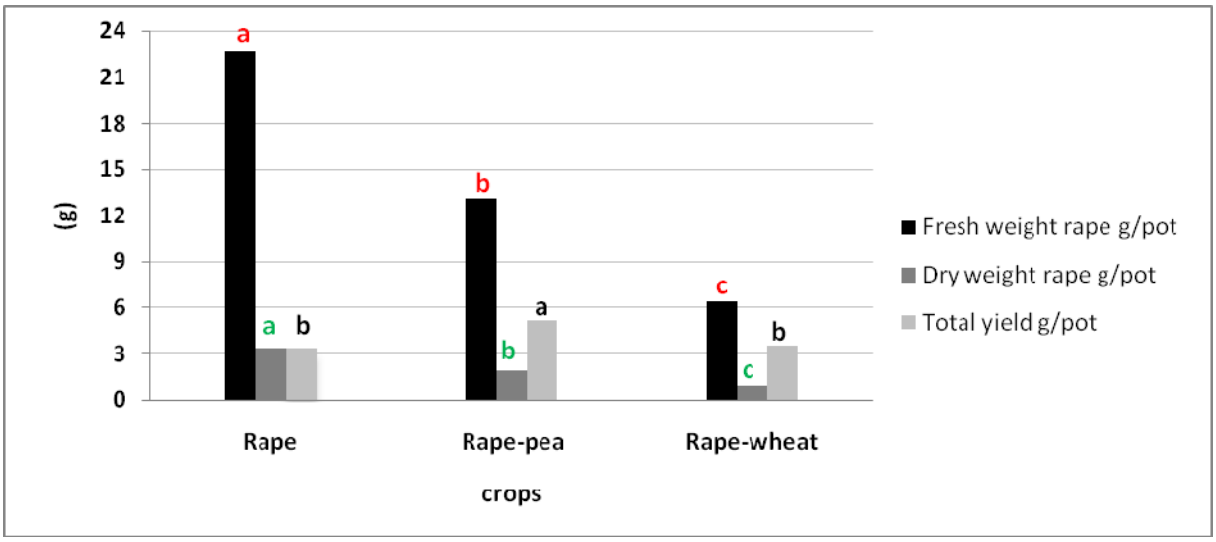


Fig.1 **Fresh and dry weight of rape (g/pot) and total yield (g/pot)**

The highest land equivalent ratio (LER) was achieved with rape-pea intercrops (LER=1.15), this parameter was lower than for rape-wheat intercrops (LER=0.87). The LER of more than one indicates low competition and more facilitation between intercropping components. HUMMEL et al. (2009) in intercropping of canola-wheat and GHARINEH et al. (2009) in intercropping of canola-bean have presented similar LER values (LER<1 in canola-wheat and LER>1 for canola-bean intercrops).

Conclusion

Our experiment showed that intercropping rape with pea increased the total biomass, and the land equivalent ratio (LER). Obviously the legume pea was much more favourable as intercropping partner for both, the rape and the whole intercrop performance, compared with the cereal wheat.

Abstract

A green-house experiment on intercropping oil seed rape with pea and wheat was conducted to study the agronomic advantages of intercropping as compared to mono-cropping of rape. Fresh weight and dry matter per pot and per plant of rape, and total biomass per pot were significantly affected by intercropping system. Intercropping of oil seed rape with pea yielded higher dry matter per rape plant and total biomass per pot. Consequently, the highest land equivalent ratio (LER) for biomass was achieved with rape-pea intercropping. The LER value for rape-wheat intercrops was lower than 1.

Zusammenfassung

Ein Gefäßversuch im Glashaus mit Mischkulturen von Raps und Erbsen bzw. Raps und Weizen wurde durchgeführt, um die agronomischen Vorteile des Mischanbaues verglichen mit Raps im Reinbestand zu untersuchen. Frisch- und Trockenmasse je Gefäß und je Einzelpflanze von Raps sowie die Gesamt-Trockenmasse je Gefäß wurden nachweisbar durch den Mischanbau beeinflusst. Die Mischung mit Erbse erreichte die größte Raps-Trockenmasse je Pflanze wie auch Gesamt-Trockenmasse je Gefäß.

Auch die höchste „land equivalent ratio" (LER) wurde mit dieser Mischung erzielt, während die LER für die Raps-Weizen Mischung unter 1 lag.

References

GHARINEH MH, MORADI TELAVAT MR, 2009: Investigation of ecological relationship and density acceptance of canola in canola-field bean intercropping. Asian J of Agricultural Research 3, 1, 11-17.

HUMMEL JD, DOSDAL LM, CLAYTON GW, TURKINGTON TK, LUPWAYI NZ, NEILHARKER K, O'DONOVAN JT, 2009: Canola–wheat intercrops for improved agronomic performance and integrated pest management. Agronomy J 101, 1190–1197.

VANDERMEER JH, 1989: The ecology of Intercropping. Cambridge Univ. Press Cambridge, MA.

WANG D, MARSCHNER P, SOLAIMAN Z, RENGEL Z, 2007: Belowground interactions between intercropped wheat and Brassicas in acidic and alkaline soils. Soil Biology and Biochemistry 39, 961–971.

Authors' addresses

[1] Abteilung Pflanzenbau, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Universität für Bodenkultur Wien, Gregor Mendel-Straße 33, A-1180 Wien

[*] Ansprechpartner: Elnaz EBRAHIMI, MSc., elnaz.ebrahimi@boku.ac.at

Einfluss von Saattermin und Saatstärke auf die Jugendentwicklung, Überwinterung und den Ertrag von Wintererbsen

Effects of seeding date and seed density on early development, overwintering and yield of winter peas

Alexandra Kreuzer*, Reinhard Neugschwandtner und Hans-Peter Kaul

Einleitung

Der Anbau von Winterungen weist gegenüber Sommerungen einige Vorteile auf, wie zum Beispiel die längere Vegetationsperiode, die frühere Entwicklung und somit die Möglichkeit, den heißen, trockenen Witterungsbedingungen auszuweichen, sowie Erosionsschutz durch die Bodenbedeckung über den Winter. Sommererbsen bereiten im Biolandbau zunehmende Probleme wegen starken Schädlingsbefalls und Spätverunkrautung. Die Wintererbse könnte hier eine interessante Alternative darstellen. Die Erwartungen an die Wintererbse sind: eine effektivere Unkrautunterdrückung, höhere Stickstoffbindung als die Sommererbse durch die längerer Vegetationszeit und ein höheres Ertragspotenzial als die Sommerformen. URBATZKA et al. (2003) geben als Gründe, warum die winterharten Formen der Körnerleguminosen noch kaum angebaut werden, die häufig mangelnde Winterhärte und die geringe Standfestigkeit an. Der Anbauzeitpunkt spielt für die Überwinterung der Wintererbse eine wesentliche Rolle. Die Pflanze sollte vor dem Winter ausreichend im Boden verankert sein, jedoch kein zu üppiges Wachstum aufweisen. Die Standfestigkeit der Wintererbse kann ein großes Problem darstellen, deshalb ist bei der Körnernutzung der Anbau im Gemenge mit einer Stützfrucht empfehlenswert (URBATZKA et al., 2003). Hier stellt sich die Frage, welche Getreideart sich als Gemengepartner am besten eignet, da der Entwicklungsverlauf weitgehend zeitgleich ablaufen sollte (AUFHAMMER, 1999). In Versuchen der Bio Forschung Austria 2006/2007 in Platt (Niederösterreich) betrug der Ertrag der normalblättrigen Wintererbsen in Reinsaat bei einer Saatstärke von 85 Körnern/m² nur 15 dt/ha. Im Gemenge mit Winterweizen (mit 150 Körnern/m²) erzielte dieselbe Sorte bei einer Saatdichte von 40 Körnern/m² einen Ertrag von 18 dt/ha (NEUNER, 2010).
Ziel des einjährigen Feldversuches war es, unter den Produktionsbedingungen des Marchfeldes von Erbsen dominierte Mischbestände mit Wintergerste für die Körnerproduktion zur Verfütterung auf ihre agronomischen Leistungen, insbesondere das Kornertragspotenzial, zu prüfen.

Material und Methoden

Die mittlere Jahrestemperatur an der Versuchswirtschaft Groß-Enzersdorf im Marchfeld liegt bei 9,7°C und die mittlere Niederschlagsmenge bei 554 mm. Die tiefste Temperatur im Winter 2009/2010 betrug am 20.12.2009 -15,6°C. Der Boden ist ein tiefgründiger Tschernosem.
Im Jahr 2009 wurden morphologisch verschiedene Wintererbsensorten im Gemenge mit Wintergerste an zwei verschiedenen Saatterminen angebaut. Als Produktionssystem wurde eine Umstellungssituation auf biologische Bewirtschaftung angenommen (keine Mineraldüngung und synthetische PSM). Zur näheren Untersuchung der Konkurrenzeffekte wurden die Erbsensorten in verschiedenen Dichten und, wie ebenfalls die Wintergerste, auch in Reinbeständen angebaut. Der Beitrag ist ein Ausschnitt dieser Arbeit, der sich auf den Vergleich zwischen einer alten „normalblättigen“ und einer modernen „semi-leafless“ Wintererbsensorte konzentriert.
Die Wintererbsen (WE) EFB33 (normalblättrig) und die Sorte Cherokee (semi-leafless) wurden in den Saatstärken 60 und 100 k.K./m² in Reinsaat und im Gemenge angebaut. Die Saatstärke des Gemengepartners Wintergerste (WG) betrug 40 k.K./m². Die erste Aussaat erfolgte am 22.09.2009 und die zweite am 14.10.2009.
Für die statistische Auswertung wurde eine Varianzanalyse mit dem Programm SAS 9.1 durchgeführt.

Ergebnisse und Diskussion

In der Abbildung 1 (a) sind die Auswinterungsschäden [%] in Abhängigkeit von der Sorte und dem Aussaattermin zu sehen. Die Wintererbsen wurden nach dem Winter in die Kategorien vital, geschädigt und abgestorben eingeteilt. Der frühe Saattermin (Aussaat: 22.09.2010) fiel weitgehend aus. Die Sorte EFB33 wies mit nur 14,5% vitalen Pflanzen die geringste Überwinterung auf. Die Sorte Cherokee hatte im Vergleich dazu bei der frühen Aussaat 24,3% vitale Pflanzen. Bei beiden Genotypen belief sich der Anteil der geschädigten Pflanzen auf über 49%. Die Wintererbsen des späten Saattermins (Aussaat: 14.10.2010) wiesen Überlebensraten bis zu 89% auf. Somit hatte der Saattermin einen signifikanten Einfluss auf die Auswinterungsschäden. Die Sorten und die Dichtestufen wiesen keine signifikanten Unterschiede auf.

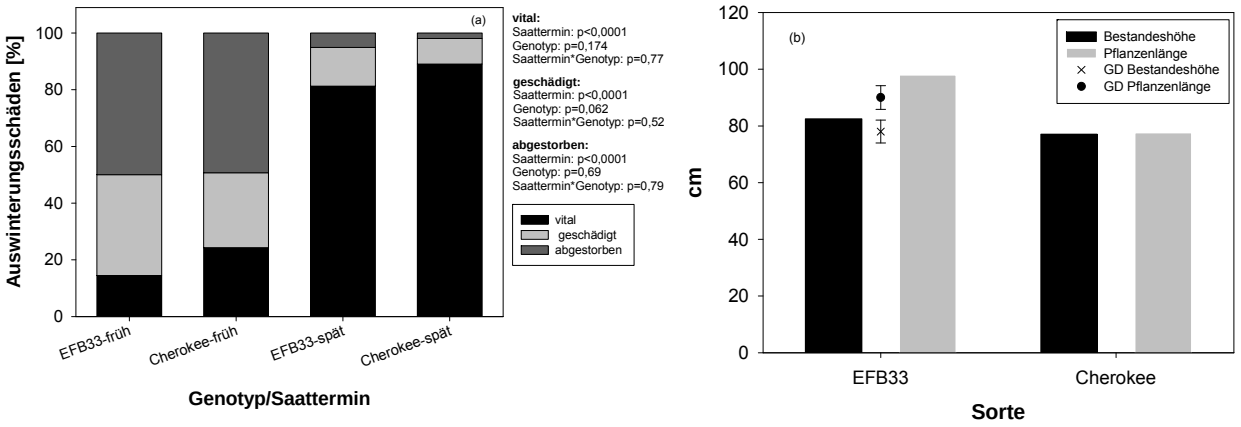


Abbildung 6: **(a) Auswinterungsschäden [%] (22.03.2010) in Abhängigkeit von Saattermin und Sorte, (b) Bestandeshöhe und Pflanzenlänge [cm] (10.06.2010) in Abhängigkeit von der Sorte**

Die Bestandeshöhe und Pflanzenlänge in Abhängigkeit von der Sorte wird in der Abbildung 1 (b) dargestellt. Die Sorte EFB33 wies am 10.06.2010 eine Pflanzenlänge von 98 cm bei einer Bestandeshöhe von 83 cm auf. Die halbblattlose Cherokee zeigte mit 77 cm Bestandeshöhe und Pflanzenlänge im Vergleich zu der normalblättrigen Sorte im Juni eine bessere Standfestigkeit. Bis zur Ernte lagerten jedoch alle Wintererbsen komplett. Grund dafür könnte ein Erreger des *Ascochyta*-Komplexes gewesen sein. Die Pflanzen wurden am Institut für Pflanzenschutz der Universität für Bodenkultur auf diese Krankheit positiv getestet.

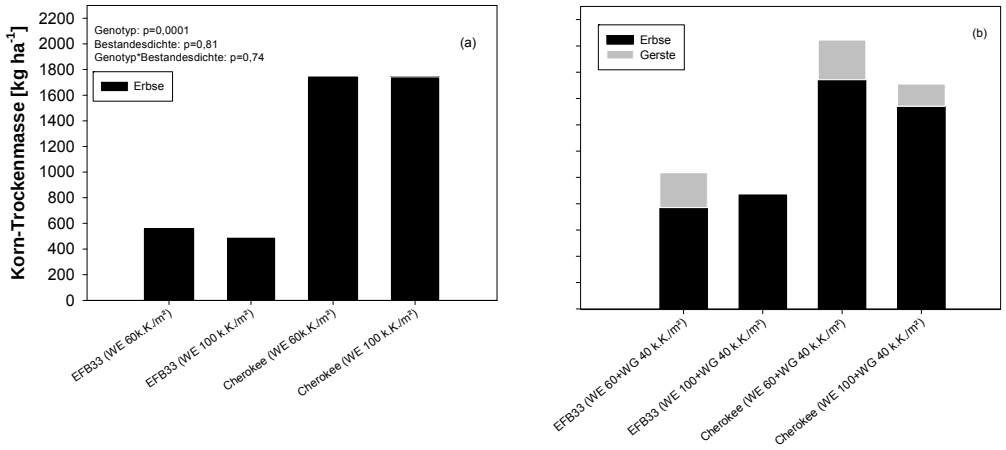


Abbildung 7: **Korn-Trockenmasse [kg/ha] bei Handernte in Abhängigkeit von Sorte und Dichte: (a) Reinsaat, (b) Gemenge**

Die Abbildung 2 zeigt die Kornerträge der Wintererbse in Reinsaat und die Gesamterträge der Gemenge (WE+WG). In Reinsaat hatte die semi-leafless Sorte Cherokee bei einer Saatstärke von 60

k.K./m² einen Kornertrag von 1.743 kg/ha. Die normalblättrige Sorte EFB33 erzielte bei derselben Saatstärke nur 557 kg/ha. Im Gemenge mit Wintergerste erreichte die Sorte EFB33 mit einer Saatstärke von 60 k.K./m² einen Gesamtertrag von 1.036 kg/ha. Die Sorte Cherokee wies mit 2.345 kg/ha, wie in der Reinsaat, signifikant höhere Erträge auf. Die Dichten hatten keinen signifikanten Einfluss auf die Erbsen-Kornerträge. Eine hohe Verunkrautung, vollständiges Lagern und eine uneinheitliche Abreife führte, vor allem bei der Sorte EFB33, zu erheblichen Ertragseinbußen. Diese Problembereiche zeigen, dass die Wintererbse noch keinen zufriedenstellenden Ersatz der Sommererbse darstellt.

Zusammenfassung

Ziel eines einjährigen Feldversuches war es, unter den Produktionsbedingungen des Marchfeldes von Wintererbsen dominierte Mischbestände mit Wintergerste für die Körnerproduktion zur Verfütterung hinsichtlich ihrer agronomischen Leistungen, insbesondere das Kornertragspotenzial, zu prüfen. Der frühe Saattermin (Aussaat: 22.09.2010) fiel weitgehend aus. Hier wies die Sorte EFB33 die geringste Überwinterung auf. Bei der Ertragsbildung gab es keinen nachweisbaren Unterschied zwischen den Wintererbsen in Reinsaat und denen im Gemenge. Die Mischungen hatten im Vergleich zu den Reinsaaten aufgrund der Wintergerste entsprechend höhere Gesamterträge. Die moderne semi-leafless Sorte Cherokee konnte höhere Kornerträge als die normalblättrige Sorte EFB33 erzielen. Einige Problembereiche wie die hohe Verunkrautung, vollständiges Lagern und eine uneinheitliche Abreife zeigen, dass die Wintererbse noch keinen zufriedenstellenden Ersatz der Sommererbse darstellt.

Abstract

The aim of this one-year field experiment was to study under production conditions of the Marchfeld area the agronomic performance of winter pea stands intercropped with sparse winter barley populations especially focused on their yield potential. The early sowing date (09/22/2010) showed heavy plant losses due to winter damages (especially with variety EFB33). There was no significant difference in yield formation between winter peas in pure and mixed stands. The modern semi-leafless variety Cherokee achieved a higher yield than the old leaf type variety EFB33. High weed infestation, substantial lodging and uneven ripening led to significant yield losses. These issues show that winter pea is still not a satisfactory replacement for spring pea.

Literatur

AUFHAMMER, W. (1998): Mischanbau von Getreide- und andere Körnerfruchtarten: Ein Beitrag zur Nutzung von Biodiversitäten im Pflanzenbau. Stuttgart: Ulmer, S: 71-228

NEUNER, E.; KROMP, B.; HARTL, W. (2010): Körnerleguminosen - Wie es gehen kann. Bio Austria 1, 30-31

URBATZKA, P., GRASS, R.; REULEIN, J.; SCHÜLER, C. (2003): Untersuchung verschiedener Wintererbsenherkünfte auf ihre Winterhärte und ihre Anbauwürdigkeit im Ökologischen Landbau. Universität Kassel, http://orgprints.org/16445/1/16445-02OE566-uni_kassel-schueler-2003-wintererbsenherkuenfte.pdf (Zugriff: 17.02.2010)

Adresse der Autorin

[1] Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Gregor Mendel Strasse 33, A-1180 Wien

[*] Ansprechpartnerin: DI Alexandra KREUZER, alexandra.kreuzer@gmx.at

Ackerbauliche Ernterückstände als Ressource für Bioraffinerien – Potentiale und Einschränkungen

Crop Residues as Resource for Biorefineries – Potentials and Limitations

Reinhard Neugschwandtner* und Hans-Peter Kaul

Einleitung

Ernterückstände aus der Landwirtschaft (wie Stroh, sonstiges Halmgut, Maisstängel und Maisblätter) stellen eine mögliche Ressource für Bioraffinerien dar. Das Konzept der „Bioraffinerie" fußt auf der Überlegung, Ganzpflanzen bzw. Ernterückstände aus der Landwirtschaft als Alternative zu Erdöl für die Herstellung von Treibstoffen und als Ausgangsprodukte für die chemische Industrie zu nutzen (Octave and Thomas, 2009).

Ernterückstände sind reich an Lignozellulose, die – bestehend aus den drei Hauptkomponenten Zellulose, Hemizellulose und Lignin – das Strukturgerüst der pflanzlichen Zellwand bildet. Die gewünschten Produkte entstehen nach mehreren Prozessschritten. Durch die Vorbehandlung (beispielsweise mittels Dampfexplosionsverfahren) und Hydrolyse entstehen Zucker, die in Bioethanol (mittels Fermentation) oder Biogas (mittels anaerobem Aufschluss) weiterverarbeitet werden können. Aus dem durch die Vorbehandlung abgetrennten Lignin entstehen durch Pyrolyse und Abtrennung Biochemikalien (z.B. Phenol) (Cherubini and Ulgiati, 2010). Technische und wirtschaftliche Verfahren zur Umwandlung von Stroh in Bioethanol und weitere hochwertige Produkte sind in der nahen Zukunft zu erwarten (Talebnia et al, 2010). Mit Ethanol-Erträgen von 0,25 bis 0,3 L kg^{-1} Ernterückstand ist zu rechnen (Lal, 2006).

Lignozellulosehältiges Pflanzenmaterial ist eine weltweit reichlich vorhandene Ressource. Für Europa (EU 27) wird ein durchschnittlicher Anfall von 258 Millionen Tonnen pro Jahr geschätzt. Der Anteil an Weizenstroh wird mit 42 % berechnet, gefolgt von Mais- und Gerstenstroh (je 19 %), Rapsstroh (7 %) und Sonnenblumestroh (5 %) (Scarlat et al., 2010).

Für die (Korn-) Erträge sämtlicher bedeutender Ackerkulturen gibt es umfangreiche Datenquellen. Das Wissen über die anfallenden Ernterückstände sowie deren Verwendung ist jedoch äußerst gering. In den jährlich publizierten Daten der Statistik Austria zur „Feldfruchternte" wird ausschließlich die Gesamtmenge an Getreidestroh (exkl. Maisstroh) angegeben. Über den Anfall an Ernterückständen weiterer Ackerkulturen gibt es in Österreich von keiner Institution gesicherte Daten.

Mit wachsendem Interesse an Ernterückständen als Substrat für Bioraffinieren ist es notwendig, die Potentiale der Ernterückstände als Ressource, sowie langfristige Auswirkungen der Abfuhr dieser Rückstände auf die Bodenfruchtbarkeit und die Ertragsentwicklung abzuschätzen.

Material und Methoden

Anhand der Kornertragsdaten der Statistik Austria wurde für diesen Beitrag der Anfall an Ernterückständen bedeutender Ackerkulturen in Österreich errechnet. Mögliche Herausforderungen und Einschränkungen bei der Verwendung von Ernterückständen sowie die Auswirkungen auf die Bodenfruchtbarkeit und die Ertragsentwicklung werden diskutiert.

Ergebnisse und Diskussion

Getreidestroh: Verwendungsformen von Stroh sind: Einstreu, Einarbeitung und – in geringem Umfang – sonstige Nutzungsformen (wie Strohheizung, Energiestrohpellets, Strohmulch, Kompostierung, Verfütterung) (Dissemond und Zaussinger, 1995). Die einzige detaillierte Studie für Österreich hierzu stammt aus dem Jahr 1995 und basiert auf Daten aus dem Jahr 1992 (Dissemond und Zaussinger, 1995). Für dieses Jahr wurde bei einer Produktion von 2,2 Mio. t ein frei verfügbares Strohpotential von 350.000 t (zur energetischen Nutzung) angegeben.

Im Jahr 2009 wurden rund 1,8 Mio. t Getreidestroh (exkl. Maisstroh) geerntet, davon über 1 Mio. t in Niederösterreich (Tabelle 1), wobei die Statistik Austria keine Zuordnung nach Kulturarten unternimmt. Zudem gibt es keine gesicherten Daten über die Verteilung innerhalb der einzelnen Verwendungsformen sowie die frei verfügbare Strohmenge (Kirtz und Neugebauer, 2003). Somit ist eine genaue Angabe des für Bioraffinerien verfügbaren Getreidestrohs nicht möglich.

Tabelle 1: **Anbaufläche, Korn- und Strohertrag von Getreide (exkl. Mais) in Österreich im Jahr 2009 (Quelle: Statistik Austria)**

	Anbaufläche	Kornertrag		Strohertrag	
	1.000 ha	1.000 t	dt ha^{-1}	1.000 t	dt ha^{-1}
Burgenland	73,6	273,8	37,2	202,0	27,5
Kärnten	14,7	71,5	48,8	41,0	28,0
Niederösterreich	375,8	1727,3	46,0	1033,7	27,5
Oberösterreich	133,2	733,5	55,1	433,9	32,6
Salzburg	1,3	5,8	43,4	3,8	28,3
Steiermark	23,5	112,1	47,7	71,9	30,6
Tirol	0,7	3,0	43,7	2,2	32,0
Vorarlberg	0,1	0,6	43,8	0,4	31,8
Wien	2,1	8,7	40,6	7,0	32,7
Österreich	**625,0**	**2936,3**	**47,0**	**1795,9**	**28,7**

Ernterückstände ausgewählter Druschfrüchte: Die Ernterückstände von Mais, Ölsaaten (Winterraps, Sonnenblume) und Leguminosen (Körnererbse, Ackerbohne, Sojabohne) stellen ein großes Potential für die stoffliche Verwertung dar. Die Berechnungen ergeben, dass bei Mais mit rund 2,5 Millionen Tonnen im Jahre 2009 eine höhere Menge an Ernterückständen angefallen ist, als bei den übrigen Getreidearten. Nennenswerte Mengen an Ernterückständen sind bei Winterraps (rund 0,5 Mio. t) und Sonnenblume (rund 0,3 Mill. t) zu erwarten (Tabelle 2). Die Ernterückstände der genannten Kulturen werden überwiegend eingearbeitet, wobei keine Daten über die Verwendung vorliegen. In den Vereinigten Staaten, wo Maisstängel und Maisblätter 75 Prozent aller landwirtschaftlichen Ernterückstände darstellen (Hettenhaus, 2006), werden weniger als 10 % für industrielle Prozesse, Einstreu und Fütterung vom Feld abgeführt (Glassner et al., 1999).

Tabelle 2: **Anbaufläche, Korn- und Strohertrag ausgewählter Druschfrüchte in Österreich (Quelle: Statistik Austria; HI: nach Kaltschmitt und Hartmann, 2009; eigene Berechnungen)**

	Anbaufläche	Kornertrag		HI*	Strohertrag	
	1.000 ha	1.000 t	dt ha^{-1}		1.000 t	dt ha^{-1}
Körnermais	178,5	1890,5	105,9	0,43	2457,7	137,7
Körnererbsen	15,2	34,7	22,9	0,42	48,6	32,1
Ackerbohnen	2,8	6,7	23,9	0,33	13,5	47,8
Sojabohnen	25,3	71,3	28,2	0,33	142,7	56,4
Winterraps	56,8	170,8	30,1	0,26	495,4	87,3
Sonnenblumen	25,9	71,0	27,4	0,20	291,1	112,3

* Harvest Index

Einschränkungen bei der Verwendung von Ernterückständen:

Erntesysteme: Bei der Werbung der Ernterückstände von Mais sowie der genannten Ölsaaten und Leguminosen gibt es – im Gegensatz zur Werbung von Getreidestroh – nur geringe Erfahrungswerte. Die Ernterückstände von Mais, Sonnenblume und Raps weisen zur Kornernte hohe Wassergehalte auf (vgl. Scarlat et al., 2010), was deren Erntbarkeit einschränkt. Die übliche Erntetechnik der Maisrückstände in den Vereinigten Staaten umfasst daher Häckseln, um die Feldtrocknung der relativ großen Ernterückstände zu beschleunigen, Schwaden und Pressen. Die bei jedem dieser Prozessschritte entstehenden Verluste bedingen eine Bergequote von rund 40 % (Sokhansanj et al., 2002). Zu einer geringen Bergequote führen außerdem feine Anteile (Raps), Bröckelverluste (Erbse, Ackerbohne, Sojabohne) und hoher Mähdrusch, aufgrund des erwünschten, raschen Durchsatzes (Mais und Sonnenblume) (Kaltschmitt und Hartmann, 2009).

Humus- und Kohlenstoffgehalt: Am Feld verbleibende Erntereste erhöhen die Stickstoff- und die Kohlenstoffgehalte im Boden. Kohlenstoff aus der Atmosphäre wird dabei im Boden gebunden (Shah et al., 2003; Bakht et al., 2009). Der Verbleib zumindest eines Teiles der Ernterückstände am Feld (im Rahmen der Fruchtfolge) ist für den Erhalt der Bodenfruchtbarkeit und zur Verminderung der Bodenerosion von Bedeutung. Die Abfuhr von geringen Mengen an Stroh (22 % des Anfalls) führte bei einem auf Tschernosem durchgeführten kanadischen Langzeitversuch bei ausreichender N-Düngung zu keiner Reduktion der Kohlenstoffgehalte im Boden (Lemke et al., 2010).

Nährstoffentzug und Ertrag: Ernterückstände enthalten beträchtliche Mengen an Nährstoffen, insbesondere Stickstoff. Kaul (2004) gibt für Ölsaaten und Leguminosen Stickstoffgehalte im Bereich von 55 bis 92 kg N ha^{-1} an. Verbleiben Ernterückstände am Feld, lassen sich die pflanzenbaulichen Parameter verbessern. Bakht et al. (2009) führen in einem Fruchtfolgeversuch am Beispiel von Weizen eine Erhöhung der Erträge und der N-Aufnahme von Korn und Stroh, ein höheres Tausendkorngewicht und eine Zunahme der Körner pro Ähre an, wenn Stroh am Feld belassen wird.

Schlussfolgerungen

Eine Erhebung der verfügbaren Ernterückstände auf regionaler Ebene ist von Bedeutung, um die mögliche Bereitstellung von Biomasse für Bioraffinerien durch die Landwirtschaft abschätzen zu können. In weiterer Folge sind Erntesysteme zu etablieren, um die bisher kaum genutzten Ernterückstände bedeutender Kulturarten nutzbar zu machen.

Abstract

Lignocellulosic biomass from agricultural residues is a promising potential resource for the production of bioethanol and biochemicals in biorefinery systems. As data on crop residues are scarcely available, residue yields and availability have to be assessed. Additionally, limitations for the harvest of residues of plants like maize, oilseeds rape and sunflower exist, for instance, due to high moisture contents or large harvest losses. These issues have to be addressed through agro-technical solutions.

Literatur

Die angeführte Literatur ist bei den Autoren erhältlich.

Adresse der Autoren

Abteilung Pflanzenbau, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Universität für Bodenkultur Wien, Gregor Mendel-Straße 33, A-1180 Wien

* Ansprechpartner: Univ.-Ass. Dipl.-Ing. Dr. Reinhard Neugschwandtner, reinhard.neugschwandtner@boku.ac.at

Kraftstoffverbrauch bei der Bodenbearbeitung bei unterschiedlicher Mechanisierung (59 kW versus 92 kW)

Fuel consumption at tillage by different mechanisation (59 kW versus 92 kW)

Tibor Arpad Szalay[1*], Gerhard Moitzi[2], Karl Refenner[3], Helmut Wagentrist[1,3], Herbert Weingartmann[2] und Peter Liebhard[1]

Einleitung

Die stark steigenden Energiekosten stellen den Kraftstoffverbrauch in der Pflanzenproduktion in den Mittelpunkt der Kostendiskussion. Die rasante Ölpreiserhöhung erfordert Diesel einzusparen oder kostengünstigere Pflanzenproduktionssysteme einzusetzen. Traditionelle Verfahren der Bodenbearbeitung müssen neu beurteilt werden mit dem Ziel, kostensparende und bodenschonende Alternativen in größerem Umfang als bisher zu fördern. Eine Verringerung der Bodenbearbeitungsintensität trägt wesentlich zur Produktionskostensenkung bei, außerdem wird die Erosionsgefährdung und Bodenverdichtung vermindert. Aber nicht nur die Eingriffsintensität in den Boden bestimmt den Gesamtdieselverbrauch pro Hektar; neben Fahrstrategie und Reifendruckanpassung ist die Leistungsstärke des Traktors von entscheidender Bedeutung. Mit der Wahl des Traktors werden die wesentlichen verbrauchsbestimmenden Faktoren festgelegt: mittlerer spezifischer Kraftstoffverbrauch (Motorwirkungsgrad), Zugleistungswirkungsgrad und Zapfwellenwirkungsgrad.
Neben dem ökonomischen Aspekt kommen volkswirtschaftliche Auswirkungen wie die fossilien CO_2-Emissionen (1 kg Diesel → 3,15 kg CO_2), Schadgasemissionen und Partikelemissionen zum Tragen.
An der Versuchswirtschaft der Universität für Bodenkultur Wien in Groß-Enzersdorf wurde 1996 ein Langzeitversuch mit unterschiedlichen Bodenbearbeitungssystemen angelegt. Neben bodenkundlichen und pflanzenbaulichen Parameter wurden auch die variantenbezogenen Energieaufwendungen untersucht.

Material und Methoden

An der BOKU-Versuchswirtschaft in Groß-Enzersdorf wurde beim Winterweizenanbau der Kraftstoffverbrauch bei zwei Traktoren (92 und 59 kW) mit einer integrierten Durchflussmesstechnik gemessen. Der Versuchsstandort befindet sich 8 km östlich von Wien, am Raasdorfer Schlag. Der Bodentyp ist ein mitteltiefgründiger Tschernosem, mit hohem Schluffanteil. Die Versuchsanlage ist eine Spaltenanlage mit fünf Großteilstücken (Bodenbearbeitungssysteme) und je zwei Kleinteilstücken (Fruchtfolgen) in vierfacher Wiederholung. Die Parzellengröße beträgt in der ersten Wiederholung jeweils 1.440 m² (60 m x 24 m) und in den restlichen drei Wiederholungen jeweils 960 m² (40 m x 24 m). Die Parzellengröße ermöglicht eine Bewirtschaftung mit praxisüblicher Landmaschinentechnik.
Zur volumenstrombasierten Kraftstoffmessung wurde ein Durchflussmessgerät (PLU 116 H) in die Kraftstoffanlage der Versuchstraktoren integriert. Zusätzlich wurden auch die Signale eines Radarsensors (tatsächliche Fahrgeschwindigkeit) und eines induktiven Getriebesensors (theoretische Fahrgeschwindigkeit) mit einem Datalogger (Squirrel 2020) sekundlich aufgezeichnet. Die kontinuierliche Messung der Bearbeitungstiefe erfolgte mit einem Ultraschallsensor, dessen Signal ebenfalls mit einer Scanrate von einem Hertz abgespeichert wurde. Der Kraftstoffverbrauch [l/ha] wurde für die Hauptzeit (d. h. ohne Berücksichtigung der Wendezeit) aus den gemessenen Faktoren Kraftstoffverbrauch [l/h] und Arbeitszeitaufwand [h/ha] errechnet.

Tabelle 2: **Bodenbearbeitungssysteme, eingesetzte Geräte und deren Arbeitstiefe/Arbeitsbreite in cm (92 kW/59 kW)**

	Lockerboden-wirtschaft	Direktsaat	Lockerboden-Mulchwirtschaft*	Festboden-Mulchwirtschaft	Integr. Bodenbe-arbeitungssystem*
Pflug	25/160/120	-	-	-	25/160/120
Kreiselegge	5/300/300	-	-	-	5/300/300
Tiefenlockerer	-	-	35/300/-	-	-
Grubber tief	-	-	20/300/220	-	20/300/220
Grubber flach	-	-	-	10/300/220	-
Sämaschine	4/300/300	4/300/300	4/300/300	4/300/300	4/300/300
Grubber (Stop.sturz)	5/300/220	-	5/300/220	5/300/220	5/300/220

*Pflug und Kreiselegge bzw. Tiefenlockerer werden nur jedes vierte Jahr eingesetzt (- viergliedrige Fruchtfolge)

Ergebnisse und Diskussion

Abbildung 1 zeigt den Gesamtkraftstoffverbrauch bei den Arbeitsgängen zu den jeweiligen Bodenbearbeitungssystemen. Die Düngungs-, Pflanzenschutz- oder Erntemaßnahmen wurden nicht berücksichtigt, da diese bei allen Bodenbearbeitungssystemen gleich waren. Beim integrierten Bodenbearbeitungssystem wurden der Pflug und die Kreiselegge jedes vierte Jahr eingesetzt, daher wurde der Kraftstoffverbrauch aliquot berücksichtigt, d. h. ein Viertel des Kraftstoffverbrauchs von Pflug und Kreiselegge und drei Viertel vom Kraftstoffverbrauch der Variante Grubber tief. Bei der Lockerboden-Mulchwirtschaft wird ein Viertel des Kraftstoffverbrauchs des Tiefenlockerers dazugerechnet, da dieser alle vier Jahre zusätzlich eingesetzt wird.

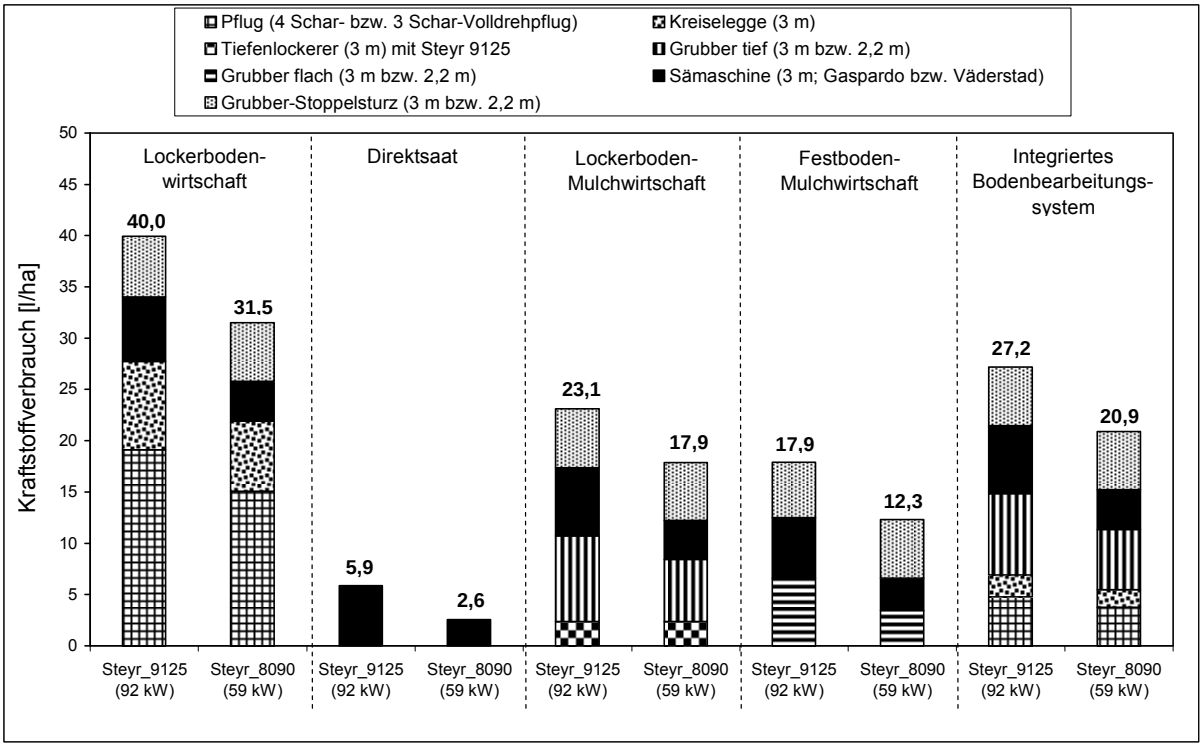


Abbildung 8: **Gemessener Kraftstoffverbrauch [l/ha] bei den Arbeitsgängen der unterschiedlichen Bodenbearbeitungssystemen bei zwei verschiedenen Mechanisierungen für den Anbau von Winterweizen**

In der Bodenbearbeitung, speziell in der Grundbodenbearbeitung, steht der Kraftstoffverbrauch in engen Zusammenhang mit der bewegten Bodenmasse. Wenn beim Pflügen die Arbeitstiefe um 1 cm gesteigert wird, dann kommt es zu einer zusätzlichen Bodenbewegung von 100 m^3 oder 150 t/ha (BOXBERGER & MOITZI, 2008).
Obwohl die Flächenleistungen für die einzelnen Arbeitsgänge zwischen den beiden Traktoren sich nicht wesentlich unterschieden haben, konnte bei der Bewirtschaftung mit dem 59 kW-Traktor eine Kraftstoffeinsparung zwischen 20 und 56 % gegenüber dem 92 kW Traktor gemessen werden. Eine

Erklärung ist, dass bei hoher Motorauslastung der mittlere Kraftstoffverbrauch von ca. 21 l/h beim 92 kW-Traktor auf 14 l/h beim 59 kW-Traktor abnimmt. Anderseits dürfte der höhere spezifische Kraftstoffverbrauch in l/kWh im suboptimalen Motorbetriebspunkt durch den geringeren Leistungsbedarf bei einzelnen Arbeitsgängen (z. B. Grubbern 10 cm) für den Mehrverbrauch beim 92 kW-Traktor verantwortlich sein.

Zusammenfassung

Die angeführten Ergebnisse zeigen einen signifikanten Einfluss des Bodenbearbeitungssystems und der Mechanisierung auf den Kraftstoffverbrauch. Von Bedeutung sind sowohl die Eingriffsintensität und Anzahl der durchgeführten Arbeitsgänge als auch die Art der Mechanisierung.
Durch die Änderung des Bodenbearbeitungssystems – insbesondere der Verzicht auf den Pflug – können Kraftstoffeinsparungen bis 50 % realisiert werden.
Die Leistung des Traktors sollte an die Größe der jeweiligen Geräte angepasst sein um möglichst effizient und kraftstoffsparend die einzelnen Arbeitsgänge durchzuführen.

Abstract

The represented results show, that the tillage system and the mechanisation have a significant influence on the fuel consumption. Important are the intensity of contacts and the number of conducted passes as well as the kind of mechanisation.
By changing the tillage system – especially the abdication of plough – fuel savings can be realised up to 50 %.
The engine performance of the tractor should be adapted to the dimension of the respective equipment to operate the particular passes efficiently and fuel-saving.

Literatur

BOXBERGER J, MOITZI G, 2008: Kraftstoffbedingte CO_2-Emissionen im Ökolandbau und Reduktionspotentiale. In: KTBL-Schrift 472, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), Darmstadt: 35-49.

Adressen der Autoren

[1] Department für Angewandte Pflanzenwissenschaften und Pflanzenbiotechnologie, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Universität für Bodenkultur Wien, Gregor Mendel Straße 33, A-1180 Wien

[2] Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Landtechnik, Universität für Bodenkultur Wien, Peter Jordan Straße 82, A-1190 Wien

[3] Versuchswirtschaft Groß-Enzersdorf, Universität für Bodenkultur Wien, Schloßhofer Straße 31, A-2301 Groß-Enzersdorf

[*] Ansprechpartner: DI Tibor SZALAY, t.szalay@students.boku.ac.at

Vergleich ausgewählter deutscher, österreichischer und ungarischer Winterweizensorten hinsichtlich agronomischer Eigenschaften, Ertrag und Qualität

Comparison of selected German, Austrian and Hungarian winter wheat varieties concerning agronomic characters, yield and quality

Clemens Flamm[1*], Barbara Teizer[1] und Elisabeth Zechner[2]

Einleitung

Der weltweite Klimawandel beeinflusst auch in Zentraleuropa die Landwirtschaft. Besonders im pannonischen Trockengebiet leiden die Kulturarten oft unter Hitze und Trockenstress. Aus diesem Grund wurde das CORNET-Forschungsprojekt "Winter wheat cultivars maintaining high yield under environmental stress (Akronym: Wheat Stress)" im Oktober 2009 initiiert. Die Witterung im Jahr 2010 verhielt sich abweichend zum langjährigen Mittel. In einem Zeitraum von 4 Monaten wurden an drei Standorten Regenmengen gemessen, welche um 54 bis 154 l/m² über dem Normwert lagen. Aus diesem Grund waren kaum Aussagen zur Toleranz der Genotypen gegenüber Trockenheit möglich. Die Sortenergebnisse sind jedoch für andere Fragestellungen nutzbar.

Material und Methoden

Im Jahr 2010 wurde an 3 Standorten in der pannonischen Region Österreichs – Breitstetten (Bez. Gänserndorf), Tattendorf (Bez. Baden) und St. Andrä am Zicksee (Bez. Neusiedl) – 27 Winterweizensorten angebaut. In Breitstetten und Tattendorf wurden die Sorten in zwei Varianten (natürlicher Niederschlag, Zusatzberegnung) getestet. Die Sorten Estevan und Energo wurden über Standardmittel aus benachbarten Versuchen in die Berechnungen einbezogen. Die Auswahl der Genotypen erfolgte durch deutsche, österreichische und ungarische Züchter. Entsprechend der Versuchsfrage achteten diese dabei auf eine weite Streuung hinsichtlich Reifezeit, Wuchshöhe und Qualität. Zur besseren Vergleichbarkeit wurden die österreichischen Sorten nach AGES (2011) sowie die übrigen Sorten nach dem österreichischen Backqualitätsschema 1994 (OBERFORSTER et al. 1994) in drei Gruppen (Qualitätsweizen, Mahlweizen und Sonstige Weizen) eingeteilt. In den Grafiken erfolgte die Darstellung jeder Sorte gemeinsam mit der Fahne jenes Landes, aus dem der Vorschlag für die Nominierung kam. Diese stimmte nur teilweise mit der Zulassung in den jeweiligen Ländern überein. So ist Komarom nur in Ungarn, Tacitus in der Slowakei, Premio in Frankreich und Robigus in Irland, den Niederlanden und Großbritannien registriert. Viele Sorten sind in mehreren Ländern gelistet (KOMMISSION 2010).
Die Versuche wurden als Gitteranlagen mit drei Wiederholungen und Parzellengrößen von 8,0 bis 13,5 m² angelegt. Der Anbau der Winterweizensorten fand zwischen 15. Oktober und 2. November nach Vorfrucht Winterroggen, Sorghum bzw. Kartoffel statt. Die Versuche erhielten 129 bis 140 kg N/ha und wurden einmalig mit dem Fungizid Input (Prothioconazole + Spiroxamine) gegen Abreifekrankheiten behandelt.
Folgende Qualitätsparameter wurden untersucht: Hektolitergewicht (kg, ISO 7971-2), Rohproteingehalt (% T.S., nach Dumas ICC Nr. 167; N x 5,7), Zeleny Sedimentationswert (ml, ICC Nr. 116), Backvolumen (ml/100 g Mehl, Spiralkneter).

Ergebnisse und Diskussion

In den 5 Versuchen zeigte sich, dass die ungarischen Sorten in allen Qualitätsgruppen die frühesten beim Ährenschieben und Blühen waren. Die österreichischen Sorten lagen im Mittelfeld mit Element und Tacitus als früheste und Eurojet als späteste Sorte. Die deutschen beendeten in jeder Qualitätsgruppe das Ährenschieben. Premio lag noch im Mittelfeld, besonders spät waren Hybred und Robigus. Zwischen frühester und spätester Sorte lagen 8 bis 13 Tage.
Die österreichischen Genotypen wiesen meist die größte Wuchshöhe auf. Nur Tiger war ähnlich langhalmig wie Capo. Die ungarischen Sorten GK Békés, GK Petur, GK Kalász und GK Csongrád sowie die deutschen Premio und Robigus zeichneten sich durch eine besonders geringe Halmlänge aus.

Im Kornertrag führten 2010 die Österreicher Estevan und Energo das Qualitätsweizensortiment an, gefolgt von Tiger und Komarom. GK Békés, Exklusiv und GK Kalász konnten mit den übrigen ertraglich nicht mithalten. Bei den Mahlweizen brachten die deutschen Sorten JB Asano und Hybred, gefolgt von Eurofit und Pegassos die höchsten Erträge. Tacitus und GK Fény waren an die Bedingungen des Vorjahres weniger angepasst. Die höchsten Erträge brachten die Futterweizen Hyland und Robigus. GK Csongrád war von diesen Höchstleistungen weit abgeschlagen.

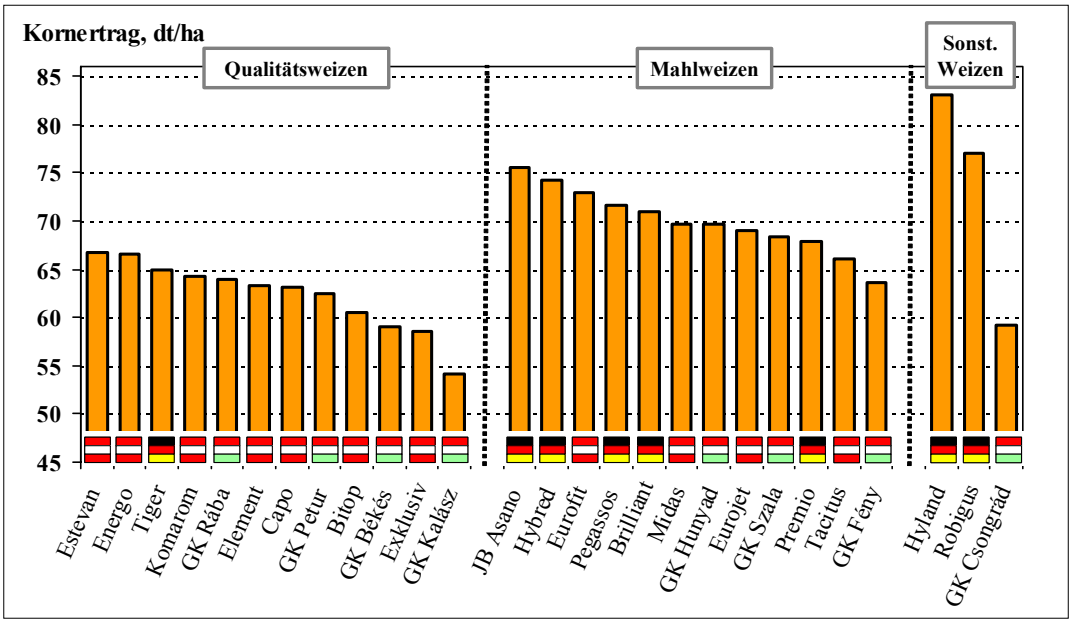


Abbildung 1: **Kornertrag bei Winterweizen, ausgewählte Genotypen aus Deutschland, Österreich und Ungarn (Mittel von 5 Versuchen 2010)**

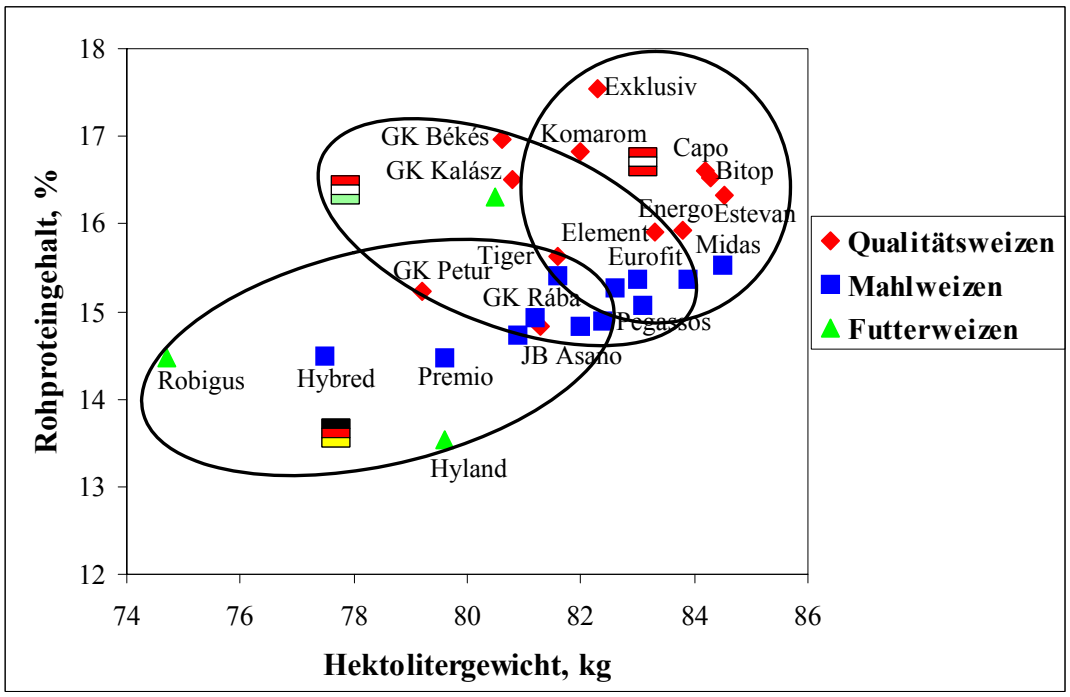


Abbildung 2: **Hektolitergewicht und Proteingehalt bei Winterweizen, ausgewählte Genotypen aus Deutschland, Österreich und Ungarn (Mittel von 4 bzw. 3 Versuchen 2010)**

Die österreichischen Sorten lagen beim Hektolitergewicht und Rohproteingehalt an der Spitze. Exklusiv zeichnete sich durch den höchsten Proteingehalt aus; Capo, Bitop und Estevan hatten die günstigste Kombination beider Merkmale. Die ungarischen Sorten GK Békés und GK Kalász wiesen ebenfalls

hohe Proteinwerte auf, waren jedoch im Hektolitergewicht um 1 bis 3 kg niedriger. Die deutschen Sorten brachten in beiden Merkmalen geringere Werte. Bezüglich Sedimentationswert und Backvolumen zeigte sich unter den Qualitätsweizen ein ähnliches Bild. In zwei Versuchen erreichten Komarom, GK Békés und Capo ein maximales Backvolumen. Die höchsten Sedimentationswerte wiesen Energo, Estevan, Bitop, Capo und Exklusiv auf. Die niedrigsten Volumenausbeuten lieferten erwartungsgemäß die Futterweizen Hyland, Robigus und GK Csongrád.

Zusammenfassung

In fünf Versuchen im Jahre 2010 im pannonischen Trockengebiet Österreichs zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen 27 ausgewählten deutschen, österreichischen und ungarischen Weizensorten. Die ungarischen Sorten fielen durch ein frühes Ährenschieben und die frühe Reife auf. Die österreichischen lagen in der Mitte. Die deutschen Sorten reiften mehrheitlich später ab. Ertraglich führten die österreichischen Sorten innerhalb der Qualitätsweizen das Sortiment an. Bei den Mahl- und Futterweizen bestachen die deutschen Sorten mit hohen Erträgen. Qualitativ brachten die österreichischen Züchtungen die besten Kombinationen der einzelnen Merkmale sowie die höchsten Werte im Hektolitergewicht, Proteingehalt, Sedimentationswert und Backvolumen. Einzelne ungarische Sorten wiesen ebenfalls hohe Proteinwerte und gute Gebäckausbeuten auf.

Abstract

In 2010 five trials in the Austrian pannonic region showed significant differences between 27 selected Austrian, German und Hungarian winter wheat varieties. The Hungarian varieties were characterized by an early heading and ripening date. The Austrian ones were in the midfield. In contrast the German varieties were mostly ripening relatively late. Regarding the high quality wheat Austrian varieties spearheaded the assortment in the yield. Within the medium and low quality wheat the German varieties were the best. Austrian breedings brought qualitatively the best combinations of the different characters as well as the highest values of hectolitre weight, protein content, Zeleny sedimentation value and baking volume. Some Hungarian genotypes reached high protein content and good baking volumes, too.

Literatur

AGES (Hrsg.), 2011: Österreichische Beschreibende Sortenliste 2011 Landwirtschaftliche Pflanzenarten. Schriftenreihe 21/2011, ISSN 1560-635X.

OBERFORSTER M, SCHMIDT L, WERTEKER M, 1994: Bewertungsschema `94 der technologischen Qualität von Weizensorten (Weichweizen). Jahrbuch 1993, 257-280. Bundesanstalt für Pflanzenbau, Wien.

KOMMISSION (Hrsg.), 2010: Gemeinsamer Sortenkatalog für landwirtschaftliche Pflanzenarten – 29. Gesamtausgabe. Amtsblatt der Europäischen Union. 2010/C 337 A/01. 14. Dezember 2010.

Adressen der Autoren

[1] Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Sortenwesen, Spargelfeldstraße 191, A-1220 Wien

[2] Saatzucht Edelhof, Edelhof 1, A-3910 Zwettl

[*] Ansprechpartner: DI Clemens FLAMM, clemens.flamm@ages.at

Zuchtfortschritt bei Winterkörnerraps

Breeding progress in winter oil seed rape

Klemens Mechtler

Einleitung

Seit Einführung der Öl- und Eiweißfrüchte anfang der 1980-iger Jahre in die landwirtschaftliche Praxis konnte Winterkörnerraps eine relevante Anbauausdehnung erreichen und behaupten. Von anfänglich einigen Tausenden Hektar wird Winterkörnerraps mittlerweile auf etwa 50.000 bis 55.000 ha kultiviert und ist damit die flächenmäßig bedeutendste Kulturart unter den „Alternativen". Mit der Flächenausweitung nahm ebenso die Sortenentwicklung und -listung mit aktuell 30 im Vergleich zu vier eingetragenen Sorten vor 30 Jahren einen geradezu fulminanten Verlauf. Angesichts dieser intensiven Züchtungsarbeit ist die Frage nach dem Zuchterfolg in dieser Zeit naheliegend.

Material und Methoden

Datengrundlage: Die Auswertung basiert auf den Ergebnissen der Sortenwertprüfung seit 1981von allen bislang in Österreich gelisteten und bereits wieder gelöschten Sorten. Die Datensätze umfassten somit 53 Liniensorten mit 225 Umwelten und 19 Hybridsorten mit 160 Umwelten. Züchtungen mit reduziertem Wuchs – auch Halbzwerghybriden genannt – sind dabei nicht berücksichtigt. Glucosinolatgehalte wurden durchgängig erst ab 1994 untersucht, wobei die Analysen jeweils an einer jährlich festgelegten Auswahl der Versuchsstandorte erfolgten. Ebenso wurden die Tausendkornmasse, Wuchshöhe und die Lagerneigung nicht immer in allen Versuchen erhoben. Die Versuchsorte lagen im östlichen Trockengebiet, im Alpenvorland sowie im Mühl- und Waldviertel. In den 90-iger Jahre gab es auch Versuche im Südosten Österreichs.
Versuchsanlagen: Die einfaktoriellen, vierfach teilweise auch sechsfach wiederholten Exaktversuche waren je nach Sortimentsumfang als Ungeordneter Block oder Gitteranlage konzipiert. In Jahren mit wüchsiger Herbstwitterung wurden die Versuche bei Bedarf mit fungiziden Wachtumsregulatoren behandelt.
Parameter und Analysenmethodik:
Kornertrag: dt/ha, bezogen auf 9 % Erntefeuchtigkeit
Ölgehalt: % in Trockensubstanz, Soxhlet, ab 2007 Kernresonanzspektroskopie
Ölertrag: dt/ha, auf Trockensubstanzbasis, Kornertrag x Gehalt
Glucosinolatgehalt: µmol/g lufttrockener Saat, HPLC
Tausendkornmasse: g, Wiegung von 2x je 500 Körner bei Raps
Die Datenerhebung zu Wuchshöhe und Lagerneigung erfolgte gemäß den Richtlinien für die Sortenprüfung beschrieben (BFL, 2002).
Berechnung des Züchtungserfolges: Ausgehend von den Sortenmittelwerten in den einzelnen Umwelten wurde das Gesamtsortenmittel aus allen in den Wertprüfungsversuchen zu einer Sorte verfügbaren Ergebnissen in SPSS mit der Prozedur des linearen gemischten Modells als Schätzwert für die genotypische Merkmalsausprägung berechnet. Die Faktoren Jahre und Standorte wurden als zufällig, der Faktor Sorte als fix angenommen. Der jährliche Zuchtfortschritt wurde mittels Regression und Korrelation der mittleren Sortengesamtleistung auf das Jahr der Zulassung (SCHUSTER et al. 1982, STELLING et al., 1994, OBERFORSTER, 1999) ermittelt.

Ergebnisse und Diskussion

Die unterschiedlichen Prüfperioden und der Vergleich der jeweiligen Leistungsentwicklung bedingten eine getrennte Betrachtung von Linien- und Hybridsorten. Bei den Liniensorten stieg der
Kornertrag von knapp 33 dt/ha in 1980 bis 2010 auf etwa 58 dt/ha an, was einem jährlichen Ertragszuwachs von 0,70 dt/ha oder 1,3% bezogen auf das aktuelle Ertragsniveau entspricht. Hybridsorten finden sich erst ab Anfang der 90-iger Jahre in den Rapssortenwertprüfungen. Den Hybriden wurden auch Verbundsorten zugerechnet, wovon es zwei Registrierungen, Cannon VA75 (1995) und Synergy (1996), gab. 1997 wurden mit Artus und Pronto die ersten restaurierten Hybridsorten gelistet. Der Ertragsanstieg verläuft bei den Hybridsorten mit 0,75 dt/ha geringfügig steiler als jener der Liniensor-

ten und das Ertragsniveau liegt insgesamt auch um etwa 3 dt/ha höher. Es gab und gibt aber auch Liniensorten, die das durchschnittlich höhere Ertragsniveau der Hybriden erreichten, so etwa Caracas (2001), Spirit (2002), Casoar (2006) oder Sherlock (2010).
Im Ölgehalt bleiben die Hybriden im Trend um etwa 0,5 abs% unter den Liniensorten. Die jährliche Steigerung beträgt für Linien 0,10 abs% über den gesamten Betrachtungszeitraum. Wohl gab es bereits in den 80-iger Jahren Sorten mit hohem Ölgehalt. Aber auch in der letzten Zeit wurden einige sehr ölhaltige Liniensorten (Komando, Adriana) registriert. Zieht man nun die letzten 15 Jahre im Betracht, so zeigt das Liniensortiment demnach mit etwa 0,13 abs% eine höhere jährliche Steigerungsrate als die Hybridsorten (0,11 abs%). Im Liniensortiment wurde der Ölgehalt in dieser Zeitspanne um 2 abs%, bei den Hybridsorten um 1,5 abs% angehoben. Mit Baldur (2003) und Tenno (2004) waren auch schon bei den Hybridsorten seit längerem höhere Ölgehalte realisiert, die höchsten Ölgehalte werden aber nach wie vor von Liniensorten erreicht. Stellvertretend für die Entwicklung bei den Leistungseigenschafen zeigt Abb.1 den Zuchtfortschritt im Ölertrag, der eigentlichen Zielgröße in der Rapsprodukion.

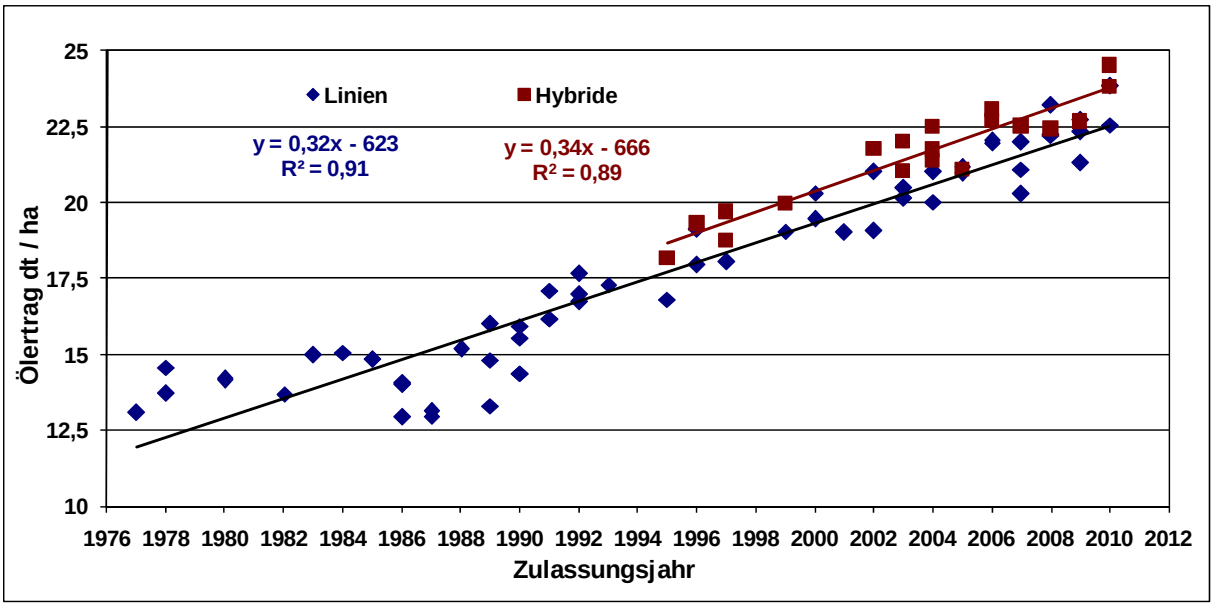


Abbildung 1: **Zuchtfortschritt bei Winterkörnerraps im Ölertrag für Linien- und Hybridsorten**

Die jährlichen, genetisch bedingten Zuwachsraten liegen hier für beide Sortentypen mit 0,32 bzw. 0,34 dt/ha sehr nahe beisammen. Die Mehrleistung der Hybriden gegenüber Linien betrug im Mittel etwa um etwa 5 dt/ha.

Tabelle 1: **Zuchtfortschritt bei Winterkörnerraps, jährliche Veränderung in Ertrags-, Qualitätsparametern und in ausgewählten Anbaueigenschaften**

Merkmale		Liniensorten			Hybridsorten		
	Einheit	R²	b	b rel%	R²	b	b rel%
Kornertrag	(dt/ha)	0,92***	0,70	1,3	0,83***	0,75	1,3
Ölgehalt	(abs%)	0,40***	0,10	-	0,56***	0,11	-
Ölertrag	(dt/ha)	0,91***	0,32	1,4	0,89***	0,34	1,4
Glucosinolate	(µmol/g)	0,002	0,028	-	0,007	-0,057	-
Tausendkornmasse	(g)	0,024	0,003	-	0,095	-0,021	-
Wuchshöhe	(cm)	0,002	0,025	-	0,134	0,390	-
Lagerung	(Bonitunoten 1-9)	0,114*	-0,017	-	0,002	0,004	-

Der Glucosinolatgehalt erlangte mit der Einführung der 00-Qualität große Bedeutung. Für beide Sortentypen gab es keine wesentlichen Veränderungen im Glucosinolatgehalt. Im Hybridsortiment wird wohl eine leichte Gehaltsabsenkung ausgewiesen, die aber statistisch nicht abgesichert ist. Insgesamt liegen die Sortenmittelwerte kaum über der 18-Mikromol-Marke. Viele Sorten zeigen deutlich niedrigere Gehalte, wobei auch manche frühere Zulassungen schon sehr tiefe Glucosinolatgehalte aufweisen.
Wie in Tab.1 ersichtlich lassen sich bei den Merkmalen Tausendkornmasse, Wuchshöhe, Standfestigkeit und Abreifedatum im Sortimentsdurchschnitt keine relevanten Veränderung feststellen. Es besteht aktuell wohl eine gewisse Variation in diesen Merkmalen, die bei der Sortenwahl durchaus berücksichtigt werden sollte, jedoch ist im Mittel der betrachteten Sorten hier kein eindeutiger Trend erkennbar.

Zusammenfassung

Im Untersuchungszeitraum seit 1981 wurde der jährliche Zuchtfortschritt bei Winterkörnerraps mittels Regression und Korrelation der mittleren Sortenleistungen in den Wertprüfungsversuchen auf das Zulassungsjahr bestimmt. Der jährliche Züchtungserfolg im Kornertrag lag demnach bei 0,70 dt/ha für Linien- und 0,75 dt/ha für Hybridsorten. Im Ölgehalt zeigte sich eine jährliche Zunahme um 0,10 abs% bei den Linien und um 0,11 abs% bei den Hybriden. Der züchterische bedingt jährliche Anstieg im Ölertrag betrug jeweils 0,32 bzw. 0,34 dt/ha. Im Glucosinolatgehalt gab es keine relevanten Veränderungen. Ebenso blieben auch andere agronomische Merkmale wie z.B. Korngröße, Wuchshöhe oder Standfestigkeit im Durchschnitt praktisch unverändert.

Abstract

Over the period since 1981, the annual genetic gain in winter oil seed rape was assessed by regression and correlation of the mean variety performance on the year of registration. This investigation is based on results of Austrian national list trials. The annual breeding success in kernel yield was 70 dt/ha for line varieties and 0.75 dt/ha for hybrids. The oil content showed a genetic annual increase of 0.10 %abs and 0.11 %abs for these variety types, respectively. The yearly breeding progress in oil yield was quantified with 0.32 and 0.34 t/ha. In glucosinolate contents no relevant changes could be detected. The same held true on average of the assortment for other agronomic characteristics such as grain size, plant height and lodging resistance.

Literatur

BFL, 2002: Methoden für Saatgut und Sorten – Richtlinien für die Sortenprüfung. Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Wien

OBERFORSTER, M, 1999: Ergebnisse und Perspektiven der Züchtung auf Standfestigkeit, Krankheitsresistenz und Ertrag bei Gerste und Weizen im Spiegel der österreichischen Wertprüfung 1960-99. In: Bericht über die 50. Arbeitstagung 1999 der Vereinigung österr. Pflanzenzüchter, Gumpenstein, 33-43.

SCHUSTER W, W SCHREINER, H LEONHÄUSEWR und KH ZSCHOCHE, 1982: Über die Ertragssteigerung bei einigen Kulturpflanzen in den letzten 30 Jahren in der Bundesrepublik Deutschland. Z Acker- und Pflanzenbau, 15, 368-387.

STELLING D, E von KITTLITZ, E EBMAYER, O SASS, H JAISER und W LINK, 1994: Erfolge und Perspektiven der züchterischen Verbesserung von Körnererbsen und Ackerbohne in der EU. In: Bericht über die 45. Arbeitstagung 1994 der Vereinigung österr. Pflanzenzüchter, Gumpenstein, 131-147.

Adressen der Autoren

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Sortenwesen, Spargelfeldstraße 191, A-1220 Wien

* Ansprechpartner: DI Klemens MECHTLER, klemens.mechtler@ages.at

Sommergerste im Biolandbau: Sortenvergleich anhand von konventionell und biologisch erzeugtem Saatgut

Spring barley in organic farming: Comparison of cultivars on the basis of conventionally and organically produced seed

Michael Oberforster*, Clemens Flamm und Willibald Prieler

Einleitung

Die seit dem 1. Jänner 2009 geltende Verordnung (EG) Nr. 889/2008 verpflichtet nach den Richtlinien des Biolandbaus wirtschaftende Landwirte zur Verwendung von Biosaatgut. Der Einsatz von konventionell erzeugtem Saatgut ist nur möglich, wenn kein geeignetes Biosaatgut verfügbar ist und eine Kontrollstelle die Genehmigung erteilt hat. Im Rahmen der amtlichen Sortenwertprüfung von Sommergerste erfolgen seit dem Jahr 2002 Versuche auf Bioflächen. Mehrheitlich basieren die Prüfungen auf konventionell ungebeiztem Saatgut. Es erhebt sich die Frage, ob die dabei erzielten Ergebnisse repräsentativ sind.

Material und Methoden

In den Jahren 2009 und 2010 wurden auf Biobetrieben in Niederösterreich (Groß-Enzersdorf, Aspersdorf bei Hollabrunn, Zwettl) und Oberösterreich (Lambach – Stadl-Paura) insgesamt sechs Sommergerstenversuche ausgeführt. Vorfrüchte waren Wintergerste, Winterweizen, Winterdinkel, Kleegras und Sonnenblume. Es handelte sich um Gitteranlagen mit 3- bis 4-facher Wiederholung der Prüfglieder. Die Parzellenfläche variierte von 8,4 bis 10,0 m^2. Von den Sorten Eliseta, Margret und Xanadu stand jeweils konventionell als auch biologisch erzeugtes Saatgut bereit. Das Biosaatgut wies ein Tausendkorngewicht von 37,1 bis 48,5 g (im Mittel 44,4 g), eine Keimfähigkeit von 85 bis 97 % (im Mittel 91 %) und einen Proteingehalt von 9,8 bis 15,3 % (im Mittel 12,1 %) auf. Das konventionelle Saatgut zeigte ein geringes Qualitätsplus beim Tausendkorngewicht (44,5 bis 47,6 g, im Mittel 46,8 g) und der Keimfähigkeit (92 bis 97 %, im Mittel 94 %); jedoch nicht beim Proteingehalt (9,7 bis 13,8 %, im Mittel 11,3 %). Der Anbau erfolgte zwischen 25.3. und 10.4. mit 350 bzw. 400 keimfähigen Körnern/m^2. Erfasst wurden agronomisch relevante Eigenschaften, Parameter der Unkrautkonkurrenz, der Kornertrag und Qualitätsmerkmale.

Ergebnisse und Diskussion

Die Bestände aus Biosaatgut waren aufgrund geringerer Keimdichte und schwächerer Jugendentwicklung teilweise mangelhafter (im Durchschnitt um 0,3 bis 0,4 Boniturnoten) als die konventionellen Saatgutvarianten. Gegen Ende der Bestockung und in der frühen Schossphase war die Bodendeckung von Eliseta und Xanadu in der Variante Biosaatgut um 4 bis 7 % niedriger. Die Ähren wurden knapp einen Tag später geschoben (BBCH 59). Weiters waren die Bestände der Variante Biosaatgut etwas mehr (im Mittel um 0,5 Noten) von Netzflecken (*Pyrenophora teres*) infiziert. Vereinzelt wurden mit Flugbrand (*Ustilago nuda*) oder Streifenkrankheit (*Pyrenophora graminea*) befallene Pflanzen festgestellt. Die mehrheitlich Stickstoff zehrenden Vorfrüchte wirkten sich negativ auf das allgemeine Ertragsniveau (im Mittel 32,6 dt/ha) aus. Die Variante Biosaatgut leistete im Mittel um 1,5 dt/ha bzw. 3 % weniger als die konventionellen Herkünfte (n=18). Allerdings reagierten die Sorten verschieden: Eliseta fiel durchschnittlich um 2,1 dt/ha bzw. 6 % und Xanadu um 1,5 dt/ha bzw. 5 % ab (n=6). Das Ertragsminus ist vor allem auf die verminderte Bestandesdichte (bei Xanadu durchschnittlich -80 Ähren/m^2, n=4) zurückzuführen. Bei den beiden Sorten wurden um 486 Körner/m^2 weniger geerntet (n=12). In der Biosaatgutvariante war der Ausputzanteil (Sortierfraktion <2,2 mm) um 3,4 % höher und das Hektolitergewicht um 0,6 kg niedriger; der Proteingehalt veränderte sich kaum. Dagegen zeigten die Bestände der Sorte Margret keine relevanten Differenzen zwischen den Saatgutherkünften; auch Kornertrag und -qualität waren nahezu identisch.

Im Sortenzulassungsverfahren werden die Reaktionen von Genotypen auf Umweltwirkungen sowie erblich bedingte Unterschiede quantitativ erfasst. Im Saatgut ist die genotypische Komponente jedoch stets mit der nicht erblichen Qualität des Saatgutes verquickt (POLLMER 1964/65). Ein variierender

Saatgutwert der Prüfglieder stört die Aussagekraft der Ergebnisse. Kleinkörniges, proteinarmes oder mit Krankheiten belastetes Saatgut kann sich in einer schwächeren Wüchsigkeit der Keimpflanzen äußern (RAUBER 1989). Nicht immer sind diese anfänglichen Nachteile während der weiteren Vegetationsperiode kompensierbar (HEYLAND und MEER 1992).

Tabelle 1: **Sommergerste 2009 bis 2010 – Agronomische Merkmale, Kornertrag, Ertragsstruktur und Qualität von konventionellen und biologischen Saatgutherkünften (6 Versuche, Mittel aus den Sorten Eliseta, Margret und Xanadu)**

Merkmal	Versuche bzw. Ergebnisse	Konventionelles Saatgut	Biologisches Saatgut
Ährenschieben (BBCH 59), Datum	6	11. Juni	11. Juni
Wuchshöhe, cm	6	64	64
Deckungsgrad (BBCH 32), Fl.-%	3	69	65
Halmknicken, Bonitur 1-9[1)]	4	3,6	3,4
Mehltau, Bonitur 1-9[1)]	7	2,3	2,3
Zwergrost, Bonitur 1-9[1)]	2	4,5	4,7
Netzflecken, Bonitur 1-9[1)]	2	3,3	3,7
Kornertrag, dt/ha	6	33,1	32,0
Vollgerstenertrag, dt/ha	6	26,2	24,6
Bestandesdichte, Ähren/m^2	4	554	527
Kornzahl/Ähre	4	15,9	16,4
Tausendkorngewicht (86 % TS.), g	6	37,8	37,9
Korndichte (Geerntete Körner/m^2)	6	8.709	8.384
Hektolitergewicht, kg	6	65,7	65,4
Vollgerstenanteil (>2,5 mm), Gew.-%	6	76,4	73,9
Ausputzanteil (<2,2 mm), Gew.-%	6	5,7	8,0
Rohprotein (N x 6,25), %	6	11,2	11,0

[1)] Skala 1-9: 1 = kein Halmknicken, kein Krankheitsbefall; 9 = sehr starkes Halmknicken, sehr starker Krankheitsbefall

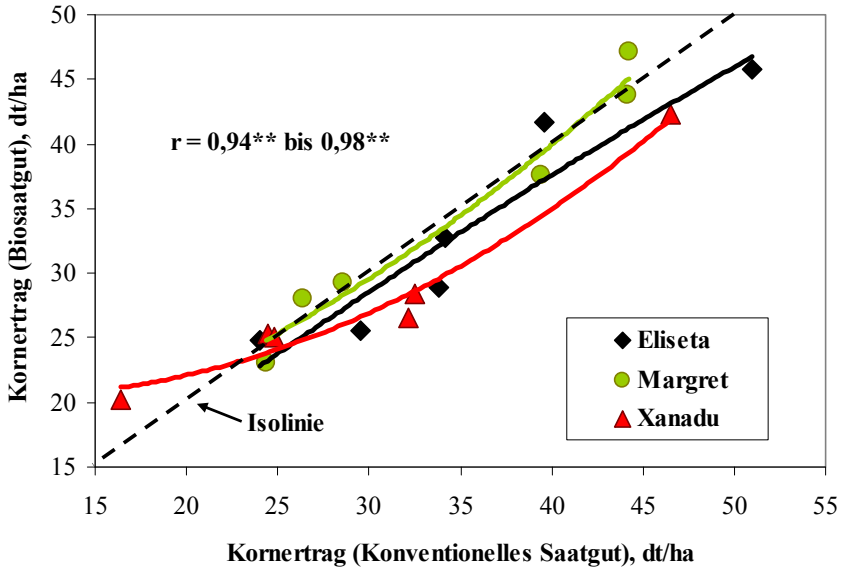


Abbildung 1: **Kornertrag der Sommergerstesorten Eliseta, Margret und Xanadu 2009 bis 2010 – Zusammenhang von konventionellen und biologischen Saatgutherkünften (6 Versuche)**

In einer dreijährigen Versuchsserie mit Sommergerste erzielte MÜLLER (2009) mit Biosaatgut durchschnittlich 95 % des Ertrages konventioneller Saatgutherkünfte. Als Ursachen wurden das bei Biosaatgut tendenziell geringere Tausendkorngewicht, ein niedrigerer Proteingehalt und der vermehrte Pilzbefall genannt. Deswegen regt der Autor an, Ertragszahlen bei Verwendung konventionellen Saatgutes in Bioprüfungen mit einem Malus von 5 % zu versehen. Eine derartige Vorgangsweise erscheint

wegen der heterogenen Ergebnisse problematisch. Im offiziellen Verfahren ist sie zudem aus rechtlichen Gründen nicht anwendbar. Jedoch sollte der Saatgutqualität im Versuchswesen wie auch im praktischen Biolandbau ein hohes Augenmerk zukommen (DIETHART et al. 2009). Es wäre zweckmäßig, Saatgut für die Biosortenprüfung hinsichtlich des Gesundheitszustands (Kontamination mit Netzflecken, Braunfleckigkeit, Flugbrand, Streifenkrankheit, *Fusarium* sp.) vorab zu analysieren. Die Parzelleneinwaage sollte auf einer unter Stressbedingungen ermittelten Keimfähigkeit (beispielsweise bei 10 °C) basieren. Die Verwendung von biologisch erzeugten Saatgutpartien für Bioversuche ist wünschenswert, aber nicht zwingend notwendig.

Zusammenfassung

In den Jahren 2009 und 2010 wurden in Nieder- und Oberösterreich sechs Sommergerstenversuche auf Bioflächen durchgeführt. Von den Sorten Eliseta, Margret und Xanadu wurde jeweils konventionell und biologisch erzeugtes Saatgut eingesetzt. Eliseta und Xanadu (Variante Biosaatgut) bedeckten während der Bestockung und zum Schossen den Boden im Mittel um 4 bis 7 % weniger. Der Kornertrag der Variante Biosaatgut war um 2,1 und 1,5 dt/ha bzw. 6 und 5 % niedriger. Dies war in erster Linie auf die verminderte Bestandesdichte zurückzuführen. Die Sorte Margret zeigte hingegen in beiden Saatgutvarianten keinen relevanten Unterschied bezüglich Ertrag und Qualität. Für Getreideversuche auf Bioflächen ist die Verwendung biologisch erzeugter Saatgutpartien wünschenswert, aber nicht zwingend notwendig. Jedoch sollte der Gesundheit und Triebkraft des Saatgutes hohes Augenmerk gewidmet werden.

Abstract

In the years 2009 and 2010, six trials with spring barley were performed under organic growing conditions in the provinces of Upper and Lower Austria. For the cultivars Eliseta, Margret and Xanadu, both conventionally and organically produced seeds were used in each case. Eliseta and Xanadu from organically grown seed covered the soil on average 4 to 7 % less in the time from tillering to stem elongation. The crop yield from the organically produced seeds was respectively 2.1 and 1.5 $dt \cdot ha^{-1}$ lower, or 6 and 5 % lower. This was caused predominantly by the lower plant density. Concerning the cultivar Margret, neither option of deployed seeds showed any difference in yield and quality. For trials under organic growing conditions the use of organically produced seed lots is desirable but not necessary. However, increased attention should be paid to seed health and vigour of the seeds.

Literatur

DIETHART I, WEINHAPPEL M, HARTL W, 2009: Untersuchung der Qualität von Saatgut sowie der Wurzel- und Sprossentwicklung von Getreidekeimlingen. In: Beiträge zur 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, ETH Zürich, 11.-13. Februar 2009, Bd. 1, 201-204.
HEYLAND KU, MEER ME, 1992: Zur Bedeutung der Saatgutqualität des Weizens für die Sicherheit des Feldaufgangs und die Kompensation von Streßfaktoren an Samen und Keimling unter dem Einfluß unterschiedlicher Nähr- und Wirkstoffapplikationen. Bodenkultur 43, 39-53.
MÜLLER KJ, 2009: Die Bedeutung der Saatgutqualität für Sortenvergleiche mit Sommergerste im ökologischen Landbau. In: Beiträge zur 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, ETH Zürich, 11.-13. Februar 2009, Bd. 1, 244-247.
POLLMER WG, 1964/65: Untersuchungen über den Einfluß des Saatgutwertes auf Entwicklung und Ertrag bei Getreide. Z Acker- und Pflanzenbau 121, 216-234.
RAUBER R, 1989: Ein großes Korn reicht nicht immer. DLG-Mitteilungen 104, 832-833.

Adressen der Autoren

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Sortenwesen, Spargelfeldstraße 191, A-1220 Wien

[*] Ansprechpartner: DI Michael OBERFORSTER, michael.oberforster@ages.at

Stellt der Maisanbau im Biolandbau eine besondere Herausforderung dar?

Is growing of maize a special challenge for organic farming?

Waltraud Hein* und Hermann Waschl

Einleitung

Der biologische Maisanbau stellt eine besondere Herausforderung für Landwirte dar. Zum einen können gleich nach der Saat Probleme mit Vogelfraß auftreten, weil das Saatgut nicht mit Chemikalien behandelt ist, zum anderen ist der Unkrautdruck im humiden Klimagebiet unvergleichlich höher als im Trockengebiet und kann so zum großen Problem im Maisacker werden. Außerdem leiden Maissaatkörner oft unter unwirtlichen Witterungsverhältnissen, wie sie manchmal im Mai herrschen und den raschen Aufgang der Keimlinge hinauszögern. Auf der anderen Seite kann für viehlose Biobetriebe die optimale Nährstoffversorgung ein Problem darstellen, wenn keine organischen Dünger aus dem eigenen Betrieb vorhanden sind, weil gerade der Mais eine entsprechende hohe Nährstoffversorgung benötigt. Trotzdem können auch im Biolandbau absolut hohe Maiserträge sowohl im Silo- als auch im Körnermaisbau erzielt werden.
Aus eigenen Versuchen sind die möglichen Probleme bekannt, über die hier berichtet wird.

Material und Methoden

Jahre, Pflanzenarten: 2005-2010; Silo- und Körnermais
Standorte: Moarhof (Hochalpen), Lambach (oberösterreichisches Alpenvorland)
Versuchsanlage: Exakt-Parzellenversuche, Streifensaat
Sorten: Sortenspektrum früher und mittelfrüher Reifezahlen

Ergebnisse und Diskussion

Bei den bisher in biologischer Wirtschaftsweise durchgeführten Versuchen mit Mais an den beiden Standorten Lambach und Moarhof traten in den Jahren 2005 bis 2010 alle nur denkbaren Probleme auf, mit denen Biobauern im humiden Klimagebiet rechnen müssen. Im Jahr 2005 gelang der Maisversuch in Lambach mit einer Kleeuntersaat sehr gut; hingegen war der Versuch am Moarhof wegen des massiven Unkrautdruckes von vornherein zum Scheitern verurteilt. Daher wurde auf diesem langjährig als Acker geführten Schlag Kleegras eingesät, um das Unkrautproblem nach der Umstellung in den Griff zu bekommen. Im Rahmen der Fruchtfolge wechselte die Maisfläche auf einen anderen Acker, ganz in Hofnähe. Dort gab es beim Sortenversuch massiven Vogelfraß durch Krähen, weshalb der gesamte Versuch Mitte Mai nochmals neu angesät werden musste. Wegen der schlechten Verfügbarkeit von biologischem Saatgut standen nur mehr mittelfrühe Sorten zur Verfügung, was angesichts des späten Anbautermines zu sehr bescheidenen Erträgen führte. Im Jahr 2008 wurde ein Spezialversuch mit eigens im Biolandbau erlaubten Beizmitteln am Moarhof durchgeführt; allerdings blieb wegen massivem Vogelfraß kein einziger Keimling auf dem gesamten Acker übrig. Der im Jahr 2009 zu Wiederholungszwecken durchgeführte abgewandelte Beizversuch brachte wieder keine verwertbaren Ergebnisse, weil sich kein Schadvogel in der Nähe des Versuchsschlages zeigte. Bei dem im Jahr 2010 angebauten Versuch am Moarhof war wieder starker Vogelfraß durch Krähen zu beobachten, wobei einzig jene Varianten deutlich besser abgeschnitten haben, welche gleich nach der Saat angehäufelt wurden.
In Lambach wurde erst wieder im Jahr 2009 Mais angebaut, der zunächst an Nährstoffmangel litt, in weiterer Folge mit Unkraut zu kämpfen hatte. Allerdings kam es gar nicht bis zur Ernte, weil ein schwerer Hagelschlag Anfang Juli den gesamten Pflanzenbestand vernichtete. Im Jahr 2010 wurden mehrere Maisversuche in Lambach angelegt, mit einem sehr breit gestreuten Sortenspektrum. Aus verschiedenen Gründen erfolgte der Anbau erst in der zweiten Maidekade. Die überaus nasse und kalte Witterung bis Ende des Monats verzögerte den Pflanzenaufgang erheblich, währenddessen sich das Unkraut im selben Zeitraum doch ganz passabel entwickeln konnte. Tabelle 1 bringt einen Überblick über die bisher durchgeführten Bio-Versuche mit den dabei aufgetretenen Problemen.

Tabelle 1: **Übersicht über durchgeführte Bio-Maisversuche am Moarhof und in Lambach und dabei aufgetretene Probleme (2005 bis 2010)**

Jahr	Standort	Art d. Nutzung	Versuchsanlage	Zusatzfragen	Probleme
2005	Moarhof	Silomais	Streifensaat		massive Verunkrautung
2005	Lambach	Körnermais	Sortenversuch	Kleegras-Untersaat	keine
2007	Moarhof	Silomais	Sortenversuch	Kleegras-Untersaat	Krähenfraß, Verunkrautung
					2. Aussaat spät; späte Sorten
2008	Moarhof	Silomais	Beizversuch	Sortenfragen	massiver Krähenfraß
2009	Moarhof	Silomais	Sortenversuch	pflanzenbauliche Fragen	keine Schadvögel
					Verunkrautung, Nährstoffmangel
2009	Lambach	Körnermais	Sortenversuch		Verunkrautung, Nährstoffmangel
2010	Moarhof	Silomais	Sortenversuch	pflanzenbauliche Fragen	Krähenfraß, Verunkrautung
2010	Lambach	Körnermais	Sortenversuch	Untersaaten	verzögerter Aufgang wegen Witterung
					Verunkrautung, Nährstoffmangel

Welche pflanzenbauliche Maßnahmen kann der Landwirt dagegen ergreifen? Einige Möglichkeiten dazu werden in Tabelle 2 aufgelistet.

Tabelle 2: **Übersicht über Probleme im Bio-Maisbau und mögliche pflanzenbauliche Gegenmaßnahmen**

Problem	Maßnahmen	Problem	Maßnahmen
Verunkrautung	unkrautfreier Acker	Vogelfraß	Auswahl optimaler Anbauflächen
	Blindstriegeln		Saatgutbeizung mit biotauglichen Mitteln
	Striegeln		größere Saattiefe
	Hacken		Anhäufeln
	Untersaaten		zeitgerechter Anbau
Nährstoffversorgung	entsprechende Vorfrucht	Auflaufkrankheiten	Saat bei optimalen Bedingungen
	organischer Dünger		optimale Sortenwahl

Dass nicht jede Maßnahme zu 100% den gewünschten Erfolg bringt, muss man auch akzeptieren, aber meist führt eine Kombination mehrerer Möglichkeiten zu einer brauchbaren Lösung.

Abbildung 1(links) und 2 (rechts)**: linkes Foto: gelungene Kleegrasuntersaat in Lambach 2005; rechtes Foto: Mais ohne Hacke mit massiver Verunkrautung am Moarhof 2005**

Zusammenfassung

Aus diesen Ausführungen geht hervor, dass der Bio-Maisanbau doch höhere Anforderungen an die Landwirte stellt als der konventionelle. Während im konventionellen Landbau zum einen gebeiztes Saatgut verwendet werden darf, das meist noch zusätzlich mit einem Repellent gegen Vogelfraß versehen ist, kann auch über die entsprechende Versorgung der nährstoffbedürftigen Kultur Mais mit mineralischem Dünger zum jeweiligen Zeitpunkt die optimale Menge an Pflanzennährstoffen gegeben werden. Außerdem kann mittels Herbiziden jede Konkurrenz zu den Maispflanzen entfernt werden,

was der Kulturpflanze Mais sehr gute Startbedingungen verschafft. Ein zusätzliches Problem im Bio-Maisbau stellt der Vogelfraß dar, der je nach Gebiet durch verschiedene Vogelarten verursacht wird. Eine ganz kritische Phase ist jedes Mal die Zeit zwischen Saat und Pflanzenaufgang, wobei dieser Zeitraum möglichst kurz sein sollte. Daher ist es gerade im Biolandbau wichtig, den optimalen Saatzeitpunkt zu wählen, bei dem die Bodentemperatur mindestens 10°C erreicht hat. Die Vorausschau, wie die zukünftige Witterung nach der Saat wird, ist schwierig bis nicht machbar, aber hohe Temperaturen bei genügend Feuchtigkeit lassen Mais innerhalb von wenigen Tagen keimen. Damit ist auch die Zeitspanne geringer, in welcher Vogelfraß stattfinden kann. Eine sehr sorgfältige Auswahl des Ackers kann einer starken Verunkrautung vorbeugen, ebenso der rechtzeitige Einsatz von Pflegemaschinen zum Blindstriegeln, Striegeln und/oder Hacken nach dem Aufgang. Auch die optimale Sortenwahl spielt sicher im Biolandbau eine wichtigere Rolle als im konventionellen Anbau. Nur im Zusammenspiel aller verfügbaren Maßnahmen kann ein Ertrag erzielt werden, der auch ökonomischen Grundsätzen entspricht.

Abstract

You can see that growing maize in organic farming is more difficult for farmers than conventional. Those farmers are allowed to use seeds which are treated with chemicals against funghis and insects as well as against birds. Additionally farmers can use mineral fertilizers given to the optimal moment when the plants need them. With the help of a herbizide all plants can be killed which are in concurrence to maize so the crop has the best conditions. Besides it damage by birds is a great problem in growing maize in organic farming. A critical period is the time between sowing and germination. It should only be a short time that maize can germinate very quickly, therefor the soil temperature shall have 10° C. Because it is difficult to predict the weather in the next weeks the farmer has to choose the best date for sowing. If the temperature is high and if there is enough moisture the seed germinates within a few days. Then is the period for damaging by birds shorter. An important point is the choice of the field where maize is grown in spite of weeds. Maize needs a field without weeds. So the farmer has to use all machines like curry-comb or hoe after germination. As well the choice of the best variety is more important in organic farming than in conventional. If the farmer takes notice of all measures he can get a high yield, even in an economic way.

Literatur

HELLER S, DIERAUER H, 2002: Merkblatt Mais, FIBL Schweiz, 3 pp.

MÜCKE M, MEYERCORDT A, 2011: Öko-Mais – eine anspruchsvolle Kultur. LWK Niedersachsen, Fachbereich Ökologischer Landbau. Unter: http://www.oekolandbau.nrw.de/fachinfo/pflanzenbau/futterbau/mais/lwkns_maerz2011_maisunkraut.php. Abruf vom 05.04.2011.

WELLENBROCK K-H, HERTWIG F, 2006: Silomais im ökologischen Landbau erfordert effektive mechanische Unkrautbekämpfung. Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung, Referat Grünland und Futterwirtschaft, Paulinenaue. Unter: http://www.mil.brandenburg.de/sixcms/media.php/4055/maisunkr.pdf. Abruf vom 04.04.2011.

WUTTE, H., 2002: Mechanische Beikrautregulierung – Striegeln. Bio-Ernte-Austria, Beratungsblatt, 04/2002, 3 pp.

Adressen der Autoren

LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Abteilung Ackerbau, Raumberg 38, A-8952 Irdning

* Ansprechpartner: DI Waltraud HEIN, waltraud.hein@raumberg-gumpenstein.at

Vor- und Nachteile von Gemengen aus Körnerleguminosen und Getreide im Biolandbau

Pros and cons of mixtures of corn-legumes and cereals in organic farming

Waltraud Hein* und Hermann Waschl

Einleitung

Im biologischen Landbau wird immer wieder die Möglichkeit und Sinnhaftigkeit eines Gemengeanbaus von Körnerleguminosen und Getreide diskutiert und geprüft. Außerdem bietet ein Gemengeanbau den Vorteil der höheren Ertragssicherheit und –stabilität. Im Marktfruchtbau werden Gemenge als Alternative zur Reinsaat von Körnerleguminosen angebaut. Bei Winterungen verringert sich das Risiko der Auswinterung durch den Getreide-Gemengepartner, zum anderen liegen die Vorteile der Unkrautunterdrückung durch dichtere Bestände von Gemengen im Vordergrund. Wichtig ist die Wahl von Gemengepartnern, die zur selben Zeit reifen. Außerdem ist bei der Saatstärke darauf zu achten, dass das Mischungsverhältnis beider Gemengepartner zueinander stimmt. Das LFZ Raumberg-Gumpenstein führt seit einigen Jahren Feldversuche mit Gemengen durch, über deren Ergebnisse im Folgenden berichtet wird.

Material und Methoden

Jahre, Pflanzenarten: 2008/09 – 2010/11: Wintergetreide (Gerste, Triticale, Weizen, Hafer)/Wintererbsen, -ackerbohnen und Sommergetreide (Gerste, Hafer)/Sommererbsen, -ackerbohnen
Standorte: Lambach, Pregarten
Versuchsanlage: teilweise Exaktversuche, teilweise Langparzellen
Sorten: unterschiedliche Sorten; die einzelnen Versuche werden in Tabelle1 aufgelistet

Tabelle 1: **Übersicht über Getreide-Leguminosenversuche 2008-2011 an verschiedenen Standorten**

Jahr	Standort	Art der Anlage	Gemengeart	Sorten Getreide	Sorten Leguminosen	Mischungsverhältnis
2008/09	Lambach	Exaktversuch	Wintertriticale/Wintererbsen	Triamant	Cherokee, Isard, Picar	80:40
2008/09	Pregarten	Exaktversuch	Wintertriticale/Wintererbsen	Triamant	Cherokee, Isard, Picar	80:40
2009	Lambach	Exaktversuch	Sommergerste/Erbsen	Danuta, Elfina,Felicitas	Natura	50:50, 70:30, 30:70
2009	Lambach	Exaktversuch	Sommerhafer/Ackerbohnen	Dalimil, Typhon	Alexia	50:50, 70:30, 30:70
2009/10	Lambach	Langparzellen	Wintergerste/Wintererbsen	Virgo	EFB 33, Picar	30:70, 50:50, 70:30
2009/10	Lambach	Langparzellen	Wintertriticale/Wintererbsen	Triamant	EFB 33, Picar	30:70, 50:50, 70:30
2009/10	Lambach	Langparzellen	Winterweizen/Winterackerbohnen	Capo	Hiverna, Lilly	30:70, 50:50, 70:30
2010/11	Pregarten	Exaktversuch	Wintertriticale/Wintererbsen	Triamant	EFB 33, Picar	60:60, 40:80, 20:100
2010/11	Lambach	Langparzellen	Winterhafer/Wintererbsen	Wiland	EFB 33, Picar	60:60, 40:80, 20:100
2010/11	Lambach	Langparzellen	Wintertriticale/Wintererbsen	Triamant	EFB 33, Picar	60:60, 40:80, 20:100
2010/11	Lambach	Langparzellen	Winterweizen/Winterackerbohnen	Antonius	Hiverna, Lilly	60:60, 40:80, 20:100

Ergebnisse und Diskussion

Die ersten Versuche im Jahr 2008/09 mit einem Mischungsverhältnis von 80% Getreide zu 40% Wintererbsen zeigten einen viel zu geringen Erbsenbesatz, wobei die beiden Sorten Cherokee und Isard wegen ihrer Kleinwüchsigkeit grundsätzlich keine Chance gegen die Triticalepflanzen hatten. Außerdem waren die beiden Erbsensorten rund drei Wochen vor dem Triticale druschreif, weshalb diese Sorten per Hand geerntet und am Stand gedroschen wurden. Dazu kam ein Befall der Wintererbsen mit *Phytium ssp.,* was teilweise zu einem völligen Verschwinden der Erbsenpflanzen führte. Schlussendlich blieb von den ersten beiden Versuchen nur jener aus Pregarten übrig, weil ein schwerer Hagelschlag im Sommer 2009 den Versuch in Lambach total vernichtete. Daher liegen auch von den beiden Versuchen mit Sommerungen in Lambach aus dem Jahr 2009 keine Ergebnisse vor.
Ein weiterer Versuch wurde im Herbst 2009 in Langparzellen in Lambach angelegt, dieses Mal mit mehreren Getreidearten und Mischungsverhältnissen. Bei diesem Versuch wurden beide Gemengepartner zu je 30, 50 und 70% berücksichtigt, wobei der andere Partner auf 100% ergänzte. Auch bei diesem Versuch zeigte sich wieder ein massiver Befall mit *Phytium ssp.*, was mit einer zu frühen Aus-

saat der Körnerleguminosen zusammen hängen dürfte. Zur Ernte gelangten alle Varianten mit Ausnahme der Reinsaaten der beiden Winterackerbohnen, wobei diese Parzellen ohnehin durch den sehr schwachen Pflanzenbestand stark verunkrautet waren. Allerdings erwies sich die Sorte Hiverna als wesentlich robuster als die Sorte Lilly. Das Mischungsverhältnis beeinflusste die Anzahl der Leguminosenpflanzen kaum. Tabelle 2 bringt die Ergebnisse aus diesem Versuch.

Tabelle 2: **Korn- und Rohproteinerträge, Rohproteingehalte und Pflanzenzahl/m² des Versuches 2009/10 in Lambach**

Varianten	KOER dt/ha	KOER rel%	RPG% g/kg TM	RPER kg/ha	RPER rel%	Pflanzen/m² 13.07.2010
VIRGO	45,40	113,5	114,4	519,38	108,6	289
TRIAMANT	49,08	122,7	99,0	485,89	101,6	220
CAPO	51,75	129,4	125,8	651,02	136,1	268
EFB 33: VIRGO 30:70	47,60	119,0	111,6	531,22	111,1	2/303
EFB 33: VIRGO 50:50	39,63	99,1	118,7	470,41	98,4	0/285
EFB 33: VIRGO 70:30	36,53	91,3	123,3	450,41	94,2	2/282
PICAR : VIRGO 30:70	43,10	107,8	112,2	483,58	101,1	0/258
PICAR : VIRGO 50:50	41,78	104,5	111,1	464,18	97,1	3/360
PICAR: VIRGO 70:30	36,28	90,7	123,1	446,61	93,4	1/362
EFB 33: TRIAMANT 30:70	49,20	123,0	104,4	513,65	107,4	1/249
EFB 33: TRIAMANT 50:50	41,15	102,9	110,0	452,65	94,7	1/194
EFB 33: TRIAMANT 70:30	32,70	81,8	112,8	368,86	77,1	4/171
PICAR : TRIAMANT 30:70	50,18	125,5	108,8	545,96	114,2	2/217
PICAR : TRIAMANT 50:50	44,10	110,3	110,2	485,98	101,6	2/189
PICAR : TRIAMANT 70:30	32,73	81,8	118,1	386,54	80,8	3/192
HIVERNA : CAPO 30:70	38,88	97,2	137,4	534,21	111,7	1/275
HIVERNA : CAPO 50:50	34,08	85,2	141,4	481,89	100,8	4/241
HIVERNA : CAPO 70:30	26,10	65,3	146,6	382,63	80,0	4/172
LILLY : CAPO 30:70	39,93	99,8	136,9	546,64	114,3	3/252
LILLY : CAPO 50:50	33,65	84,1	139,1	468,07	97,9	2/215
LILLY : CAPO 70:30	26,00	65,0	143,5	373,10	78,0	1/165
Versuchsmittel	39,99	100	121,4	478,23	100	
EFB 33 (nicht f. MW)	4,450		236,4	105,2		
PICAR (nicht f. MW)	3,025		226,9	68,64		

Wie aus dieser Tabelle hervorgeht, fallen die beiden Erbsensorten in ihrem Kornertrag gegenüber den Getreidevarianten stark ab. Den höchsten Kornertrag brachte der Winterweizen in Reinsaat, gefolgt von den beiden Varianten mit Triticale, bei denen das Getreide zu 70% vertreten war. Was sich ganz deutlich zeigt, ist der Rückgang des Kornertrages mit abnehmendem Getreideanteil am Gemenge. Genau umgekehrt verhält es sich mit dem Rohproteingehalt, welcher mit steigendem Leguminosenanteil gering ansteigt.

Abbildungen 1-3: **Versuch in Lambach 2009/10 im zeitigen Frühjahr (links) und Ende Juni (Mitte, rechts)**

Die im Herbst 2010 angelegten Versuche mit Getreide und Körnerleguminosen haben den Winter bis auf wenige Ausnahmen gut überstanden, allerdings ist in Lambach der Winterhafer sehr stark ausgewintert, was am späten Aussaattermin liegen dürfte. Somit werden alle Varianten in Kombination mit Winterhafer eliminiert. Hingegen haben die Körnerleguminosen im zeitigen Frühjahr kaum Auswinterungserscheinungen erkennen lassen. Somit lassen diese Versuchsvarianten durchwegs auf gute Kornerträge hoffen.

Zusammenfassung

Aus diesen Ausführungen geht hervor, dass beim Anbau von Getreide-Körnerleguminosen-Gemengen grundsätzlich die Zusammenstellung der richtigen Gemengepartner, was die Wuchshöhe und Reifezeit betrifft, eine wichtige Rolle spielt, ebenso die optimale Saatstärke und passende Mischungsverhältnisse. Sobald ein Gemengepartner zu dominant wird, hat der andere keine Chance auf eine entsprechende Pflanzenentwicklung, wie sich am Beispiel von Triticale/Erbse im Verhältnis von 80:40 gezeigt hat. Wenn es sich dann noch um eine kleinwüchsige Erbsensorte handelt, wird der Spielraum für die Körnerleguminose ganz eng. Außerdem müssen die Erntezeiten beider Partner in einem relativ engen Bereich liegen, damit für den Landwirt kein Mehraufwand entsteht. Die Trennung beider Gemengepartner ist meist ohne großen technischen Aufwand möglich.

Abstract

You can see from these results that growing of cereal-corn-legume-mixtures need two crops which go well together with regard to height and harvest-time. It is very important to choose the optimal seed density and mixture ratio. If one part of the mixture gets to powerfully the other part has no chance to develop such as is demonstrated with triticale and winter-peas in proportion of 80:40. If the peas are of poor height the conditions for them are very bad. It is necessary that the harvest-time of both crops is in a narrow range that the farmer has no additional work. The division of both crops can be done easily without too much technical expense.

Literatur

HOF-KAUTZ C, HOCHMUTH C, SCHMIDTKE K und RAUBER R, 2007: Wirkung des Gemengeanbaus mit Winterkörnerleguminosen sowie der Standraumzuteilung auf Kornertrag und Backqualität von Winterweizen. Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Stuttgart, Band 1.

ÖKOLANDBAU, 2011: Kulturdatenblatt Getreide-Leguminosengemenge. Informationsbroschüre des Institutes für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Universität Göttingen. Unter: http://www.oekolandbau.de/erzeuger/pflanzenbau/koernerleguminosen/kulturdatenblatt, Abruf vom 12.04.2011.

ÖKORING, 2007: Futtergemengeanbau von Getreide mit Wintererbse und Winterackerbohne. Informationsblatt des Versuchs- und Beratungsringes Ökologischer Landbau e.V. Unter: http://www.landberatung.de/fileadmin/user_upload/artikel/Fachartikel_49-Futtergemengeanbau_OEKoring.pdf. Abruf vom 12.04.2011.

Adressen der Autoren

LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Abteilung Ackerbau, Raumberg 38, A-8952 Irdning

* Ansprechpartner: DI Waltraud HEIN, waltraud.hein@raumberg-gumpenstein.at

Miscanthus als Energiepflanze im biologischen Anbau unter alpinen Klimaverhältnissen

Miscanthus as energy crop in organic farming under alpine climatic conditions

Hermann Waschl*, Waltraud Hein und Hannes Rohrer

Einleitung

Die Nachfrage nach nachwachsenden Rohstoffen weltweit ist sehr stark, daher ist auch das Interesse an *Miscanthus sinensis* groß, welches auch „Chinaschilf" oder „Elefantengras" genannt wird. Diese Pflanze stammt aus dem ostasiatischen Raum, zählt zu den C4-Pflanzen und wird seit den 90-ger Jahren in Europa für verschiedene Einsatzbereiche wie Brennstoff, Mulchmaterial, Tiereinstreu, Dämmstoff, Baumaterial oder Kunststoffersatz verwendet.
Obwohl Miscanthus eigentlich das Körnermaisklima bevorzugt, wurde von der Abteilung Ackerbau des Institutes für Biologische Landwirtschaft des LFZ Raumberg-Gumpenstein ein kleiner Feldversuch im Jahr 2006 im Ennstal angelegt. Mittlerweile hat sich der Pflanzenbestand etabliert und es geht darum, die weitere Entwicklung dieser Pflanzen zu beobachten und zu dokumentieren.

Material und Methoden

Jahre, Pflanzenarten: 2006 – 2011, *Miscanthus sinensis*
Standort: Eine biologisch bewirtschaftete Fläche im mittleren Ennstal in der Nähe vom Moarhof
Versuchsanlage: Pflanzung von 250 Setzlingen im Verband
Varianten: Bestandesdichten: 1x1 m; 1,5x1,5 m; 2x2 m

Ergebnisse und Diskussion

Wegen der langen Nutzungsdauer von Miscanthus können Ergebnisse erst nach einigen Jahren vorgelegt werden. Aus dem bisherigen Versuch können mittlerweile schon Erträge seit dem Jahr 2008 präsentiert werden, ebenso wie Beobachtungsdaten und chemische Analysen.
Tabelle 1 bringt eine Übersicht über die bisherigen Trockenmasse-Erträge.

Tabelle 1: **Trockenmasse-Erträge und Trockenmasse-Gehalt von Miscanthus 2008-2011**

	2008		2009		2010		2011	
Variante	**TM-Ertrag** kg/ha	**TM-Gehalt** g/kg FM	**TM-Ertrag** kg/ha	**TM-Gehalt** g/kg FM	**TM-Ertrag** kg/ha	**TM-Gehalt** g/kg FM	**TM-Ertrag** kg/ha	**TM-Gehalt** g/kg FM
Ennsboden								
1x1	6121,14	873,45	8851,0	885,1	15339,6	896	18319	872,33
1,5x1,5	1454,27	898,93	1171,1	890,6	8044,0	896	9337	887,59
2x2	1217,21	907,35	3026,8	864,8	8807,3	898,7	6155	863,21

Aus diesen Ergebnissen ist zu entnehmen, dass die Erträge von Jahr zu Jahre steigen, vor allem in der 1x1 m-Variante. Diese Bestandesdichte wird auch in der Literatur immer wieder als optimaler Pflanzabstand beschrieben, was sich ebenso in der Praxis als richtig erweist. Die anderen Pflanzabstände sind immer noch nicht zusammengewachsen und lassen mehr Unkraut durchkommen als der mittlerweile dichte 1x1 m-Pflanzenbestand.
Die Ernte wurde meist Anfang April, im Jahr 2010 aus Witterungsgründen erst Ende April durchgeführt. In den Jahren 2008 und 2009 erfolgte die Ernte händisch, seit 2010 mit einem reihenlosen Maishäcksler. Das einzige Problem ist die Lagerung des Pflanzenbestandes nach dem Winter durch Schneedruck. Sofern im Herbst beim ersten Schneefall die Blätter schon abgestorben sind, kommt es selten zu Lagerung, allerdings sind bei einem frühen Wintereinbruch die Blätter oft noch grün und

somit stark lagerungsgefährdet. Natürlich sind lagernde Bestände für eine maschinelle Ernte wenig geeignet, weil diese Pflanzen schlecht abtrocknen.

Abbildungen 1 bis 4: **Veränderung des Miscanthusbestandes am Versuchsfeld von 2007-2011 (Abb. 1 = Aufwuchs nach dem 1. Winter ganz links, Abb. 2 = 2008, Abb. 3 = 2009, Abb. 4 = Ernte 2011, ganz rechts)**

An weiteren Beobachtungsdaten wurden die jeweilige Wuchshöhe gemessen sowie die Anzahl der Triebe pro Pflanze gezählt. Aus Tabelle 2 gehen diese Erhebungsdaten hervor.

Tabelle 2: **Beobachtungsdaten von den einzelnen Miscanthus-Varianten 2009-2011**

	2009		2010		2011	
Varianten	**Triebe/Pflanze**	**WHOE** cm	**Triebe/Pflanze**	**WHOE** cm	**Triebe/Pflanze**	**WHOE** cm
Ennswiese, 1x1	34	310	34	240	40	281
Ennswiese, 1,5x1,5	24	183	44	200	65	260
Ennswiese, 2x2	29	247	35	210	76	290

Aus dieser Tabelle ist zu sehen, dass die Anzahl der Triebe pro Pflanze allmählich ansteigt, wobei die oben angeführten Zahlen Mittelwerte aus mehreren Einzelpflanzen darstellen. Die Wuchshöhe pendelt sich bei jeder Variante auf einen bestimmten Wert ein, große Veränderungen sind auch in den künftigen Nutzungsjahren nicht mehr zu erwarten.
In Tabelle 3 und 4 werden die bisher durchgeführten Ergebnisse der chemischen Analyse dargestellt.

Tabelle 3: **Inhaltsstoffe der Miscanthus-Varianten nach Weender-Analyse 2008-2010**

Varianten	**RP** g/kg TM	**Rfa** g/kg TM	**Rfe** g/kg TM	**Asche** g/kg TM	**NFE** g/kg TM	**Ca** g/kg TM	**Mg** g/kg TM	**K** g/kg TM	**P** g/kg TM
Ennswiese, 1x1	18,53	567,67	6,01	16,17	401,23	1,34	0,83	3,25	0,27
Ennswiese, 1,5x1,5	21,7	545,6	7,0	19,2	417,0	1,71	0,87	3,98	0,40
Ennswiese, 2x2	20,6	550,83	6,48	18,73	412,43	1,59	0,855	3,775	0,35

Tabelle 4: **Faserfraktionen und Spurenelemente der Miscanthus-Varianten 2008-2010**

Varianten	**NDF** g/kg TM	**ADF** g/kg TM	**ADL** g/kg TM	**Na** mg/kg TM	**Zn** mg/kg TM	**Mn** mg/kg TM	**Cu** mg/kg TM	**Fe** mg/kg TM
Ennswiese, 1x1	888,37	636,40	131,93	51	9,3	24,3	1,4	113,5
Ennswiese, 1,5x1,5	881,2	617,4	114,6	38	12,1	30,7	1,5	148,1
Ennswiese, 2x2	887,2	630	115,5	32	12,1	30,7	1,5	148,1

Zwischen den einzelnen Varianten bestehen keine großen Unterschiede bei den Inhaltsstoffen, wie man an den Zahlen sieht. Das ist aber nicht verwunderlich, weil es sich bei den Miscanthuspflanzen um Setzlinge derselben Herkunft gehandelt hat.

Zusammenfassung

Aus diesem Versuch im mittleren Ennstal ist zu erkennen, dass sich Miscanthus trotz seiner klimatischen Ansprüche an ein Körnermaisklima im alpinen Klimagebiet etablieren kann. Besonderes Augenmerk muss im ersten Jahr auf eine entsprechende Unkrautbekämpfung gelegt werden, wobei im Pflanzjahr unterschiedliche Pflanzabstände keine Rolle spielen. Danach erweist sich aber in jedem Fall die Pflanzung im Verband 1x1 m als die günstigste Variante, weil alle größeren Pflanzabstände auch im zweiten Jahr noch zu viel Licht durchlassen, was zu einer stärkeren Verunkrautung führt.
Die Ernte wird im zeitigen Frühjahr durchgeführt, am besten mit einem reihenlosen Maishäcksler; der Wassergehalt sollte zu diesem Zeitpunkt nicht mehr als 12-14% betragen. Erschwerend auf die Erntearbeiten wirkt Lagerung der Miscanthuspflanzen, welche durch Schneedruck verursacht wird. Besonders bei einem frühen Wintereinbruch, wenn die Blätter noch nicht durch Frost abgefallen sind, neigen die Pflanzen zur Lagerung, welche sich nur schlecht oder gar nicht mit Maschinen ernten lassen, bzw., wo der Wassergehalt wesentlich höher ist.
Der Trockenmasse-Ertrag ist bei der 1x1 m-Variante in den letzten vier Jahren kontinuierlich gestiegen und liegt derzeit bei mehr als 18000 kg/ha. Grundsätzlich soll eine Nutzung rund 15-18 Jahre möglich sein.

Abstract

With these results we show, that Miscanthus can be grown even under alpine climatic conditions although this crop needs warm temperatures. The most important fact is to protect Miscanthus in the first year from weeds, in the second year it is not more necessary. The best distance for Miscanthus is 1x1 m. This variant has the highest yield after two years. The harvest is taken in early spring when the water content of the plants is 12 to 14%. The dry-matter yield has increased from year to year and is now at 18000 kg/ha. Many authors tell that Miscanthus can be utilized for 15 to 18 years.
Normally the harvest is taken by machines like a maize chopper working without rows. If the plants are lodging because of much snow it is difficult to harvest them by machines. The plants are lodging more if snowfall comes early in autumn when the leaves are still on the stems.

Literatur

FRITZ M und FORMOWITZ B, 2009: Miscanthus: Anbau und Nutzung. Informationen für die Praxis. Berichte aus dem TFZ 19, Straubing, 37 pp.
FRÜHWIRTH P, GRAF A, HUMER M, HUNGER F, KÖPPL H, LIEBHARD P und THUMFAHRT K, 2006: *Miscanthus sinensis „Giganteus"*. Chinaschilf als nachwachsender Rohstoff. Ratgeber der LK Österreich (Hrsg.), Wien.
HEIN W, WASCHL H und ROHRER H, 2010: Ertragspotenzial von Energiepflanzen in alpinen Lagen am Beispiel von Miscanthus. Zwischenbericht zur wissenschaftlichen Tätigkeit, 11 pp.
SCHWEIGER P und STOLZENBURG K, (1994): Anbau von Chinaschilf zur stofflichen und energetischen Verwertung. Informationen für die Pflanzenproduktion, Heft 5/94.

Adressen der Autoren

LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Abteilung Ackerbau, Raumberg 38, A-8952 Irdning

* Ansprechpartner: Ing. Hermann WASCHL, hermann.waschl@raumberg-gumpenstein.at

Möglichkeiten der Reduzierung von Vogelfraß im biologischen Landbau

Possibilities of reducing damages by birds in organic farming

Hermann Waschl* und Waltraud Hein

Einleitung

Vogelfraß an landwirtschaftlichen Kulturen ist in jeder Form für den praktizierenden Landwirt unangenehm, allerdings sind die Probleme im Biolandbau wesentlich größer als im konventionellen Bereich. Gerade der Zeitraum zwischen Saat und Aufgang der Pflanzen ist sehr kritisch, aber genauso auch die Zeit der Reife. Besonders beliebt sind Kulturen, welche in Einzelkornsaat angebaut werden, wie Mais und Sonnenblumen, ebenso sind Wein- und Obstbaukulturen auch stark vom Vogelfraß betroffen, in diesem Fall aber eher Richtung Reife. Die Probleme mit Vogelfraß sind weltweit gegeben; Versuche in Mitteleuropa werden nur wenige durchgeführt. Maßnahmen gegen Vogelfraß können eine optische und akustische Abschreckung sein, wobei die meisten Methoden nur wenig effektiv sind. Außerdem ist meist ein starker Gewöhnungseffekt seitens der Schäden verursachenden Vogelart dabei. Das können Krähen, Tauben, Stare, Fasane, Eichelhäher, Elstern oder viele andere sein. Anstrengungen werden daher von verschiedenen Institutionen unternommen, Methoden und Maßnahmen gegen Vogelfraß zu finden, die von Landwirten einfach und effektiv angewendet werden können. In den vom LFZ Raumberg-Gumpenstein durchgeführten Versuchen handelt es sich um solche im Zeitraum zwischen Saat und Aufgang.

Material und Methoden

Jahre, Pflanzenarten: 2008 – 2010; Mais, Sonnenblumen
Standorte: Lambach und Moarhof (Exaktversuche), Waizenkirchen (OÖ - Praxisversuch)
Versuchsanlage: Exaktversuche: mehrfaktorielle Blockanlagen in vierfacher Wiederholung, Parzellengröße: 10 - 14 m^2; Varianten: im Biolandbau erlaubte Beizmittel, verschiedene Sorten; zusätzlich 2010 am Moarhof: Dammkultur und Untersaaten (Erdklee und Weißklee)
Beizmittel: 2008 bei Mais und Sonnenblumen: Lebensmittelfarbe, Steinmehl, Galle und Zimtöl; 2009 bei Mais: Knoblauchöl, Zimtöl, Lavendelöl und Eukalyptusöl; 2010: nur pflanzenbauliche Maßnahmen: Anhäufeln und Untersaaten
Sorten: Mais 2008: ANGELO (RZ. 290) und PR39F58 (RZ. 320); Mais 2009: COXXIMO (RZ. 230), FUXXOL (RZ. 240), DON CARLO (RZ. 250), ANGELO (RZ. 290); Mais 2010: DON CARLO und NK FALKONE (beide RZ. 250); Sonnenblumen 2008: NK DELFI, ALZAN, PR63A82, ALEXANDRA, PACIFIC

Ergebnisse und Diskussion

An Ergebnissen liegen aus den bisher durchgeführten Versuchen noch keine definitiv verwertbaren vor. Im Jahr 2008 am Versuchsstandort Moarhof wurden alle Varianten gleichmäßig von Schadvögeln geschädigt, und zwar handelte es sich hier um Krähen. Das etwas exponiert gelegene Versuchsfeld (außerhalb des Sichtbereiches vom Moarhof, direkt neben dem Waldrand) erwies sich als idealer Aufenthaltsort für die Krähen, welche alle Pflanzen auf der 4000 m² großen Fläche im Zeitraum zwischen Saat und Aufgang auspickten. Hier konnten absolut keine Unterschiede zwischen Sorten und Varianten erfasst werden. Aus den gefundenen Spuren war zu schließen, dass die Krähen systematisch in der Reihe Legestelle für Legestelle aufgesucht und ausgepickt haben.
Beim Sonnenblumenversuch des Jahres 2008 in Lambach wiederum waren keine Schadvögel zu sehen, weshalb auch von diesem Standort keine Ergebnisse gewonnen werden konnten.
Beim Praxisversuch mit Mais im Jahr 2008 in Waizenkirchen wurden dieselben Beizvarianten wie am Moarhof verwendet; dort war im Jahr zuvor großer Schaden durch die eigenen Haustauben sowie Fasane entstanden. Der Anbau erfolgte durch den Landwirt selbst, die Beizvarianten waren in Form eines Streifenversuches angelegt. Eine Zählung der Pflanzen im Stadium Jugendentwicklung brachte folgendes Ergebnis:

Tabelle 1: **Pflanzenzahl/ha bei Praxisversuch in Waizenkirchen zum Zeitpunkt der Jugendentwicklung im Jahr 2008**

	Pflanzenzahl/ha	
	Beizvarianten	Vergleich ohne Beizen
Nullvariante 1	103401	100000
Nullvariante 2	114966	104082
Zimtöl	96979	110204
Galle	106803	95918
Steinmehl	117007	118367
Lebensmittelfarbe	108163	112245

Die Unterschiede zwischen den einzelnen Beizvarianten wurden auf jeweils 10 Laufmetern in dreifacher Wiederholung festgestellt. Die beiden Nullvarianten ergaben sich aus der Sätechnik, weil eine sechsreihige Sämaschine zur Verfügung stand. Dabei wurden vier Säkästen mit den Beizvarianten befüllt, die beiden restlichen mit nicht behandeltem Saatgut. Für statistisch gesicherte Ergebnisse hätte man einen Exaktversuch anlegen müssen. Hier erscheint auf den ersten Blick die Gallebehandlung als für die Vögel am ungünstigsten, was wahrscheinlich auf Tauben und Fasane zutrifft, auf Krähen sicher nicht. Im Gegensatz dazu müsste man meinen, dass Zimtöl auf die Vögel anziehend gewirkt hat, weil bei dieser Variante die Beizung die geringere Pflanzenzahl ergeben hat. Was hier völlig außer Acht geblieben ist, sind Fehlstellen durch die Maschine, bzw. schlechte oder nicht erfolgte Keimung.
Im Jahr 2009 wurden alle angegebenen Varianten beim Maisversuch am Moarhof angelegt, allerdings waren in der kritischen Phase zwischen Saat und Aufgang keine Schadvögel zu sehen. Somit konnten aus diesem Versuch wieder keine Ergebnisse gewonnen werden. Um dennoch Aussagen zum Thema Vogelfraß machen zu können, wurden im Jahr 2010 pflanzenbauliche Maßnahmen getestet. Dazu zählten das Anhäufeln der Maisreihen nach dem Legen und zwei verschiedene Untersaaten. Durch das kalte Frühjahr dauerte der Pflanzenaufgang extrem lange, was zu massivem Vogelfraß führte. Die einzigen Varianten, die davon stärker verschont blieben, waren die gehäufelten. Das lässt den Schluss zu, dass die Dämme einerseits die Saatkörner vor Vogelfraß schützen, andererseits sich der Zeitraum zwischen Saat und Aufgang verlängert. Von den beiden Untersaaten Erdklee und Weissklee konnte sich keine wirklich etablieren.

Abbildung 1: ***mit Lebensmittelfarbe gebeiztes Saatgut***

Abbildung 2: ***Keimling ausgezogen***

Weil zu diesem Thema nach wie vor Fragen offen sind, wurde ein weiterführendes Projekt beantragt.

Zusammenfassung

Aus den bisher zum Thema Vogelfraß durchgeführten Versuchen geht klar hervor, dass es nicht gerade einfach ist, Ergebnisse zu gewinnen, die man an Berater und Landwirte direkt als Empfehlung weitergeben kann. Die in den Jahren 2008-2010 durchgeführten Versuche brachten weder am Moarhof noch in Lambach verwertbare Ergebnisse, weil entweder alle Varianten dem Vogelfraß zum Opfer gefallen oder keine Vögel im Zeitraum zwischen Saat und Aufgang am Versuchsfeld aufgetaucht sind. Somit konnten weder bei den Versuchen mit Mais am Moarhof noch mit Sonnenblumen in Lambach Erkenntnisse über bei Vögeln besonders beliebte oder unbeliebte Beizvarianten gewonnen werden. Bei dem im Jahr 2008 zusätzlich durchgeführten Praxisversuch mit Mais in Waizenkirchen wurde zwar eine Zählung der Pflanzenzahl/ha vorgenommen; auf Grund der Maschinensaat konnten im Jugendstadium keine Rückschlüsse mehr auf sämaschinenbedingte Fehlstellen gezogen werden.

Abstract

From the field trials which were carried out in the years 2008 till 2010 against damage of birds we saw that it is not easy to get results for farmers and advisers. The field trials at Moarhof with different treatments which are allowed in organic farming with maize did not work because either the birds destroyed all variants in the same way or there was no loss by birds. The most critical time is the interval between sowing and germination. In the year 2008 all variants were eaten by birds within a few days at the Moarhof. In Lambach the variants with sunflowers were not damaged because no bird came. Additionally we carried out a field trial at Waizenkirchen at a farm with the same variants like in Lambach with maize. We counted the plants per hectare but we could not find out the best variant against the birds.
In the year 2009 similar variants were grown at the Moarhof with maize but in this year no bird came to the experimental field. Therefore in 2010 a new field trail was carried out with technical measures like undersown crops or hoeing of the seed rows that the birds cannot reach the corn so easily. Only the hoed variant was a real protection against the birds' damage.

Literatur

GATTERMAYR M, 2009: Evaluierung der Vergrämung von Saatkrähen (*Corvus frugilegus*) mit Hilfe von Beizvögeln. Masterarbeit der Universität für Bodenkultur, Institut für Wildbiologie und Jagdwirtschaft, 45 pp.
GEMMEKE H, 1999: Untersuchungen über die abschreckende Wirkung von gefärbtem Saatgut auf Vögel. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, 51, 114-118.
HEIN W, WASCHL H, 2011: Abschlussbericht zur wissenschaftlichen Tätigkeit „Möglichkeiten der Bekämpfung von Vogelfraß in unterschiedlichen Ackerkulturen im Biolandbau" vom 31.01.2011.
KRANZLER A, 2009: Wenn Krähen zur Plage werden. Bio-Austria Fachzeitschrift für Landwirtschaft und Ökologie, 1, 33-37.
SCHÖBER-BUTIN B, GARBE V, BARTELS G, 1999: Farbatlas Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
VERDORFER R, KRANZLER A, 2007: Schwerpunktthema Vogelfraß bei Mais, Sonnenblumen und Körnerleguminosen. Beraterbroschüre zum Bionet-Projekt, Version 1/2007, 14 pp.

Adressen der Autoren

LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Abteilung Ackerbau, Raumberg 38, A-8952 Irdning

* Ansprechpartner: Ing. Hermann WASCHL, hermann.waschl@raumberg-gumpenstein.at

Real-time PCR zur Tierarten-Differenzierung von mikrodissektierten Partikeln

Real-time PCR for Differentiation of Species of microdissected Particles

Sonja Haider [1*], Ulrike-Susanne Gruber [1], Gabriele Spadinger[2] und Roland Weiss[2]

Einleitung

Einer Lockerung der Verordnung 999/2001 (Verordnung EG 956/2008) [1] erlaubt die Verfütterung von Fischmehl enthaltenden Milchausstauschfuttermitteln an nicht abgesetzte Jungwiederkäuer. Ebenfalls wird von Seiten der EU Kommission erwogen, dass das Verfütterungsverbot von prozessierten tierischen Proteinen an Nichtwiederkäuer geändert wird, welches auf einem gelockerten Intraspezies-Verbot basiert. So soll z. B. im Schweinefutter kein tierisches Material stammend vom Schwein vorgefunden werden, während Material von Geflügel erlaubt sein soll.
Die klassische Mikroskopie als alleinige Analysenmethode hat aufgrund dieser Fragestellungen ihre Grenzen erreicht, da es nicht möglich ist die einzelnen Muskel- und Knochenfragmente genau einer Tierart zuzuordnen. Aus diesem Grund ist es von großem Interesse eine Methode zu entwickeln, mit der man tierisches Material in Futtermitteln differenzieren werden kann. Eine einfache und sehr schnelle Methode zur Tierartendifferenzierung bietet die Real-Time PCR. Jedoch weist diese molekularbiologische Methode Schwierigkeiten in bestimmten Belangen auf, da die PCR zwar genau zwischen z.B. Rind und Schwein unterscheiden kann, nicht aber zwischen Milchpulver und Rindermuskelfasern. Milchaustauscherfuttermittel, denen ausnahmslos Fischmehl beigemengt sein darf, liefert grundsätzlich ein positives Rinder-Signal in der PCR. Wäre Tiermehl vom Rind zugefügt, könnte man es nicht vom Milchpulver differenzieren. Dasselbe gilt auch für tierische Fette und Öle, die in Futtermitteln enthalten sein dürfen. Aus diesem Grund kommt bei der Tierartendifferenzierung in Futtermitteln eine Kombination von spezieller Mikroskopie (Lasermikrodissektion & Pressure Catapulting, LMPC) und Real-Time PCR zum Einsatz. Mit der Mikrodissektion werden Muskelfasern und Knochenfragmente von Landtieren identifiziert und separiert und mittels der Real-Time PCR der richtigen Tierart zugeordnet bzw. differenziert. Hier werden die PCR Ergebnisse der ersten separierten Partikel präsentiert und interpretiert.

Material und Methoden

DNA Präparation:
Mittels Mikrodissektion werden aus Tiermehlproben Muskelfasern oder Knochenfragmente aus dem Präparat mit Hilfe eines Lasers in ein 0,5 ml Reaktionsgefäß „geschossen“ und direkt der DNA Aufbereitung zugeführt. Aus diesen mikroskopisch kleinen Fragmenten wird die gesamte genomische und mitochondriale DNA mit einen geeigneten Kit (z. B. QIAamp DNA Micro Kit), der einen Proteinase K Vorverdauschritt enthält, präpariert.
Real-Time PCR:
Aufgrund des hohen Degradierungsgrades der DNA während der Herstellung von Tiermehlen ist es sehr wichtig eine Zielsequenz für die PCR Assays zu wählen, welche in einer hohen Kopienzahl in der Zelle vorliegt. Deshalb wurde der mitochondriale Sequenzabschnitt tRNALys-ATP8 gewählt [2]. Das Real-Time System ist ein Taqman Hydrolyse-Sonden System und wird mit dem Lightcycler 480 von Roche durchgeführt. In unserem Labor wurden bereits Rind, Schwein, Lamm, Huhn, Pute, Gans und Ente Real-Time Systeme entwickelt.
Als interne Positivkontrolle sowie zur relativen Bestimmung der DNA Gehalte der einzelnen Präparationen dient der 18S Assay für Eukaryoten (ABI Biosystems) zur Detektion von 18S auf DNA Ebene.

Ergebnisse und Diskussion

Um die PCR Systeme zu testen wurden nun Muskel- und Knochenfragmente aus selbst hergestellten Tiermehlen (Geflügel, Lamm, Rind und Schwein) in geeignete sterile 0,5 ml Reaktionsgefäße geschossen, in welche 30 µl Lysepuffer des QIAamp Micro DNA Kits vorgelegt. DNA wurde aus den

Partikeln isoliert und anschließend mit fünf verschiedenen Tier-Assays gescreent, inklusive des 18S Assays. Ein Auszug der PCR Ergebnisse ist in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: **ct-Werte der PCR Assays von DNA isoliert aus von Tiermehlen mikrodissektierten Partikeln.**

			PCR Assays, ct-Werte					
Partikelinformationen			Rind	Schwein	Lamm	Huhn	Pute	18S
Lamm	1	1 Kn*	0	38,97	**33,62**	0	0	29,23
	2	1 Mf**	0	36,15	**20,96**	0	0	24,5
Rind	3	1 Kn	**32,89**	39,74	0	0	0	31,9
	4	1 Mf	**29,53**	37,93	0	0	0	29,36
Schwein	5	1 Kn.	34,2	35,79	0	39,5	0	27,41
	6	1 Mf	0	**29,22**	0	0	0	28,89
Geflügel	7	1 Kn	42,31	0	34,35	39,47	**29,97**	27,6
	8	1 Mf	0	0	37,32	**27,56**	**22,21**	23,86

*: Kn.: Knochen; **: Mf: Muskelfaser

Mit Hilfe des 18S Assays kann die gesamte DNA Menge im Reaktionsgefäß eingeschätzt werden. Der ct-Wert eines Tier-Assays, der die geringste Differenz zum 18S-Assay aufweist repräsentiert den Hauptanteil der DNA im Reaktionsgefäß. Bis auf ein paar wenige Ausnahmen stimmt das Hauptsignal mit der Spezies des Partikels überein. Bei Signalen, die in derselben Probe bei einem späteren ct-Wert auftreten (z.B. späte Signale vom Schwein in Proben 1 bis 4) kann es sich um Spurenkontaminationen oder unspezifische Hintergrundsignale handeln.
In Probe 5 kann kein DNA Hauptanteil bestimmt werden. Das 18S Signal steigt bei einem ct-Wert von 27,41 an, wobei Rind und Schwein ein späteres Signal bei einem relativ ähnlichen ct-Wert liefern. Ein DNA Hauptanteil von Schwein kann hier nicht bestimmt werden. Diese Probe müsste wiederholt werden. Probe 8 zeigt im Gegensatz zu Probe 5 zwei Hauptsignale mit Pute und Huhn. Da die Partikel aus einem gemischten Geflügelmehl separiert wurden, ist die Wahrscheinlichkeit sehr hoch, dass DNA-Spuren von verschiedenen Geflügelarten oder kleinere Partikel am separierten Partikel anhaften, und mit separiert werden. Da das Intraspezies-Verbot beinhalten soll, dass Geflügel nicht an Geflügel verfüttert werden darf, kann in Probe 8 vernachlässigt werden, dass zwei Hauptsignale auftreten. Wichtig ist nur, dass die Signale von einem Geflügel Assay stammen.

Wie oben erwähnt, zeigen z.B. die Proben 1-4 zusätzlich zum Hauptsignal von Lamm bzw. Rind bei einem späteren ct-Wert ein Fluoreszenzsignal mit dem Schweine-Assay. Ob es sich um Spurenkontaminationen der Proben mit Schweine-DNA oder um unspezifische Fluoreszenzsignale handelt kann in einem Versuch erklärt werden.
Oben angeführte Partikel wurden nach der Herstellung der Mikroskopiepräparate mit Hilfe der Mikrodissektion in Reaktionsgefäße geschossen, die 30 µl Lysepuffer enthielten. Für diesen Versuch wurden aus Lammmehl Muskel- und Knochenfragmente einmal in 30 µl Puffer und einmal in 30 µl Wasser (PCR grade) separiert. Im Gegensatz zu den in Puffer separierten Partikeln, welche sofort der DNA Präparation unterzogen wurden, wurden die in Wasser separierten Partikel noch einmal ordentlich geschüttelt, abzentrifugiert, das Wasser mit einer Pipette abgenommen und dann erst in Lysepuffer aufgenommen, d.h. die Partikel wurden vor der DNA-Präparation noch einem zusätzlichen Waschschritt unterzogen. Anschließend wurden die Partikel mit den PCR Assays gescreent. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: **Vergleich der ct-Werte von gewaschenen und ungewaschenen mikrodissektierten Partikeln.**

Partikelinformationen			PCR Assays, ct-Werte Rind	Schwein	Lamm	Huhn	Pute	18S
Puffer	1	1 Kn*	0	38,97	**33,62**	0	0	29,23
	2	3 Kn	0	38,24	**32,14**	0	0	29,05
	3	1 Mf**	0	36,15	**20,96**	0	0	24,5
	4	3 Mf	36,58	34,02	**20,69**	0	0	21,16
Wasser	5	1 Kn.	0	0	**32,46**	0	0	30,78
	6	3 Kn	0	0	**30,93**	0	0	29,23
	7	1 Mf	0	39,19	**23,28**	0	0	25,2
	8	3 Mf	40,01	37,33	**23**	0	0	25,15

*: Kn.: Knochen; **: Mf: Muskelfaser

Die Proben 5 bis 8 zeigen nach dem Waschschritt ein wesentlich saubereres Profil als Proben 1 bis 4. Daraus lässt sich ableiten, dass es sich bei späten Fluoreszenzsignalen vermutlich um Spurenkontaminationen handeln könnte. Aufgrund der vielen vorangehenden Schritte bis zum Endprodukt DNA wie die Probenvermahlung, Herstellung der Mikroskopiepräparate (Verwendung von Farbstoffen, Nagellack,…) und der Mikrodissektion besteht ein hohes Risiko einer Verschleppung von Fremd-DNA bzw. kleineren Partikeln. Da die Real-Time PCR eine hoch sensitive Methode ist und theoretisch nur eine einzige Kopie der Zielsequenz für eine Detektion benötigt, können solche Spurenkontaminationen leicht mit erfasst werden.

Zusammenfassung

Mögliche Lockerungen von Futtermittel-rechtlichen Bestimmungen erfordern eine Tierarten-spezifische Zuordnung von mikrodissektierten Partikeln. Eine schnelle und einfache Methode ist die Real-Time PCR. Mit Hilfe eines endogenen Kontrollassays lässt sich die Gesamtmenge an DNA der Probe abschätzen und es ist daher möglich ein Hauptsignal zu ermitteln welches mit der Spezies des Partikels übereinstimmt. Spätere Fluoreszenzsignale, welche aufgrund von Spurenkontaminationen auftreten können, werden mit einem zusätzlichen Waschschritt des Partikels vor der DNA Präparation minimiert.

Abstract

Because of a partial lift of the total feed ban concerning processed animal proteins it is now necessary to differentiate the origin of species of microdissected particles. A fast and efficient method is real-time PCR. In combination with an endogenous control assay it is possible to estimate the whole DNA yield of the probe and to determine a main fluorescence signal which corresponds with the species of the particle. Late signals which can rise from trace contaminations can be minimized with an additional washing step of the particle.

Literatur

1. Regulation (EC) No 956/2008 of 29 September 2008 amending Annex IV to Regulation (EC) No 999/2001 of the European Parliament and of the Council laying down rules for the prevention, control and eradication of certain transmissible spongiform encephalopathies. Official Journal of the European Communities, 2008. **L 260**: p. 8.
2. Fumiere, O., et al., Effective PCR detection of animal species in highly processed animal byproducts and compound feeds. Anal Bioanal Chem, 2006. **385**(6): p. 1045-54.

Adressen der Autoren

[1] Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Abteilung Mikrobiologie und Molekularbiologie, Wieningerstraße 8, A-4020 Linz

[2] Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Abteilung Düngemittelüberwachung und Mikroskopie, Spargelfeldstraße 191, A-1220 Wien

* Ansprechpartnerin: Mag. Dr. Sonja HAIDER, sonja. haider@ages.at

Methoden zur Bestimmung der Retentionseigenschaften des Bodens im Säulenversuch

Methods of Determinationof the Retention Properties in Soil Columns

Peter Scholl[1*], Gernot Bodner[1], Gerhard Kammerer[2], Andreas Schwen[2], Hans-Peter Kaul[1] und Willibald Loiskandl[2]

Einleitung

Entscheidend für einen Pflanzenstandort sind die hydraulischen Eigenschaften des Bodens. Deren Stabilisierung und Verbesserung ist eine wichtige Aufgabe für eine nachhaltige landwirtschaftliche Produktion. Das Wurzelsystem der Pflanzen beeinflusst maßgeblich die Bodenstruktur und Porosität des Bodens. Zur Untersuchung dieses Wurzeleinflusses auf die hydraulischen Bodeneigenschaften wurden Säulenversuche im Labor etabliert.

Material und Methoden

Es wird die Annahme getroffen, dass in einem homogenen, sterilisierten Boden pflanzeninduziertes Wurzelwachstum Änderungen bezüglich der bodenhydraulischen Eigenschaften mit sich bringt. Da die Durchwurzelung eine pflanzenspezifische vertikale Dichte aufweist, werden die Bodensäulen in unterschiedlichen Tiefen mit Tensiometern und TDR-Sensoren bestückt. Diese dienen der Erfassung des Matrixpotentials und des Wasseranteils in den verschiedenen Tiefenstufen. Die untere Randbedingung wir über eine Saugplatte gesteuert, mit der eine Wasserspannung von 50 kPa angelegt wird. Der Versuchsaufbau erfolgte in Anlehnung an die Beschreibung von KOSUGI & INOUE (2002). Als Modellpflanzen werden zwei Zwischenfruchtarten (Senf und Grünroggen) mit unterschiedlichen Wurzelsystemen herangezogen und mit einer unbepflanzten Variante in vierfacher Wiederholung miteinander verglichen.

Methoden zur Bestimmung der Retentionseigenschaften: Aufbauend auf Entwässerungsversuchen (KOSUGI & INOUE, 2002) werden die hydraulischen Eigenschaften für jede Bodenschicht einzeln bestimmt. Der zugrunde liegende Ansatz beruht auf einer Kombination der direkten Profilmethode (DIRKSEN, 1999) mit einer iterativen Parameterabschätzung und berücksichtigt die Wasserbewegung während der Entwässerungsphase (KOSUGI & NAKAYAMA, 1997). Die Berechnungen basieren auf den schichtweise erhobenen Messdaten des Wasseranteils (TDR-Sensoren) und des Matrixpotentials (Tensiometer). Retentions- und Leitfähigkeitseigenschaften werden anschließend mittels Lognormal-Modell (KOSUGI, 1996) ermittelt. Im Zuge einer abschließenden überstauenden Bewässerung (KOSUGI & INOUE, 2002) werden die gesättigte hydraulische Leitfähigkeit und der gesättigte Wasseranteil erhoben.

Ergebnisse und Diskussion

Ausgehend vom aktuellen Stand des Projektes können an dieser Stelle ausschließlich Ergebnisse aus den bisherigen Vorversuchen präsentiert werden. Diese wurden ohne Pflanzenbewuchs durchgeführt. Daher beziehen sich die dargestellten Ergebnisse auf einen über das gesamte Säulenvolumen hinweg homogenen Boden ohne Durchwurzelung. Für diese Säulenversuche wurde schluffiger Lehm (23% S, 57% U und 20% T) von einer Direktsaatparzelle des Versuchsstandorts Raasdorf auf eine Körnung ≤ 2 mm gesiebt und anschließend sterilisiert (Autoklav).

Abbildung 1 zeigt die pF-Kurven unter Feld- sowie unter Laborbedingungen. Es ergeben sich deutliche Unterschiede in Bezug auf das jeweilige Retentionsverhalten. So steht beispielsweise unter Laborbedingungen deutlich weniger pflanzenverfügbares Wasser zur Verfügung. Dies ist in erster Linie auf die erforderliche Schaffung definierter, homogener Ausgangsbedingungen im Säulenversuch zurückzuführen. Im Zuge der Versuchsdurchführung sowie bei der anschließenden Auswertung sämtlicher Daten dieser Umstand zu berücksichtigen.

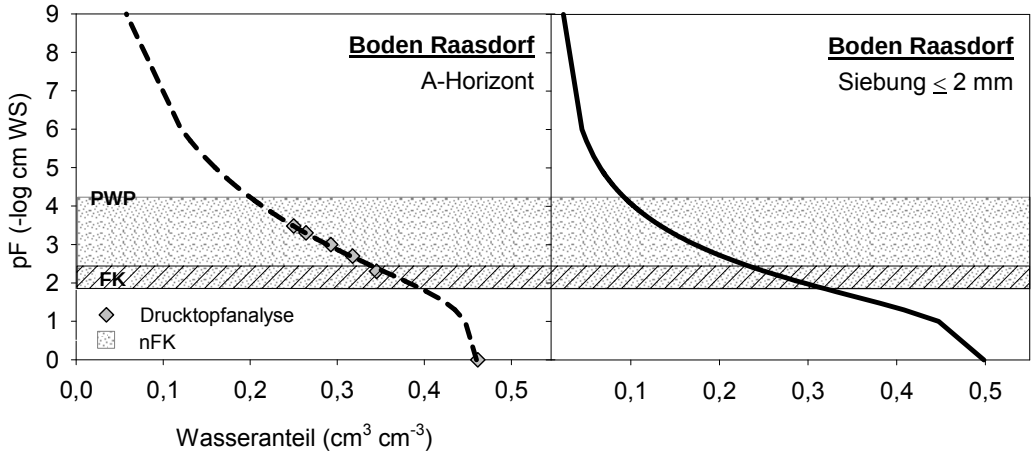


Abbildung 1: **pF-Kurven für den Standort Raasdorf berechnet mittels RETC (VAN GENUCHTEN et al., 1991). Links: Datengrundlage Feldmessungen (Tensionsinfiltrometermessungen und Drucktopfanalyse ungestörter Stechzylinderproben); Rechts: Datengrundlage Tensiometer- und Wasseranteilsmessungen im Laborversuch mit aufbereitetem Boden (Siebung ≤ 2 mm, Lagerungsdichte 1,3 g/cm³).**

In Abbildung 2 sind ausgewählte Ausschnitte der Wasseranteils- und Wasserspannungsmessungen in den verschiedenen Tiefenstufen dargestellt. Dabei werden sowohl Bewässerungs- als auch Entwässerungsphasen veranschaulicht. Sehr gut zu erkennen, ist die Bewegung der Wasserfront durch die Bodensäule zu den einzelnen Betrachtungszeitpunkten. Außerdem wird im unteren Säulenbereich der Einfluss des an der Unterkante angelegten Unterdrucks (-50 kPa) deutlich. Lediglich die Wasserspannungskurve von T1 wurde ohne anliegenden Druck ermittelt.

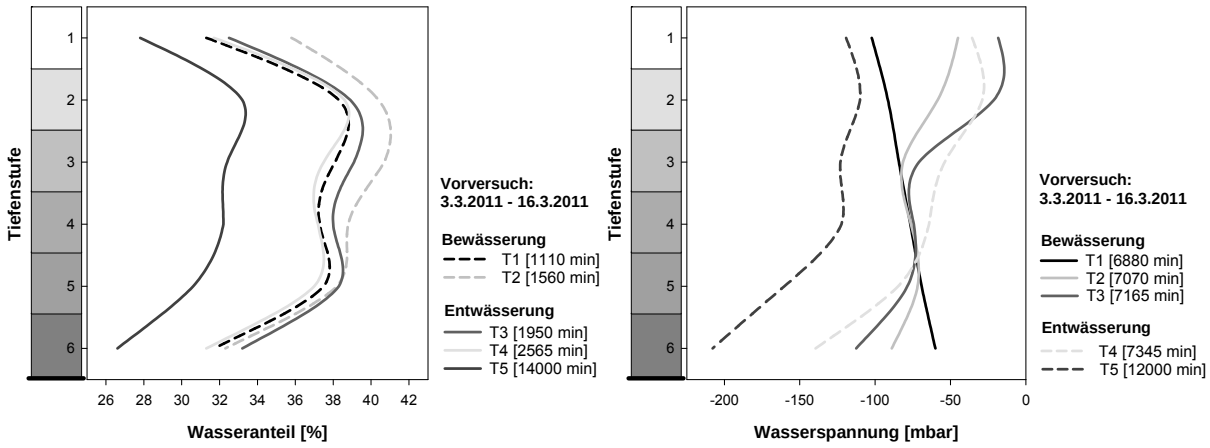


Abbildung 2: **Entwässerungs- und Bewässerungskurven im Vorversuch. Dargestellt sind ausgewählte Ausschnitte der TDR- (links) und Tensiometermessreihen (rechts) für die verschiedenen Tiefenstufen.**

Die bisherigen Vorversuche und Testläufe, die hier in Ausschnitten vorgestellt wurden, haben die grundsätzliche Funktionsfähigkeit des Laborversuchsaufbaus bestätigt, so dass nun der Messbetrieb aufgenommen wird. Die so erfassten Daten bilden die Grundlage für die Schätzfunktion der hydraulischen Eigenschaften, so dass in weiterer Folge der Einfluss einer unterschiedlichen Anzahl möglicher Eingabeparameter (TDR-, Tensiometer- und Outflowdaten) untersucht werden kann.

Zusammenfassung

Mit dem Ziel, den Einfluss der Durchwurzelung auf die Retentionseigenschaften eines Bodens zu erfassen, wurde ein entsprechender Säulenversuch im Labor aufgebaut. In der Testphase konnte die grundsätzliche Funktionsfähigkeit des Systems bestätigt werden. Durch die notwendige standardisierte Substrataufbereitung und dessen Einbau in die Bodensäule kommt es jedoch zu deutlichen Unterschieden der Retentionseigenschaften im Vergleich zum ungestörten, natürlichen Bodensystem. Dies ist während des Messbetriebs sowie bei der Interpretation der Labordaten zu berücksichtigen.

Abstract

In order to investigate the impact of root distribution on soil retention properties a soil column experiment was set up. During the test stage it could be shown that the system works properly. However, the required standardised preparation of the soil substrate and the filling of the soil column cause significant differences in soil retention properties in comparison to undisturbed, natural soil conditions. This has to be taken into account when performing the measurements and for the data interpretation.

Literatur

DIRKSEN C., 1999: Soil physics measurements, Catena Verlag, Reiskirchen, Germany, 96-113.
KOSUGI K., 1996. Lognormal distribution model for unsaturated soil hydraulic properties. Water Resour. Res. 30, 891-901.
KOSUGI K., NAKAYAMA Y., 1997: A method for estimating unsaturated hydraulic properties of vertically heterogeneous soils from transient capillary pressure profiles. Agr. Forest Meteorol. 84, 37-50.
KOSUGI K., INOUE M., 2002: Estimation of hydraulic properties of vertically heterogeneous forest soil from transient matric pressure data. Water Resour. Res. 38, 1322.
VAN GENUCHTEN M. T, LEIJ F. J., YATES S. R., 1991: The RETC Code for Quantifying the Hydraulic Functions of Unsaturated Soils. U.S. Salinity Laboratory, U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Riverside, California

Adressen der Autoren

[1] BOKU, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Gregor Mendel-Straße 33, 1180 Wien

[2] BOKU, Institut für Hydraulik und Landeskulturelle Wasserwirtschaft, Muthgasse 18, 1190 Wien

[*] Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Peter SCHOLL, peter.scholl@boku.ac.at

Kompostanwendung in der Landwirtschaft – Ergebnisse eines Langzeit-Feldversuchs unter besonderer Berücksichtigung der C_{org}- und N-Dynamik

The use of compost on agricultural soils – results of a long-term field trial with special regard to C_{org} and N dynamics

H. Spiegel, G. Dersch, A. Baumgarten, J. Söllinger und K. Aichberger

Einleitung

Die Verwertung von Kompost in der Landwirtschaft ist wichtig, um offene Stoffkreisläufe zu schließen und einen Beitrag zu mehr Nachhaltigkeit in der Pflanzenproduktion zu leisten. In Österreich wird seit mehr als zwanzig Jahren Bioabfall getrennt gesammelt, im gesamten Bundesgebiet sind es mehr als 500 000 Tonnen pro Jahr. Die Qualität von Biokompost hat sich insbesondere durch die getrennte Sammlung im Laufe der Jahre kontinuierlich verbessert. So entsprechen heute etwa 90 % der Komposte der Qualitätsklasse A+ und A gemäß österreichischer Kompostverordnung, was die Verwendung in der Landwirtschaft erlaubt. In der AGES wird seit 1991 ein Feldversuch durchgeführt, der dazu beitragen soll, noch offene Fragen hinsichtlich Düngewirkung, Pflanzenverträglichkeit sowie Nährstoff- und Schadstoffanreicherungen durch Kompost abzuklären. Insbesondere wird geprüft, welche Wirkungen verschiedene Arten von Komposten (Bioabfallkompost, Grünschnittkompost, Stallmistkompost und Klärschlammkompost) auf den Ertrag von Körnermais und Getreide sowie auf die Bodenfruchtbarkeit haben.

Material und Methoden

Der Kompostversuch wird seit 1991 am Ritzlhof (bei Linz, Oberösterreich) mit der aktuellen Fruchtfolge Winterweizen, Wintergerste, Mais, Erbse (keine Kompostdüngung) durchgeführt, in früheren Jahren war auch Sommerweizen in der Fruchtfolge enthalten. Als Kompostvarianten werden Bioabfallkompost, Grünschnittkompost, Stallmistkompost und Klärschlammkompost jeweils in Aufwandmengen geprüft, die 175 kg Stickstoff (N) ha^{-1} a^{-1} entsprechen. Zusätzlich gibt es Versuchsvarianten, in denen zu diesen Kompostmengen noch 80 kg mineralischer N verabreicht werden. Sie alle werden verglichen mit unterschiedlicher mineralischer Stickstoffdüngung (Null, 40, 80, 120 kg N ha^{-1} a^{-1}). Im Verlauf von 18 Versuchjahren wurden bislang 300 bis 450 t Kompost ha^{-1} (in Abhängigkeit vom Stickstoffgehalt der Komposte) ausgebracht, was einer Menge von 55 - 77 t organischer Masse entspricht. 2007 und 2010 wurden die Bodenparameter C_{org} und N_t bestimmt, das N Mineralisierungspotenzial (anearobe Inkubation nach Keeney (1982), modifiziert nach Kandeler (1993)) wurde nur 2010 bestimmt. N_{min} Proben (0-90 cm Bodentiefe) wurden in mehreren Versuchsjahren im Frühjahr (März oder April) entnommen und nach Wehrmann and Scharpf (1979) analysiert.

Ergebnisse und Diskussion

Kompostdüngungswirkung

Die Erträge aller Kompostvarianten (175 kg N) erwiesen sich im mehrjährigen Durchschnitt als sehr einheitlich, wobei Stallmist- und Klärschlammkompost tendenziell höhere Erträge erbrachten. Die höchsten Erträge konnten mit einer Kombination aus Kompostdüngung und mineralischer N-Düngung erzielt werden.
Abgeleitet aus der Ertragskurve der Mineraldünger-Steigerungsreihe ergab sich eine durchschnittliche Kompost-Düngungswirkung entsprechend 57 kg mineralischem N ha^{-1} a^{-1} bei Mais. Wintergerste konnte im Durchschnitt 28 kg N aus dem Kompost nutzen und Sommerweizen 35 kg N. Körnererbse konnte das zusätzliche Stickstoffangebot (egal ob über Mineral- oder Kompostdüngung) nicht nutzen.

Auswirkungen auf C_{org}, N_t und das N Mineralisierungspotenzial im Boden

Bei allen Kompostvarianten waren nach 16 Versuchsjahren die C_{org}-Gehalte im Boden im Vergleich zu den mineralischen Düngungsvarianten signifikant erhöht (Tabelle 1). Die höchste Zunahme war

bei Klärschlammkompost gegeben (Ø plus 5,9 g kg^{-1} C_{org}), die niedrigste bei bäuerlichem Mistkompost (Ø plus 2,6 g kg^{-1} C_{org}) verglichen mit dem Durchschnitt der 0 bis 120 kg mineralischen N Düngungsvarianten. Das ist darauf zurückzuführen, dass im Versuchsverlauf mit Klärschlammkompost die höchsten (77 t) und mit Mistkompost die niedrigsten (55 t) Mengen an organischer Masse ausgebracht wurden. Auch die N_t-Gehalte wurden in allen Kompostvarianten signifikant erhöht. Allerdings hatte bereits ein zweijähriger Verzicht der Kompostdüngung (2008, 2010) Abnahmen der N_t- und C_{org}–Gehalte zur Folge. Das zeigt, dass mit Kompostanwendung bzw. ihrer Unterlassung auch nach 19 Jahren eine deutliche C_{org}- und N-Dynamik verbunden ist. Das N Mineralisierungspotential, das 2010 bestimmt wurde, lag generell im „mittleren" Bereich (BMLFUW, 2006) und war in den Mist- und Klärschlammkompost-Varianten mit zusätzlicher mineralischer N Düngung signifikant erhöht verglichen mit der Kontrolle.

Tabelle 1: **Bodenuntersuchungsergebnisse**: **organischer Kohlenstoff (C_{org}) und Gesamt N (N_t) (g kg^{-1}), Anaerobe N Mineralisation (mg N kg^{-1} $7d^{-1}$)**

	C_{org} (g kg^{-1})		N_t (g kg^{-1})		Anaerobe N Mineralisation (mg N kg^{-1} $7d^{-1}$)
	2007	2010	2007	2010	2010
N Mineraldüngung (Ø 0, 40, 80, 120 N ha^{-1} a^{-1})	12,8	12,7	1,37	1,40	54
BIOTONNENK. 175N	16,7	15,3	1,78	1,65	60
GRÜNSCHNITTK. 175N	17,2	15,3	1,80	1,72	59
BÄUERL.MISTK. 175N	15,4	14,4	1,62	1,52	61
KLÄRSCHLAMMK. 175N	18,7	15,8	1,73	1,62	59
BIOTONNENK. 175N + 80N MIN	16,8	14,5	1,75	1,62	57
GRÜNSCHNITTK. 175N + 80N MIN	15,9	15,3	1,71	1,74	59
BÄUERL.MISTK. 175N + 80N MIN	15,5	14,4	1,65	1,59	65
KLÄRSCHLAMMK. 175N + 80N MIN	17,8	15,8	1,72	1,64	66
GD, $p \leq 0.05$	1,87	1,56	0,129	0,142	8,5

Die Frühlings N_{min}-Gehalte in 0-90 cm Bodentiefe variierten stark von Jahr zu Jahr und waren abhängig von der angebauten Kultur (Abb.1) Die höchsten N_{min}-Gehalte traten unter Körnermais und Winterweizen auf. Die N_{min}-Gehalte der Kompostvarianten stiegen im Laufe der Jahre (es werden die Mittelwerte aus den vier Kompostvarianten (entsprechend 175 kg N) gezeigt. Zwölf Jahre nach dem Beginn des Feldversuchs und in den darauf folgenden Jahren lagen die N_{min}-Gehalte in den Kompostvarianten in vergleichbarer Höhe mit der höchsten N Mineraldüngungsvariante oder höher.
Die Ergebnisse zeigen, dass mit Kompostanwendung neben organischem Kohlenstoff auch beträchtliche N Mengen im Boden angereichert werden, von denen nur ein kleiner Teil für die Pflanze verfügbar wird. Aus dem aufgebauten Bodenstickstoffvorrat wird langsam aber zunehmend N mineralisiert, was im beschriebenen Versuch erst nach 12 Jahren Kompostanwendung zu erhöhten N_{min}-Gehalten zu Vegetationsbeginn führt.

Zusammenfassung

Die Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit führt seit 1991 am Standort Ritzlhof bei Linz einen Kompostdüngungsversuch mit unterschiedlichen Komposten - Bioabfallkompost, Grünschnittkompost, Stallmistkompost und Klärschlammkompost, jeweils in Aufwandmengen, die 175 kg N ha^{-1} a^{-1} entsprechen - durch. Im mehrjährigen Durchschnitt unterschieden sich die Erträge (Körnermais, Sommerweizen, Wintergerste) der Kompostvarianten nicht signifikant voneinander. Abgeleitet aus der Ertragskurve der Mineraldünger N Steigerungsreihe konnte Körnermais durchschnittlich 57 kg N aus dem Kompost nutzen, Sommerweizen 35 kg N und Wintergerste 28 kg N.
Bei allen Kompostvarianten wurden im Vergleich zu den mineralischen Düngungsvarianten die C_{org}- und N_t-Gehalte im Boden signifikant erhöht. Die langjährige Kompostanwendung führt daher zu einem Aufbau an N Vorräten in der organischen Substanz, die langsam aber stetig mineralisiert werden. Ein Indiz dafür ist, dass erst zwölf Jahre nach Versuchsbeginn und in den darauf folgenden Jahren die Frühjahrs N_{min}-Gehalte in den Kompostvarianten gleich hoch oder höher lagen als in der höchsten N Düngungsvariante.

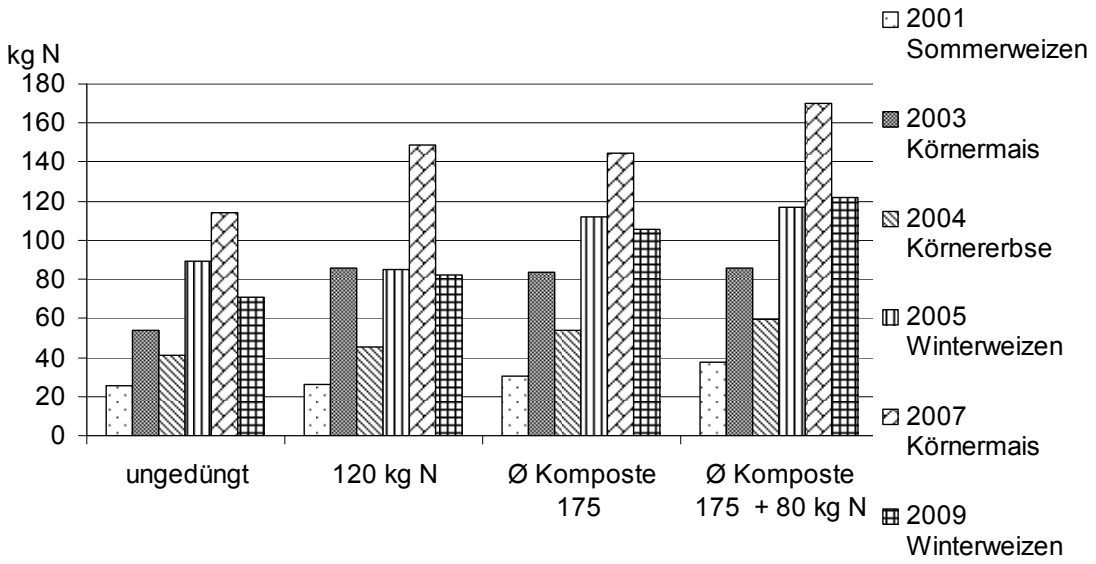


Abbildung 1: **Frühjahrs Nmin-Gehalte (kg N ha^{-1}) in 0-90 cm Bodentiefe in ausgewählten Versuchsjahren**

Abstract

The Austrian Agency for Health and Food Safety started a field experiment in Upper Austria in 1991 to investigate the influence of different compost application (biowaste compost, green waste compost, cattle manure compost and sewage sludge compost each treatment corresponding to 175 kg N ha^{-1} y^{-1}) on crop yields and soil parameters. Average crop yields of maize, spring wheat and winter barley did not show any significant differences with the application of different composts.
Derived from the yield curve, 57 kg compost N was available for maize, 35 kg N for spring wheat and 28 kg N for winter barley on the average of several years of investigation.
SOC and N_t contents in the soil rose significantly with long-term compost application. Through this treatment, stocks of organic carbon and N_t were accumulated in the organic matter, which are – delayed but continuously – mineralised. 12 years after the start of the experiment the N_{min} contents in the compost variants were as high as or higher compared with the highest mineral N fertilisation rate.

Literatur

BMLFUW (2006): Richtlinien für die sachgerechte Düngung. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
KANDELER E. (1993): Bestimmung der N-Mineralisation im anaeroben Brutversuch. In: Schinner, F. et al. (Hrsg.): Bodenbiologische Arbeitsmethoden. Springer Verlag, Berlin.
KEENEY, D. R. (1982): Nitrogen-availability indices. In Page, A.L. et al. (eds): Methods of Soil Analysis, Part 2. Am. Soc. Agron. Inc., Soil Sci. Am. Inc., Madison Wisconsin USA, p. 711.
WEHRMANN J, SCHARPF H. (1979). Der Mineralstickstoffgehalt des Bodens als Maßstab für den Stickstoffdüngerbedarf (Nmin-Methode). Plant and Soil. 52(1), 109-126.

Adressen der Autoren

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Wien und Linz

* Ansprechpartnerin: DI Dr. Heide SPIEGEL, adelheid.spiegel@ages.at

Einfluss der Zusammensetzung auf die Adsorption und Desorption von Glyphosat an österreichischen Oberböden

Influence of soil composition on adsorption – desorption of glyphosate by Austrian surface soils

Shady Selim[1], M. Fürhacker[1], A. Klik[3] und A. Mentler[2*]

Einleitung

Die Herbizidsorption wird von den intrinsischen Eigenschaften sowohl des Herbizids als auch des Bodens bestimmt und ist von einer Vielzahl von chemischen und physikalischen Wechselwirkungen abhängig, wobei die Sorption wesentlich zum Umweltverhalten beiträgt. Der Freundlich-Verteilungskoeffizient, Kf, beschreibt die relative Verteilung eines Pestizids zwischen Lösungsmittel und festen Phasen. Je kleiner der Kf-Wert ist, desto schwächer ist das Herbizid adsorbiert und desto wahrscheinlicher ist eine Auslaugung aber auch der Abbau. An Sorptions-Desorptionsvorgängen sind mehrere Mechanismen beteiligt, weshalb dieser komplexe Prozess nicht aus der Sorptionsisotherme vorhergesagt werden kann und oft wird weniger desorbiert, dies nennt man Hysteresiseffekt. Als Pestizid wurde Glyphosat [N-(Phosphonomethyl) glycin], der aktive Wirkstoff in Roundup, gewählt. Glyphosat gilt als umweltfreundlich, mit einer hohen biologischen Abbaubarkeit, geringer Toxizität und geringem Auslaugungsrisiko, allerdings haben mehrere ökologischen Studien gezeigt, dass es zu Austrägen ins Grundwasser kommen kann (VEREECKEN 2005).
In dieser Studie wird das Sorptions-Desorptionsverhalten in unterschiedlichen Böden bei Anwendungkonzentrationen zwischen 0,5 - 50 mg L^{-1} untersucht, um in Hinblick auf die Aufbringung von Glyphosat wertvolle Informationen über das Auswaschverhalten in charakteristischen österreichischen Böden zu bekommen.

Material und Methoden

Die Adsorption und Desorption von Glyphosat wurde an drei Böden mit unterschiedlicher Charakteristik untersucht (Tabelle 1).

Tabelle 1: **Ausgewählte physikalisch/chemische Eigenschaften der Böden**

Property	Soil		
	Kirchberg	Pixendorf	Tulln
Soil Texture	Sandy clay loam	Silt loam	Clay
pH_{water}	5.7	7.2	7.3
†OC, %	1.62	1.56	2.97
†CEC, cmol Kg^{-1}	9.5	14.8	40.8
$Fe_{Oxalate}$// $Fe_{Dithionite}$ (g/Kg)	3.57 // 14.9	1.01 // 8.17	3.90 // 15.1
$Al_{Oxalate}$ // $Al_{Dithionite}$ (g/Kg)	1.60 // 1.42	0.46 // 0.64	1.78 // 1.47

† OC = Organic carbon content, CEC = cation exchange capacity.

Die Sorptionsisothermen wurden für Glyphosat durch Schüttelexperimente in Batchversuchen mit sieben Glyphosat-Konzentrationen (Ci) von 0,5, 1, 2,5, 5, 10, 25, 50 ug mL^{-1}bestimmt. Alle Lösungen wurden in 0,01 M KCl Lösungen hergestellt. Für die Adsorption wurden 20 mL der verschiedenen Glyphosatkonzentrationen mit 2 g Boden im Überkopfschüttler bei 40 U / min bei Raumtemperatur (22 ± 2 ° C) geschüttelt 24-h und bei 4200 U / min für 30 min zentrifugiert. Die Desorptionsversuche wurden für die höchste Anfangskonzentration (50 mg L^{-1}) durchgeführt und erfolgten unmittelbar nach der letzten Adsorption in Zeitschritten von 24-h begonnen. Jeder Desorptionsschritt wurde durch Ersetzen von 10 ml des Überstands mit 10 ml glyphosatfreier 0,01 mol L^{-1} KCl-Lösung durchgeführt. Fünf Desorptionsschritte nach je 24 h wurden durchgeführt. Die Bestimmung von Glyphosate und Aminomethyl-phosphon-Säure (AMPA) in den wässerigen Lösungen erfolgte durch FMOC-Derivatisierung, SPE Festphasen-Aufreinigung (Strata-X 33µm 200 mg 6 ml) (BUSSE et al. 2001, COX und SURGAN 2006) und Detektion mittels LC-MS/MS (HPLC Agilent 1200, Triple Quad

6410, Zorbax Eclipse C8 XDB 2,1 X 150 mm, 5 µm) (Bestimmungsgrenze für Glyphosat 5 µg L^{-1} bzw. AMPA 15 µg L^{-1}). Die Adsorptionsisothermen wurden mit mathematischen Modellen von Freundlich und Langmuir ermittelt und die entsprechenden Koeffizienten berechnet.

Ergebnisse und Diskussion

Die Adsorptionscharakteristika von Glyphosat zeichnen sich durch signifikante Nichtlinearität und eine starke Konzentrationsabhängigkeit der Adsorption in diesen Böden mit Kf_{ads} Werten von 39,5 (Pixendorf, n_{ads} 0,60), 144 (Kirchberg, n_{ads} 0,64) und 177 (Tulln, n_{ads} 0,68) aus, dies ist in guter Übereinstimmung mit anderen Studien (MAMY und BARRIUSO 2007). Nach den Kf_{ads} Werten sank die Adsorption in der Reihenfolge Tulln> Kirchberg> Pixendorf. Die Hysteresewerte (H-Werte) für alle drei Böden waren <1, mit Werten von 0,02, 0,03 und 0,13 für die Böden aus Tulln, Kirchberg, und Pixendorf. Der Pixendorfboden zeigte die stärkste Desorption, wobei in den ersten 24 h 11,2% der adsorbierten Menge an Glyphosat und in den weiteren Schritten 5,1%, 3,3%, 0,7% und 0,3% (insgesamt 20,6%) desorbiert wurden. Bei den Böden aus Tulln und Kirchberg war ebenfalls der erste Schritt mit 2,2% (insgesamt 3,2%) und 3,6% (insgesamt 5,0%) der adsorbierten Glyphosatmenge bedeutsam, während in weiterer Folge die Desorption nur unwesentlich anstieg (Abb. 1).

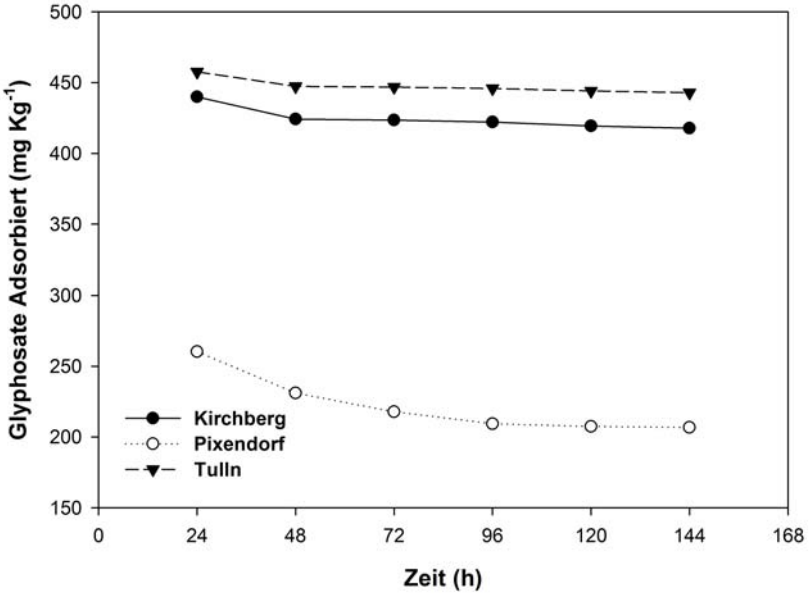


Abbildung 1: **Desorptionsverhalten der drei Böden**

Das kinetische Verhalten von Glyphosat in den Böden zeigt, dass durch einen Wassereintrag, durch schweren Regen oder Bewässerung unmittelbar nach Applikation eine Verlagerung in tiefere Bodenschichten möglich ist.

Die organische Substanz, Tonmineralien, amorphe Fe/Al-Oxide und freie Fe/Al-Oxide haben potentiell aktiven Zentren für die Glyphosatadsorption. In den in dieser Studie verwendeten Böden waren signifikante Mengen an Fe und Al als amorphe Eisen- und Aluminiumoxide ($Fe_{Oxalate}$ und $Al_{Oxalate}$) und freie Eisen- und Aluminiumoxide ($Fe_{Dithionit}$ -und $Al_{-Dithionit}$) besonders in Tulln und Kirchberg vorhanden. Die Tulln- und Kirchbergböden, zeigten auch eine deutlich höhere Adsorptionskapazität für Glyphosat verglichen mit dem Pixendorfboden. Auch in der Literatur wurde gezeigt, dass Böden mit großen Mengen an Eisenoxiden eine große Adsorptionskapazität für Glyphosat und Phosphat (YU und ZHOU 2005) haben, wobei die Bindung auf einem Ligandenaustausch an der Phosphonsäure-Einheit basiert (GIMSING und BORGGAARD 2002).

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurde das Verhalten von Glyphosate bei der Sorption und Desorption an drei typischen österreichischen Böden untersucht. Die Kf Werte lagen zwischen 39,5 und 177,1 (L Kg^{-1}); und waren für die Böden aus Tulln und Kirchberg mit Kf 177,1 und 144,1 (L Kg-1) besonders hoch. Beide Böden haben einen hohen Fe/Al Oxidgehalt. Die Sorption von Glyphosat wird von den Bodeneigen-

schaften stark beeinflusst, je größer der Eisen- und Aluminiumoxidgehalt desto stärker die Sorption und desto geringer die Desorption. Alle Desorptionskurven zeigten eine Hysterese mit Koeffizienten (H) < 1, mit 0,02, 0,03, and 0,13 für die Böden in Tulln, Kirchberg, und Pixendorf. Von den drei Böden, geht vom Pixendorfboden das größte Risiko für eine Auswaschung von Glyphosat ins Grundwasser aus, wobei die größten Konzentrationen unmittelbar nach Applikation zu erwarten sind, da die Kurven rasch abflachen. AMPA konnte während der Versuche nicht gemessen werden, was darauf schließen lässt, dass es zu keinem Abbau während der Versuche gekommen ist.

Abstract

The objective of this study was to characterize sorption–desorption of glyphosate by three Austrian soils having different properties, to examine the characteristics of glyphosate retention and release. Kf values ranged from 39.5 to 177.1 (L Kg-1). Highest glyphosate affinity was observed for both Tulln and Kirchberg soils with Kf 177.1 and 144.1 (L Kg-1), respectively. Both soils contained high Fe/Al oxides content. Desorption was hysteretic in every case. Lower desorption in the more sorptive system might indicate that hysteresis can be attributed to irreversible binding of the molecules to soil surfaces. Desorption hysteresis coefficients (H) for all three soils were < 1, with values of 0.02, 0.03, and 0.13 for Tulln, Kirchberg, and Pixendorf soils, respectively. Of the three soils, Pixendorf soil poses the highest risk for leaching glyphosate when heavy rain or irrigation occur after application of glyphosate, with the largest concentrations to be expected immediately after application and the curves level off rapidly. AMPA could not be detected during the experiments, which suggests that no degradation has occurred during the experiments.

Danksagung

Diese Arbeit wurde im Rahmen des Projekts EDISSOC Projekt Nr.:100069, das vom BMLFUW gefördert wurde, durchgeführt**.**

Literatur

BUSSE M.D., RATCLIFF A.W., SHESTAK C.J. and POWERS R.F. 2001: Glyphosate toxicity and effects of long-term vegetation control on soil microbial communities. Soil Biol Biochem33:1777–1789.

COX C. and SURGAN M. 2006: Unidentified inert ingredients in pesticides: implications for human and environmental health. Environ Health Perspect 114:1803–1806.

GIMSING A. and BORGGAARD O. 2002: Effect of phosphate on the adsorption of glyphosate on soils, clay minerals and oxides. Int. J. Environ. Anal. Chem. 82:545–552.

VEREECKEN H. 2005: Mobility and leaching of glyphosate: a review. Pest Manag Sci 61:1139–1151.

YU Y. and ZHOU Q. 2005: Adsorption characteristics of pesticides methamidophos and glyphosate by two soils. Chemosphere 58:811–816.

Adressen der Autoren

[1] Universität für Bodenkultur Wien, Department für Wasser, Atmosphäre und Umwelt, Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz, Muthgasse 18, A-1190 Wien

[2] Universität für Bodenkultur Wien, Department für Wald- und Bodenwissenschaften, Institut für Bodenforschung, Peter Jordan-Straße 82, A-1190 Wien

[3] Universität für Bodenkultur Wien, Department für Wasser, Atmosphäre und Umwelt, Institut für Hydraulik und landeskulturelle Wasserwirtschaft, Muthgasse 18, A-1190 Wien

***** Ansprechpartner: Axel MENTLER, axel.mentler@boku.ac.at

Untersuchungen zum phytosanitären Risiko bei der anaeroben Vergärung von pflanzlichen Biomassen in Biogasanlagen

Investigations on the phytosanitary risk using plant biomass as feedstock for anaerobic digestion in agricultural biogas plants

Martina Bandte[1], Petra Müller[2], B. Rodemann[3], Magdalene Pietsch[4], Paula Westerman[5], Bärbel Gerowitt[6], M. Plöchl[7], Monika Heiermann[8] und Carmen Büttner[1]

Im Rahmen eines von der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR) geförderten Forschungsvorhabens wird ein Screening zur Inaktivierbarkeit ausgewählter Phytopathogene und Unkrautsamen vorgenommen, um das potentielle Verbreitungsrisiko dieser Erreger und Diasporen mit Ausbringung der Gärreste auf landwirtschaftlich genutzte Flächen abschätzen zu können.
Für die quantitativ bedeutendsten Substrate für die NaWaRo (Nachwachsende Rohstoffe)-Biogasanlagen – Mais, Getreide, Rüben und Hirse - wurden solche substratspezifische Krankheitserreger ausgewählt, die nach einer unzureichenden Hygienisierung und Ausbringung von Gärresten auf Acker- und Weideflächen ihre Wirtspflanzen vom Boden aus wieder infizieren können. Darüber hinaus wurde die Kartoffel in die Untersuchungen einbezogen, da sie für eine Vielzahl von Schadorganismen eine potentielle Wirtspflanze darstellt. Dazu gehören mit dem Kartoffelkrebs (*Synchytrium endobioticum*) und der bakteriellen Ringfäule der Kartoffel (*Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus)* zwei Quarantäneerreger, die sich bei der Kompostierung gemäß der BioAbfV als ausgesprochen widerstandsfähig erwiesen haben. Dieses vergleichsweise hohe Risikopotential rechtfertigt die Einbeziehung der Kartoffel in die Untersuchungen, wenngleich sie als NaWaRo keine wirtschaftliche Bedeutung hat.

Dazu wurde zunächst mit Hilfe von Probenträgern infiziertes Pflanzenmaterial in vollständig durchmischten Rührkesselreaktoren (10 l, mesophile Prozessführung) eingebracht. Die Prüfung umfasste virale (*Potato virus Y*), bakterielle (*Clavibacter michiganiensis* ssp. sepedonicus) und pilzliche (*Claviceps purpurea, Fusarium proliferatum, F. avenaceum, F. culmorum, F. verticillioides, Alternaria alternata, Rhizoctonia solani, Sclerotinia sclerotiorum, Streptomyces scabies, Tilletia carries*) Krankheitserreger an den Kulturpflanzen Mais, Hirse, Roggen/Weizen, Zuckerrübe und Kartoffeln. Es wurde der Einfluss des Ausgangssubstrates, unterschiedlicher Expositionszeiten und der Dauer der Gärrestlagerung auf die Inaktivierung der Krankheitserreger geprüft. Zur Validierung der in den Rührkesselreaktoren generierten Ergebnisse wurde die Hygienisierung ausgewählter Phytopathogene in zwei Praxisbiogasanlagen im Herbst und Winter 2010 geprüft. Beides sind einstufige Anlagen, die kontinuierlich beschickt und bei einer Prozesstemperatur von 40-42°C betrieben werden. Ergänzend wurden Unkrautdiasporen in der Biogaskette erfasst und bewertet. Dazu wurde ein Monitoring des In- und Outputs der Praxisanlagen auf Samen durchgeführt. Anwendung fanden pflanzenbauliche, mikrobiologische, molekularbiologische und statistische Arbeitsmethoden.

Mit Ausnahme des Quarantäneerregers *S. endobioticum* führte die anaerobe Vergärung des Pflanzenmaterials in den Rührkesselreaktoren bei einer Inkubationszeit der Probenträger für 138 h zu einer vollständigen Inaktivierung der in den Prozess eingebrachten Phytopathogene. Für acht Pathogene ist die phytohygienische Unbedenklichkeit der Gärreste schon nach einer Inkubationszeit von sechs Stunden gewährleistet. Zu diesen Pathogenen zählen *S. sclerotiorum*, *R. solani* (Kartoffel), *Potato virus Y*, *A. alternata*, *F. avenaceum* (Getreide siliert), *F. verticillioides* (Hirse siliert), *T. carries* und *C. purpurea.* Bei sechs weiteren - *F. avenaceum* (Getreide und Mais frisch), *F. verticillioides* (Mais frisch), *F. culmorum* (Weizenkorn), *R. solani* (Mais frisch) und *C. michiganiensis* spp. *sepedonicus* - kann eine solche Inaktivierung durch eine Gärrestlagerung ebenfalls nach 6-stündiger Verweilzeit dargestellt werden. *S. endobioticum* kann unter den geprüften Prozessbedingungen nicht inaktiviert werden; auch nicht bei Inkubationszeiten von 2 Wochen.
Nach 30 Tagen in einem Versuchsfermenter zeigten die meisten Samen visuell keine Lebensfähigkeit, keiner der visuell intakten Samen keimte. Im Tetrazoliumtest konnten überlebensfähige Samen von zwei Spezies - *P. convolvulus* und *M. inodora* - ermittelt werden.

Zur Validierung der Ergebnisse aus der Modellanlage wurden mit *F. proliferatum, F. verticillioides, F. culmorum, R. solani,, C. purpurea* und *S. sclerotiorum* sechs pilzliche Krankheitserreger ausgewählt und mit ihnen infiziertes Pflanzenmaterial über Probenträger in Praxisbiogasanlagen eingebracht. Alle Krankheitserreger ließen sich ebenso wie in der Modellanlage nach längstens 138 Stunden Verweilzeit im Fermenter inaktivieren. Die erforderlichen Verweilzeiten unterscheiden sich zum Teil erheblich von denjenigen, die in den Rührkesselreaktoren ermittelt wurden. Demnach kann *S. sclerotiorum* während einer Verweildauer von sechs, *C. purpurea* von 24 Stunden vollständig inaktiviert werden. Eine Hygienisierung von *F. culmorum*-infizierten Weizen- und Maiskörnern erfolgte ebenfalls innerhalb von 24 Stunden, wobei beim Substrat Weizen eine mechanische Zerkleinerung der Körner dazu erforderlich war. Für die Übrigen Pathogene ließen sich zur vollständigen Inaktivierung der Erreger keine Verweilzeiten von ≤ 24 Stunden darstellen.
Derzeitig werden Szenarien zur Bewertung des Verbreitungsrisikos der ausgewählten Phyopathogenen unter Einbeziehung sowohl der in den Modell- als auch Praxisanlagen generierten Daten erstellt. Erst dann können Mindestanforderungen an Technik und Betrieb von Biogasanlagen, welche für die eingesetzten Substrate und deren spezifische Schadorganismen die phytohygienische Unbedenklichkeit der Gärreste gewährleisten, formuliert werden.

Adressen der Autoren

[1] Humboldt-Universität zu Berlin, FG Phytomedizin, Berlin
[2] Julius-Kühn-Institut, Institut für nationale und internationale Angelegenheiten der Pflanzengesundheit, Kleinmachnow
[3] Julius-Kühn-Institut, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Braunschweig
[4] Julius-Kühn-Institut, Institut für nationale und internationale Angelegenheiten der Pflanzengesundheit, Braunschweig
[5] Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Bereich Landbewirtschaftung und Nachhaltigkeit, Darmstadt
[6] Universität Rostock, Institut für Landnutzung, Rostock
[7] BioenergieBeratung Bornim GMBH, Potsdam
[8] Leibniz-Institut für Agrartechnik Bornim e. V., Potsdam

Interaktionen zwischen dem Welkepathogen *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* und dem arbuskulären Mykorrhizapilz *Glomus mosseae* in einem Tomate-Lauch Mischkultursystem

Interactions between the wilt pathogen Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici and the arbuscular mycorrhizal fungus Glomus mosseae in a tomato-leek intercropping system

Karin Hage-Ahmed[1*], Andreas Voglgruber[2], Franz Hadacek[2] und Siegrid Steinkellner[1]

Einleitung

Die Rhizosphäre, die „versteckte Welt", in der viele Interaktionen zwischen Pflanzen bzw. Pflanzen und Mikroorganismen stattfinden, stellt einen herausfordernden Ansatzpunkt für Untersuchungen zum Beginn und Verlauf von Pflanze-Pathogen-Interaktion dar. In der vorliegenden Arbeit werden anhand eines Mischkultursystems von Tomate und Lauch die Interaktionen zwischen dem bodenbürtigen Tomatenpathogen, *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (FOL), und einem symbiontischen arbuskulären Mykorrhizapilz, *Glomus mosseae* (AMF), aufgezeigt.

Material und Methoden

Pflanzenmaterial: 3 Wochen alte Tomatenpflanzen der Sorte „Tiny Tim" wurden mit 9 Wochen alten Lauchpflanzen der Sorte „Golem" in einem Gemisch aus Aussaaterde:Leca:Sand (1:1:1, v/v/v) paarweise in Töpfe pikiert. Es wurden jeweils 15 Töpfe für folgende Ansätze verwendet: Kontrolle, FOL, AMF, AMF + FOL. Die Inokulation mit FOL erfolgte durch Tauchen der Wurzeln in eine Sporensuspension (1 x 10^5 Mikrokonidien/ml), während für die AMF Inokulation ein kommerziell erhältliches Inokulum verwendet wurde (*Glomus mosseae*, BEG 12; Biorize/Agrauxine, Quimper, Frankreich).
Gewinnung von Wurzelexsudaten: Nach 10 Wochen wurden die Wurzeln der Pflanzen vom Substrat befreit und in einer Acetat-Pufferlösung (25 mmol/L, pH=5,5) für 6 h inkubiert. Die Exudate wurden mit Millipore Filtern (0,2 µm) sterilfiltriert und bis zur weiteren Verwendung bei -20°C gelagert.
FOL Befallshäufigkeit und AMF Kolonisierungsrate: Die FOL Befallshäufigkeit (Prozentsatz der infizierten Pflanzen) wurden mittels der Skala von WELLMAN (1939) und die AMF Kolonisierungsrate nach den Methoden von VIERHEILIG et al. (1998) und GIOVANETTI und MOSSE (1980) bestimmt.
Aktivitätsmessung von FOL: Volumina von 170 µl der unterschiedlichen Exsudate wurden mit 30 µl einer FOL Sporensuspension (1 x 10^7 Mikrokonidien/ml) in 96-well-Platten für 6 h und 10 min bei 24°C im Dunkeln inkubiert. Danach wurden 10 µl eines Farbstoffes (Resazurin) zugesetzt und für weitere 50 min inkubiert, um anschließend dessen Fluoreszenz (Ex: 540 nm, Em: 590 nm) mit einem Fluoreszenz-Reader (Fluostar, Omega) zu messen.
Chemische Analysen: GC-MS Messungen wurden mit einem AutoSystem XL Gaschromatographen durchgeführt. Die chemischen Komponenten der aufbereiteten Exsudate wurden mit einem gekoppelten Massenspektrometer mit einem masseselektiven Flammenionisierungsdetektor detektiert. Massenspektren wurden durch Vergleich mit Spektren aus einer kommerziellen Datenbank identifiziert.

Ergebnisse und Diskussion

Der AMF Kolonisierungsgrad in der AMF Variante (Tabelle 1) war mit 11 % signifikant höher als in der AMF+FOL Variante (2 %). Obwohl die Kolonisierungsgrade generell niedrig waren, zeichnete sich die AMF Variante im Vergleich zur Kontrolle und der Mischanwendung von AMF+FOL durch ein signifikant höheres Wurzelfrischgewicht aus. Mittels einer Korrelationsanalyse konnte jedoch nur ein mittlerer Zusammenhang zwischen Wurzelfrischgewicht und AMF Kolonisierungsgrad festgestellt werden. Im Gegensatz zu AKKÖPRÜ und DEMIR (2005) konnte in der vorliegenden Arbeit keine Reduktion von FOL durch AMF festgestellt werden. Die Ergebnisse weisen damit auf ein spezifisches Verhalten einzelner AMF Arten bzw. Stämme mit den jeweiligen Modellpflanzen (Sorten) hin.

Tabelle 1: **Wurzelfrischgewichte, AMF Kolonisierungsgrade, Aktivität von FOL nach 7 h in RFU (relative fluorescence units) (Mittelwert ± Standardabweichung) und FOL Befallshäufigkeit der unterschiedlichen Versuchsvarianten. Unterschiedliche Buchstaben in einer Spalte bedeuten signifikante Unterschiede nach [1]Mann-Whitney-Test (p=0,05) bzw. [2]Kruskal-Wallis-Test (p=0,05).**

Behandlungen	Wurzelfrischgewichte in g[1]	AMF Kolonisierungsgrad in %[1]	Befallshäufigkeit FOL in %	Aktivität von FOL nach 7 h in RFU[2]
Kontrolle	6,15 ± 1,78 a	0 a	0	983 ± 71 a
FOL	6,17 ± 2,91 a	0 a	60	1018 ± 186 a
AMF	9,73 ± 2,22 b	11 ± 7,36 c	0	953 ± 139 a
AMF+FOL	5,39 ± 3,99 a	2 ± 2,99 b	73	943 ± 158 a

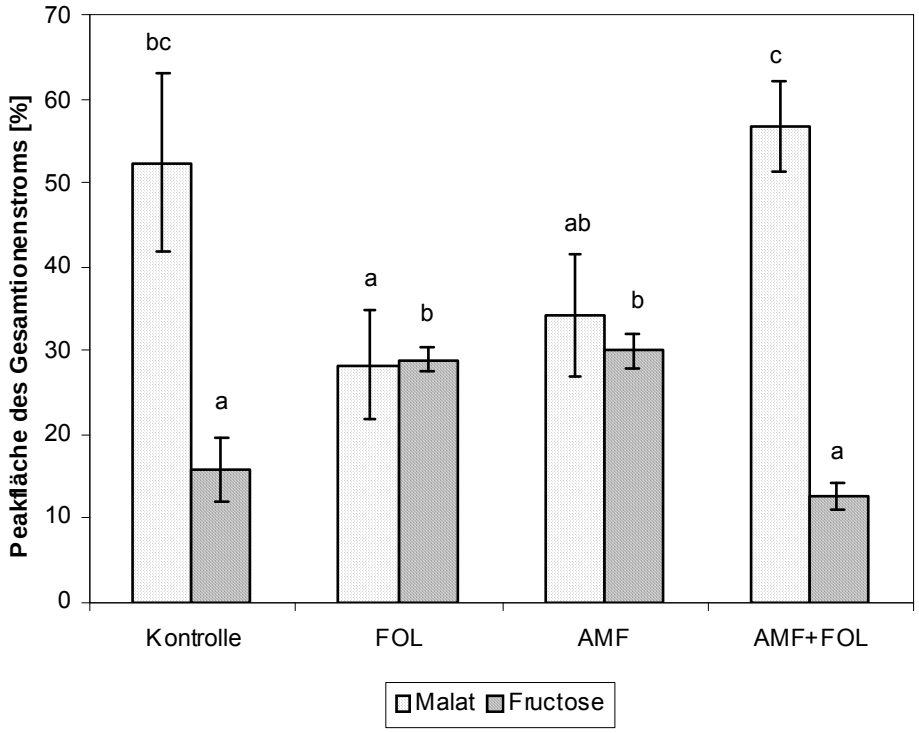


Abbildung 1: **Peakfläche des Gesamtionenstroms von Malat und Fructose in den unterschiedlichen Versuchsvarianten. Unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede der Exsudatinhaltsstoffe für die einzelnen Komponenten (ANOVA, p=0,05).**

Weiters führten die unterschiedlichen Versuchsvarianten in den unterschiedlichen Wurzelexsudaten zu keinen Aktivitätsveränderungen von FOL nach 7 h (Tabelle 1). Momentan ist noch relativ wenig über diese Dynamiken in Wurzelexsudaten bekannt. Weiterführende Untersuchungen sind daher notwendig, um mehr Einsicht in diese Vorgänge zu bekommen.
In Abbildung 1 sind erste Ergebnisse ausgewählter Exsudatinhaltsstoffe dargestellt. Für Malat, einem bekannten Inhaltsstoff von Tomatenwurzelexsudaten (KAMILOVA et. al, 2006), wurden in der Kontrolle und in den AMF+FOL Behandlungen höhere Gehalte nachgewiesen als in den AMF und FOL Einzelbehandlungen. Für Fructose zeigte sich das umgekehrte Bild. Diese ersten Analyseergebnisse weisen darauf hin, dass die unterschiedlichen Behandlungen der Versuchspflanzen die Zusammensetzung der Wurzelexsudate verändern. In weiterführenden Arbeiten sollen diese Dynamiken näher untersucht werden.

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit zeigt anhand eines Mischkultursystems von Tomate und Lauch Interaktionen zwischen dem bodenbürtigen Tomatenpathogen, *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (FOL), und

einem symbiontischen arbuskulären Mykorrhizapilz, *Glomus mosseae* (AMF), auf. Die FOL Befallshäufigkeit konnte durch den Einsatz von AMF nicht reduziert werden. Während die Zugabe von AMF+FOL keinen Einfluss auf das Wurzelfrischgewicht der Tomatenpflanzen hatte, resultierte die alleinige Zugabe von AMF in einer Steigerung des Wurzelfrischgewichtes. Weiters konnten basierend auf den ersten chemischen Analyseergebnissen der Wurzelexsudate der Tomatenpflanzen Dynamiken im Bezug auf Malat- und Fructosegehalte in den unterschiedlichen Behandlungen festgestellt werden.

Abstract

In this work a model system consisting of the soilborne pathogen *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (FOL), the symbiotic arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* (AMF) and tomato intercropped with leek was created to get more insights in the dynamics of such interactions. FOL disease incidence could not be reduced by the application of AMF, however, a positive effect on the root fresh weight of tomato could be observed. This could only be seen in treatments where AMF was applied without FOL. Furthermore, the preliminary results of the chemical analyses of the tomato root exudates give hints to dynamics in malate and fructose contents caused by different treatments.

Danksagung

Diese Forschungsarbeiten wurden aus Mitteln des FWF finanziert.

Literatur

AKKÖPRÜ, A & DEMIR, S 2005: Biological control of Fusarium wilt in tomato caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* by AMF *Glomus intraradices* and some rhizobacteria. Phytopathology 153, 544-550.

GIOVANETTI, M & MOSSE, B 1980: An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytol. 84, 489-500.

KAMILOVA F, KRAVCHENKO LV, SHAPOSHNIKOV AI; MAKAROVA N; LUTGENBERG B. 2006: Effects of the tomato pathogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* and of the biocontrol bacterium *Pseudomonas fluorescens* WCS365 on the composition of organic acids and sugars in tomato root exudate. MPMI 19, 1121–1126.

VIERHEILIG, H, COUGHLAN, AP, WYSS, U & PICHÉ, Y 1998: Ink and vinegar, a simple staining technique for arbuscular-mycorrhizal fungi. Appl. Environ. Microbiol. 64, 5004-5007.

WELLMAN, FL 1939: A technique for studying host resistance and pathogenicity in tomato Fusarium wilt. Phytopathology. 29:945-956.

Adressen der Autoren

[1] Institut für Pflanzenschutz, DAPP, Universität für Bodenkultur Wien, Peter Jordan-Straße 82, A-1190 Wien.

[2] Department für Chemische Ökologie und Ökosystemforschung, Universität Wien, Althanstraße 14, A-1090 Wien.

[*] Ansprechpartnerin: Karin HAGE-AHMED, karin.hageahmed@boku.ac.at

Effekte von Fusariumbefall und Mykorrhizierung bei Tomate und Basilikum in Co-Kultur

Effects of Fusarium infestation and mycorrhization of tomato and basil in dual culture

Johannes Krammer, Karin Hage-Ahmed und Siegrid Steinkellner

Einleitung

Dem Anbau von Kulturpflanzen in Mischkultur werden neben einer idealen Pflanzenentwicklung insbesondere positive Auswirkungen auf die Pflanzengesundheit zugeschrieben. In verschiedenen Studien konnte ein reduziertes Auftreten biotischer Schadfaktoren in Mischkulturen beobachtet werden, zudem ist eine dadurch bedingte Einschränkung in der Verbreitung von Pflanzenkrankheiten und Schädlingen belegt. Kombinationskriterien für Mischkulturen sind unter anderem Wuchshöhe, Wurzelentwicklung, Licht- und Nährstoffbedarf, Wirkung auf andere Pflanzen und Schädlinge. In der vorliegenden Studie wurde untersucht, wie sich die Kolonisierung von Tomaten-bzw. Basilikumwurzeln mit dem arbuskulären Mykorrhizapilz *Glomus mosseae* (AMF) bzw. die Infektion mit den Welkepathogenen *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (FOL) und *Fusarium oxysporum* f.sp. *basilici* (FOB) auf Wachstumsparameter bei Tomate und Basilikum auswirken. Weiters wurden biochemische Veränderungen (Phenolgehalt) im Pflanzenmaterial untersucht. Erste Ergebnisse werden am Beispiel der Tomate in Dualkultur vorgestellt.

Material und Methoden

Versuchsaufbau: 3 Wochen alte Tomatenpflanzen (Sorte „Tiny Tim“) wurden in einem Substrat bestehend aus Aussaaterde, Leca und Sand (1:1:1, v/v/v) jeweils paarweise in Töpfe pikiert. Folgende Versuchsvarianten wurden getestet: Unbehandelte Kontrolle, FOL, FOB, AMF, AMF + FOL, AMF + FOB. Der Versuch wurde mit jeweils 3 Wiederholungen zu 10 Töpfen durchgeführt. Die Inokulation mit FOL und FOB erfolgte durch Eintauchen der Wurzeln (3 min) in eine Sporensuspension mit 1 x 10^5 Mikrokonidien/mL. Für die Inokulation mit dem arbuskulären Mykorrhizapilz (4 mL pro Pflanze) wurde *Glomus mosseae* als kommerziell erhältliches Inokulum (Biorize/Agrauxine, Quimper, Frankreich) eingesetzt. Nach 10 Wochen wurden die Tomatenpflanzen geerntet. Die ausgewaschenen Wurzeln sowie das Sprossmaterial wurden in Papiertüten bei 33°C über 2 Wochen getrocknet.
Bestimmung des Mykorrhizierungsgrades und des Fusariumbefalls: Der Erhebung des Fusariumbefalls erfolgte nach WELLMAN (1939). Für die Bestimmung des Mykorrhizierungsgrades wurden die Wurzeln nach der Methode von VIERHEILIG et al. (1998) gefärbt und nach GIOVANETTI und MOSSE (1980) ausgewertet.
Extraktion des Probenmaterials: 100 mg gemahlenes Probenmaterial der getrockneten Laubblätter wurde mit 16 mL MeOH/dH_2O (1:1, v/v) bei Raumtemperatur 30 min in einem Ultraschallbad extrahiert, gefiltert und für weitere Untersuchungen bei -18°C gelagert.
Bestimmung des Gesamtphenolgehalts: Der Gesamtphenolgehalt wurde mittels der Folin-Ciocalteu Methode (SINGELTON et al., 1999) bestimmt. Zu 100 µL des Methanolextrakts der Proben wurden 2,0 mL dH_2O und 100 µL Folin-Ciocalteu Reagens hinzugefügt. Nach 3 Minuten wurde 200 µL gesättigte Na_2CO_3 Lösung hinzugefügt und mit dH_2O auf ein Endvolumen von 5 mL aufgefüllt. Nach 1 h Inkubation im Dunkeln wurde die colorimetrische Reaktion mit einem Spektrophotometer bei 725 nm gemessen. Der Gesamtphenolgehalt der Proben wurde in mg Kaffeesäureequivalente pro g Trockengewicht ausgedrückt.

Ergebnisse und Diskussion

Das niedrigste Wurzeltrockengewicht von 0,20 g weist die Varianten AMF+FOL auf (Tabelle 1). Alle anderen Varianten liegen höher, unterscheiden sich aber nicht signifikant von AMF+FOL. Ähnlich verhält es sich mit den Sprosstrockengewichten. Das niedrigste Sprosstrockengewicht von 1,25 g weist die Varianten AMF+FOL auf. Signifikante Unterschiede zu den anderen Varianten sind jedoch nicht auszumachen. Ein positiver Einfluss auf das Wurzelgewicht bzw. Sprossgewicht durch AMF konnte

bei dem vorliegenden niedrigen Kolonisierungsgrad nicht beobachtet werden. Bei den Kolonisierungsgraden lässt sich keine höhere Kolonisierung in der reinen AMF Variante gegenüber der Mischvariante AMF+FOL und AMF+FOB feststellen. Die Befallshäufigkeit von FOL im Tomate-Tomate-System wurde durch eine Mischanwendung von FOL und AMF nicht reduziert. Das Basilikumpathogen FOB bewirkte bei Tomate keine Infektion und zeigte keine Auswirkungen auf die Wachstumsparameter. In Abbildung 1 ist der Phenolgehalt der Tomatenblattproben der einzelnen Varianten dargestellt. Der Phenolgehalt in der Variante AMF (9,96 mg) liegt signifikant höher als in AMF+FOL (8,51 mg). Alle weiteren 4 Varianten (Kontrolle 9,58 mg, FOL 9,40 mg, FOB 9,84 mg, AMF+FOB 9,63 mg) unterscheiden sich nicht signifikant von den vorher genannten Varianten. Dies deutet auf eine Beeinflussung des Phenolgehalts durch die Kombination von AMF und FOL gegenüber der reinen AMF Variante hin.

Tabelle 1: **Trockengewichte, AMF Kolonisierungsgrad (MW ± Standardabweichung) und Fusariumbefall. Unterschiedliche Buchstaben in einer Spalte weisen auf signifikante Unterschiede hin (p=0,05)**

Behandlungen	Trockengewicht Wurzel	Trockengewicht Spross	AMF Kolonisierungsgrad in %	Befallshäufigkeit *Fusarium oxysporum* in %
Kontrolle	0,27 ± 0,12 a	1,60 ± 0,46 a	0,00 a	0
FOL	0,26 ± 0,17 a	1,45 ± 0,84 a	0,00 a	59
FOB	0,28 ± 0,13 a	1,51 ± 0,46 a	0,00 a	0
AMF	0,31 ± 0,14 a	1,73 ± 0,68 a	1,00 ± 0,00 b	0
AMF + FOL	0,20 ± 0,14 a	1,25 ± 0,74 a	1,07 ± 0,26 b	65
AMF + FOB	0,30 ± 0,11 a	1,68 ± 0,46 a	1,07 ± 0,26 b	0

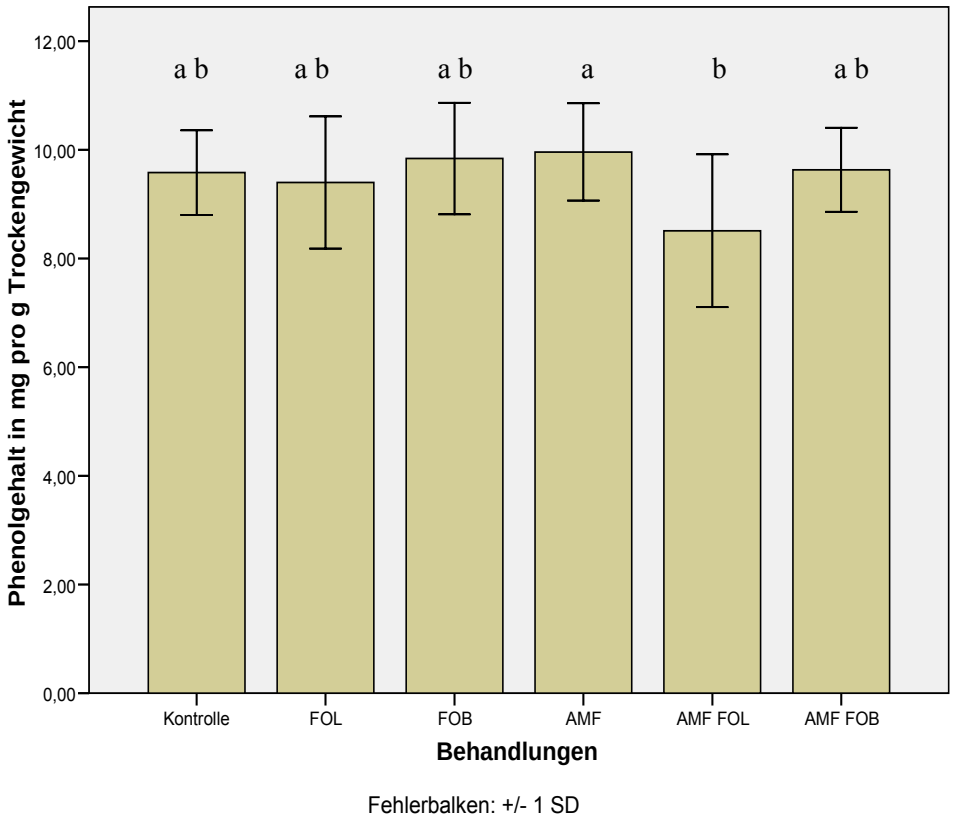


Abbildung 1: **Phenolgehalte in mg pro g Trockengewicht (Tomatenblattproben) in den Versuchsvarianten (MW ± Standardabweichung). Unterschiedliche Buchstaben in einer Spalte weisen auf signifikante Unterschiede hin (p=0,05).**

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurden Interaktionen zwischen dem bodenbürtigen Tomatenpathogen *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (FOL), dem Basilikumpathogen *Fusarium oxysporum* f.sp. *basilici* (FOB) und einem symbiontischen arbuskulären Mykorrhizapilz *Glomus mosseae* (AMF) in einem Dualkultursystem bei Tomate getestet. Die FOL-Befallshäufigkeit konnte durch den Einsatz von AMF nicht reduziert werden. Die geringe Wurzelkolonisierungsrate von AMF wurde durch FOL und FOB nicht signifikant beeinflusst. Das Wurzeltrockengewicht und das Sprosstrockengewicht wurden weder durch die Pathogene noch durch den Symbionten signifikant beeinflusst. Der Phenolgehalt zeigte nur zwischen den Variante AMF und AMF+FOL signifikante Unterschiede. In weiterführenden Forschungsarbeiten werden diese Interaktionen an Basilikum-Dualkulturen bzw. Tomate/Basilikum-Dualkulturen untersucht.

Abstract

In the present study the interaction of the soil borne tomato pathogen *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (FOL), the basil pathogen *Fusarium oxysporum* f.sp. *basilici* (FOB) and the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* (AMF) in dual culture of tomato was tested. The FOL-infection rate was not reduced due to the root colonization with AMF and the root colonization with AMF was not affected by the root pathogens FOL and FOB. Moreover, the root and shoot dry weights were neither affected by the pathogens nor by the symbiont. The AMF treatment showed a significant higher concentration of total phenolics than the AMF+FOL treatment. Further studies are on the way, to elucidate these interactions in basil as well as in tomato/basil dual culture systems.

Danksagung

Diese Forschungsarbeiten wurden teilweise aus Mitteln des FWF finanziert.

Literatur

GIOVANETTI M, MOSSE B, 1980: An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytol. 84: 489-500.

SINGLETON et al, 1999: Analysis of total phenols and other antioxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. In: Methods in Enzymology 299, 152-178.

VIERHEILIG H, COUGHLAN AP, WYSS U, PICHÉ Y. 1998: Ink and vinegar, a simple staining technique for arbuscular-mycorrhizal fungi. Appl. Environmental Microbiology 64: 5004-5007.

WELLMAN FL, 1939: A technique for studying host resistance and pathogenicity in tomato fusarium wilt. Phytopathology 29, 945-956.

Adressen der Autoren

[1] Institut für Pflanzenschutz, Department für Angewandte Pflanzenwissenschaften und Pflanzenbiotechnologie, Universität für Bodenkultur Wien, Peter Jordan-Straße 82, 1190 Wien.

[*] Ansprechpartner: Johannes KRAMMER, j.krammer@students.boku.ac.at

Dampfbehandlung gegen samenbürtige Pilze bei Karotte

Vapor heat treatment of carrot seed to eliminate seed borne fungi

Karin Steinböck und Siegrid Steinkellner

Einleitung

Saatgutgesundheit ist eine wesentliche Grundlage für die Produktion von gesunden, widerstandsfähigen Pflanzen. Gängige Methoden zur Eliminierung samenbürtiger, pflanzenpathogener Pilze sind die chemische Beizung, die Heißwasserbehandlung und die Elektronenbeizung, mit all ihren Vor- und Nachteilen. Die Behandlung von Saatgut mittels Wasserdampf stellt besonders in der biologischen Produktion eine kostengünstige und umweltfreundliche Alternative zur chemischen Beizung dar. Die Dampfbehandlung von Saatgut wurde bereits in den 1940er-Jahren als effektive Methode zur Reduktion von samenbürtigen Pathogenen propagiert und ihre Anwendung auch für große Saatgutmengen angeregt (MC WHORTER, MILLER, 1944). Der gesteigerte Bedarf an biologisch produziertem Saatgut in den letzten Jahren führte zu einer zunehmenden Nachfrage an alternativen Saatgutbehandlungsmethoden und damit zu einem Revival der Saatgutbehandlung mittels Heißwasser oder Dampf. Als Herausforderung gilt es, bei der Behandlung die geeignete Temperatur und Zeit zu wählen, um einerseits möglichst viele Pathogene abzutöten, andererseits aber die Keimfähigkeit zu gewährleisten. In der vorliegenden Arbeit wurden untersucht, mit welchen Temperatur/Zeitkombinationen bei Karottensaatgut unterschiedlicher Korngröße (Saatgut der Hauptdolde bzw. der Nebendolde) der optimale Behandlungserfolg, d.h. hohe Keimfähigkeit bei gleichzeitiger Eliminierung des Karottenpathogens *Alternaria dauci,* erzielt werden kann.

Material und Methoden

Sorten: Das Karottensaatgut wurde vom Verein Arche Noah für die Dampfbehandlung zur Verfügung gestellt. Verwendet wurden die Sorten Mrkva Zuta und Mrkva Kratka Rana aus dem Erntejahr 2010. Die beiden Sorten wurden nach Samen der Hauptdolde und Samen der Nebendolde unterschieden.
Dampfbeizgerät: Das Dampfbeizgerät besteht aus einer großen Pflanzenuntertasse, auf der ein Trichter mit verstellbaren Kunststoffrohren sitzt. Dieser ist mittels Schlauch mit einem Dampf produzierenden Kanister verbunden. In den Trichter führt ein Temperaturfühler, wodurch der Temperaturverlauf des Beizvorganges verfolgt werden kann. Die Regelung der Luftzufuhr und somit der Behandlungstemperatur erfolgt über ein Rohrsystem mit verstellbaren Luftlöchern. Das Saatgut wird unter dem Trichter auf einem Metallsieb positioniert. Dieses Gerät wurde für den Verein Arche Noah von SUANJAK und KAJTNA (2010) basierend einem Modell von Heller (2010) modifiziert (Abb. 1 & 2).

Abbildung 1: **Dampfbeizgerät**

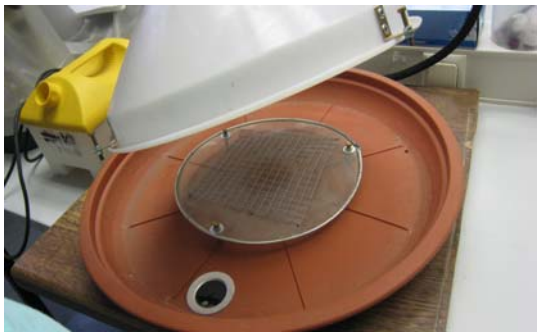


Abbildung 2: **Positionierung des Saatgutes unter dem Trichter**

Beizvorgang: Die Dampfbehandlung wurde anhand von 3 Temperatur/Zeit Kombinationen überprüft. 65°C für 90 Sekunden (Heller, 2007), 67°C für 90 Sekunden und 65°C für 120 Sekunden. Anschließend wurden die Samen bei 30°C für mindestens 24 Stunden rückgetrocknet.
Keimprüfung: Es wurden insgesamt 100 Samen mit 4 Wiederholungen zur Keimprüfung angelegt und nach den ISTA Kriterien (ISTA, 2011) ausgewertet. Die Keimung erfolgte in 1l Plastikschalen mit Deckel und speziellem Faltenfilter. Die Keimschalen wurden bei 20°C und alternierender Beleuchtung (12 Stunden hell, 12 Stunden dunkel) aufgestellt. Nach 7 Tagen erfolgte eine Erstauszählung der gekeimten Samen und nach 14 Tagen eine Endauswertung.
Gesundheitsprüfung: Die Gesundheitsprüfung erfolgte ebenfalls nach ISTA Kriterien in Petrischalen mit Malzagar (ISTA, 2011). Je 10 Samen pro Schale wurden 7 Tage bei 20°C in Dunkelheit kultiviert. Anschließend erfolgte die mikroskopische Unersuchung auf Pathogenbefall. Es wurden 200 Samen je Temperatur/Zeit Kombination auf Befall mit Pathogenen insbesondere *Alternaria* sp. untersucht.

Ergebnisse und Diskussion

Die Saatgutindustrie versucht die biologische Qualität der Samen zu verbessern, jedoch zeigen sich vor allem bei Beizung mit Fungiziden bereits Resistenzen, speziell beim samenbürtigen Karottenpathogen *Alternaria dauci (*HELLER, RAZAVIE, 2007). Eine ressourcenschonende, kostengünstige und v.a. für die biologische Produktion geeignete Alternative kann die Dampfbeize bieten.
Abbildung 3 zeigt die Ergebnisse der Gesundheitsprüfung für Saatgut der Sorte Mrkva Kratka Rana (Hauptdolde). Augenscheinlich ist, dass alle Samen der Kontrollgruppe einen Befall mit Mikroorganismen aufweisen, während bei den 3 gebeizten Varianten 200 Samen der Großteil gesund ist. *Alternaria* ist, mit 93,6% infizierten Samen, am häufigsten in der Kontrollgruppe zu finden. Ansonsten treten wenig andere Krankheiten auf. Bei der Variante 65°C/90 Sekunden sind 87,5% der behandelten Samen gesund, in geringem Ausmaß treten *Alternaria sp.* und bakteriell befallene Samen auf. Die Variante 65°C/90 Sekunden zeigt im Vergleich den besten Wirkungsgrad mit den meisten gesunden Samen und dem geringsten *Alternaria*-Befall. Variante 67°C/90 Sekunden zeigt den zweithöchsten Wirkungsgrad der Behandlung mit 90% gesunden Samen.

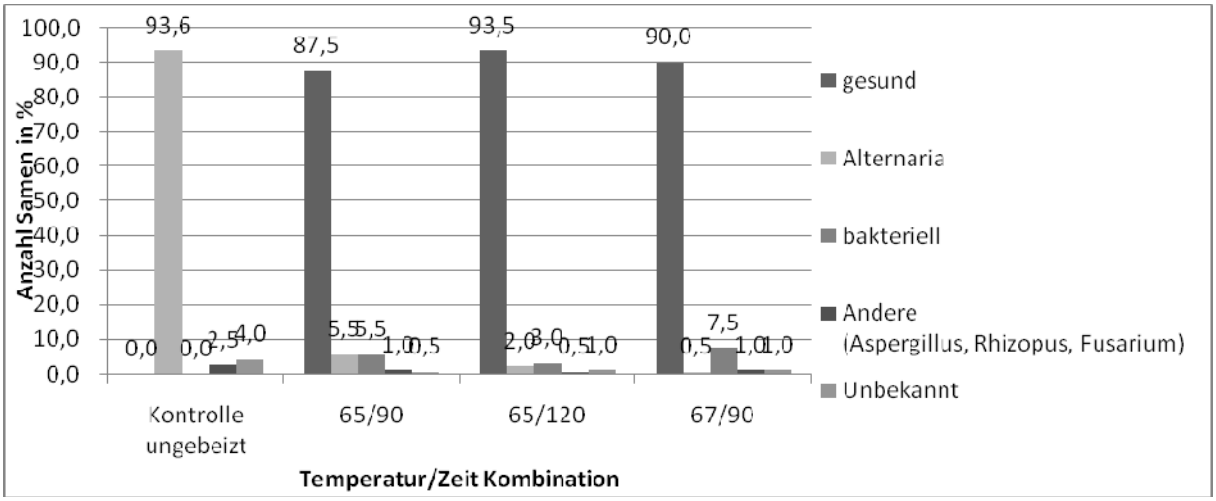


Abbildung 3: **Gesundheitsprüfung Karottensorte Mrkva Kratka Rana Hauptdolde,Versuch 2011**

Tabelle 1: **Keimfähigkeit von Karottensaatgut bei unterschiedlichen Temperatur/Zeit Kombinationen im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle in %**

Sorte	***Kontrolle***	***65°C/90s***	***65°C/120s***	***67°C/90s***
Mrvka Zuta HD*[1]	72	72,75	76	76,5
Mrvka Zuta ND[*2]	33,5	39	40	40,25
Mrvka Kratka Rana HD	88,25	86,25	82,75	89,5
Mrvka Kratka Rana ND	82,25	84	77,75	84,25

[*1]Samen der Hauptdolde , [*2]Samen der Nebendolde

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse der Keimfähigkeitsprüfung für die verwendeten Karottensorten Mrvka Zuta und Mrvka Kratka Rana dargestellt. Die Sorten wurden jeweils unterschieden in Samen der Hauptdolde (HD) und Samen der Nebendolde (ND). Die Keimfähigkeit der unbehandelten Kontrolle lag bei allen Sorten unter der der dampfgebeizten Samen. Die Samen der Hauptdolde hatten eine höhere Keimfähigkeit, als die Samen der Nebendolde, sowohl bei Mrkva Zuta, als auch bei Mrvka Kratka Rana. Es ist ersichtlich, dass die Variante 67°C für 90 Sekunden bei allen Sorten einen geringen Vorsprung in der Keimfähigkeit aufweist. Generell liegt die Sorte Mrvka Zuta mit der Keimfähigkeit hinter der Sorte Mrvka Krakta Rana. Auffällig ist, dass die Behandlung bei fast allen Varianten zu einer verbesserten Keimfähigkeit führt, wenn auch nur in geringem Ausmaß.

Zusammenfassung

Gesundes Saatgut liefert die Grundlage für gesunde Pflanzen. Gängige Methoden um gesundes Saatgut zu erzeugen sind die chemische Beizung, Heißwasserbehandlung, und Elektronenbeizung. Im biologischen Gemüsebau sind einige dieser Methoden nicht erlaubt bzw. teuer. Eine kostengünstige und zudem umweltschonende Methode bietet die Dampfbehandlung. Die vorliegenden Untersuchungen zeigen, dass die Keimfähigkeit von Karottensaatgut durch die Dampfbehandlung nicht beeinträchtigt wird. Bei *Alternaria* sp. konnte bei allen Temperatur/Zeit Varianten eine eindeutige Reduktion des Pathogenbefalls im Vergleich zur unbehandelten Kontrollgruppe festgestellt werden. Für kleine, biologisch wirtschaftende Unternehmen kann die Dampfbehandlung von Saatgut, insbesondere bei kleinen Saatgutmengen, eine wirksame und leistbare Alternative darstellen.

Abstract

Seed health provides the basis for healthy plants. Current methods to provide healthy seeds are chemical treatment, hot-water-treatment and electron treatment. Referring to organic agriculture some of these methods are not permitted or rather expensive. A competitive and further more environment friendly method is vapor heat treatment. Germination capacity is not being affected by this method. Moreover each tested temperature/time combination showed a reduction of *Alternaria* sp. compared to the untreated control. Especially for small, organic companies seed treatment with vapor heat can be an effective and cheap alternative.

Danksagung

Dem Verein Arche Noah (Schiltern, Niederösterreich) sei für die Bereitstellung des Dampfbeizgerätes und des Saatgutes herzlich gedankt.

Literatur

MC WHORTER F; MILLER P, 1944: The Application of Vapor Heat as a Practical Means of Disinfecting Seeds. Phytopathology 34: 935.

HELLER W; RAZAVI E, 2007: Mit Dampf zu gesundem Gemüse-Saatgut?. Der Gemüsebau 5/2007: 10-11.

SUANJAK M; KAJTNA B, 2010: Den Samen Dampf machen… ARCHE NOAH Magazin 3/2010. 16-17.

HELLER W, 2010: Désinfection des semences á la vapeur aérée: le céleri. Agroscope 2010. sp

THE INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (Hrsg.) (2011): International Rules for Seed Testing. Edition 2011/1

Adressen der Autorinnen

Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Pflanzenschutz, Peter-Jordan-Straße 82, 1190 Wien

* Ansprechpartnerin: Karin STEINBÖCK, k.steinboeck@gmx.net

Cherry leaf roll virus (CLRV) – ein Virus breitet sich in Finnland in verschiedenen Birken-Arten aus

Cherry leaf roll virus (CLRV) an emerging virus in Finland affecting several birch species

Susanne von Bargen[1*], Luise Dierker[1], Risto Jalkanen[2] und Carmen Büttner[1]

Einleitung

In Finnland treten seit 2002 Virus-verdächtige Symptome an Birkenblättern auf (JALKANEN et al. 2007). Zu den betroffenen *Betula*-Arten zählen Hängebirke (*B. pendula*), Moorbirke (*B. pubescens* ssp. *pubescens*), Bergbirke (*B. pubescens* ssp. *czerepanovii*), Zwergbirke (*B. nana*), Kiilopää-Birke (*B. pubescens* var. *appressa*) sowie die Karelische Birke (*B. pendula* ssp. *carelica*). In diesen Birken-Arten konnte das Kirschenblattrollvirus (*Cherry leaf roll virus*, CLRV) nachgewiesen werden (VON BARGEN et al. 2009). CLRV ist ein einzelsträngiges RNA-Virus mit einem bipartiten Genom (Familie *Secoviridae*, Genus Nepovirus), welches vorwiegend Laubgehölze infiziert. In Finnland sowie in angrenzenden Ländern (Nordschweden und –norwegen) nimmt die Verbreitung der Symptome in Birkenbeständen seitdem zu und betreffen sowohl Straßen- und Stadtbäume als auch Bestände in Waldgebieten wie beispielsweise dem Urho Kekkonen Nationalpark in Lappland. Die Verbreitungswege des Virus in Finnland sind bislang unklar. CLRV wird durch Pollen und Samen (RUMBOU et al. 2009) sowie mechanisch übertragen. Eine Vektor-vermittelte Übertragung konnte bisher nicht gezeigt werden, obwohl CLRV in Insekten wie der Birkenwanze (*Kleidocerys resedae*), der Gemeinen Birkenzikade (*Kybos lindbergi*) sowie Blattläusen detektierbar war.

Material und Methoden

Das Auftreten von Virus-verdächtigen Symptomen wurde in Finnland landesweit seit dem Jahr 2006 untersucht. Symptome in finnischen Birkenbeständen wurden mit denen an Birken von anderen Europäischen Standorten verglichen. 77 Bäume sechs verschiedener Birken-Arten bzw. Unterarten aus verschiedenen Regionen Finnlands wurden zudem auf eine CLRV-Infektion mittels IC-RT-PCR untersucht. Desweiteren wurde versucht, CLRV aus finnischen Birken auf Biotestpflanzen mittels mechanischer Inokulation zu übertragen bzw. durch Pfropfung auf Birkensämlinge Symptome in den Unterlagen zu induzieren. Von Proben ausgewählter Standorte wurden verschiedene Genombereiche des Virus mit drei verschiedenen Primerpaaren mittels „immunocapture-reverse transcription-polymerase chain reaction“ (IC-RT-PCR) amplifiziert. Fragmente der 3´ nicht-kodierenden Region der RNA1-kodierten Polymerase-Sequenz sowie Teile des RNA2-kodierten Hüllprotein-Cistrons wurden sequenziert und mit phylogenetisch charakterisierten CLRV-Isolaten (REBENSTORF et al. 2006) verglichen.

Ergebnisse und Diskussion

Blattsymptome an CLRV-infizierten Birken sechs verschiedener Arten umfassen chlorotische Adernbänderungen, Linienmuster, nekrotische Läsionen und Abwärtsrollen. Sie sind im nördlichen Skandinavien sehr vielfältig und stärker ausgeprägt als in Birken aus Deutschland, die mit dem Virus infiziert sind (Abbildung 1). Erkrankte Birken treten in allen Regionen Finnlands auf und es konnte gezeigt werden, dass 57 % der untersuchten Bäume mit CLRV infiziert waren (Tabelle 1). Im Gegensatz zu den CLRV-Isolaten aus Birken deutscher Standorte gelang die Übertragung aus finnischem Birkenmaterial bisher weder durch mechanische Inokulation von krautigen Pflanzen noch durch Pfropfung. Zudem deuten Sequenzvergleiche des Hüllprotein-kodierenden Bereichs und der 3´ nicht-kodierenden Region darauf hin, dass in Birken finnischer Standorte eine atypische CLRV-Population vertreten ist. Diese für Birken atypischen Virus-Varianten könnten sowohl eine Ursache für die verstärkte Symptomausprägung in den finnischen Birken sein als auch die schnelle Verbreitung des Virus bedingen.

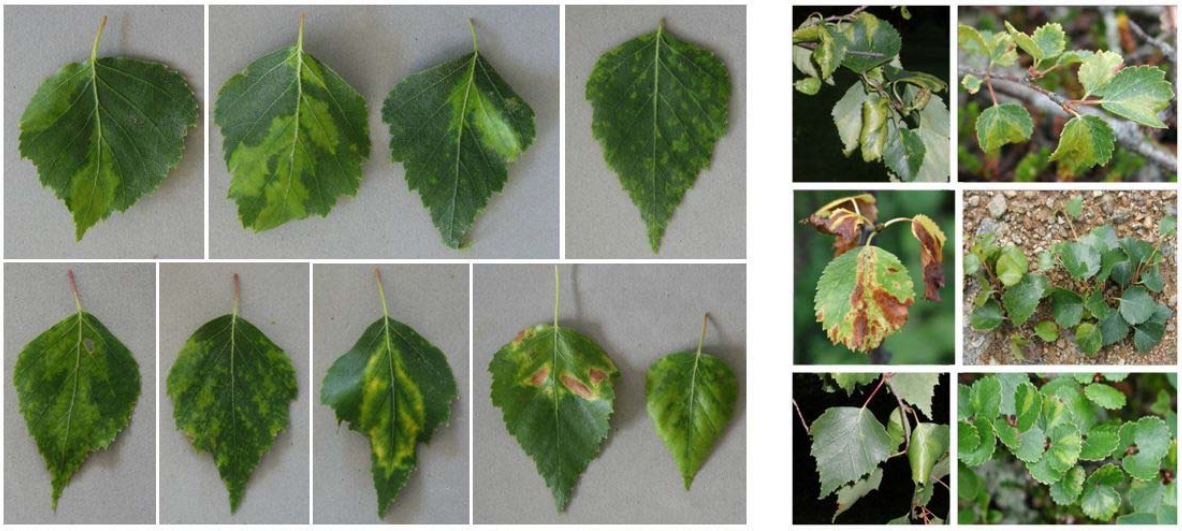


Abbildung 1: **Vergleich von Symptomen an Birkenblättern CLRV-infizierter Bäume in Berlin (links) und Finnland (rechts).**

Tabelle1: **Übersicht von Birkenarten in Finnland mit Anzahl der beprobten Bäume mit Virus-verdächtigen Symptomen und Anzahl CLRV-positiv getesteter Bäume**

Birkenart	Bäume mit Virus-verdächtigen Symptomen [n]	CLRV-positive [n]
B. pubescens ssp. *pubescens*	34	20
B. pendula	27	14
B. pubescens ssp. *czerepanovii*	6	2
B. pubescens var. *appressa*	5	5
B. nana	4	2
B. pendula var. *carelica*	1	1
Summe	77	44

Zusammenfassung

Virus-verdächtige Symptome darunter Adernbänderung, Blattrollen, Chlorosen und nachfolgende Nekrosen wurden an Birkenblättern in Finnland, Nordnorwegen und –schweden beschrieben. Die Krankheitssymptome in Moor-, Hänge-, Zwerg-, Bergbirke sowie Kiilopää Birke und Karelische Birke konnten mit einer Infektion des Kirschenblattrollvirus (CLRV) assoziiert werden. CLRV ist ein Positiv-Strang RNA-Virus (Familie *Secoviridae*, Genus *Nepovirus*), welches vorwiegend Laubgehölze infiziert. In Finnland konnte seit dem ersten Auftreten 2002 eine zunehmende Verbreitung der Symptome in Birkenbeständen beobachtet werden und das Virus wurde seit 2006 landesweit in befallenen Birken nachgewiesen. Symptome treten sowohl an Straßenbäumen und im städtischen Grün auf als auch in Waldgebieten wie dem Urho Kekkonen Nationalpark in Lappland. Symptome an CLRV-infizierten Birken im nördlichen Skandinavien und Finnland unterscheiden sich von betroffenen Birken anderer Europäischer Standorte und es gelang bisher nicht CLRV aus finnischen Birken durch mechanische Inokulation oder Pfropfung zu übertragen. Zudem deuten Sequenzvergleiche des Hüllprotein-kodierenden Bereichs und der 3´ nicht-kodierenden Region darauf hin, dass in Birken finnischer Standorte eine atypische CLRV-Population vertreten ist.

Abstract

Virus-related symptoms such as vein banding, leaf roll, chlorosis, and subsequent necrosis were increasingly found on birch leaves throughout Finland, northern Norway and Sweden. Disease symptoms occurring on downy birch, silver birch, dwarf birch, Kiilopää birch, mountain birch and curly birch could be associated with an infection of *Cherry leaf roll virus* (CLRV). CLRV is a positive

stranded plant RNA virus (*Secoviridae* family, genus *Nepovirus*) infecting primarily deciduous trees and shrubs. In Finland disease symptoms in birch trees are spreading since their first record in 2002 and a countrywide incidence of CLRV could be shown in affected-birch trees tested since 2006. Symptoms are observed in roadside trees and birches growing in urban areas, but are also found in seed production stands and for instance the countryside of the Urho Kekkonen national park in Lapland. Symptoms observed in CLRV-infected birches in northern Fennoscandia differ from virus-affected birches from other European countries and it was not possible to obtain a CLRV isolate from a Finnish site by rub inoculation or grafting. Additionally, sequences obtained from the viral coat protein- and replicase-coding region as well as from the 3´ non-coding region indicate towards the presence of a unique sequence population of CLRV-variants in Finnish birches.

Danksagung

Dankenswerterweise dürfen wir unsere Arbeiten - seit Beginn der Großbaumaßnahmen an unserem Gebäude - am Julius Kühn-Institut in Dahlem durchführen. Finanziell wurden die Arbeiten durch die DFG (Förderkennzeichen: BU890/14-1) unterstützt.

Literatur

JALKANEN R, BÜTTNER C, VON BARGEN S, 2007: Cherry leaf roll virus, CLRV, abundant on Betula pubescens in Finland. Silva Fennica 41, 755-762.
REBENSTORF K, CANDRESSE T, DULUCQ MJ, BÜTTNER C, OBERMEIER C, 2006: Host Species Dependent Population Structure of a Pollen-Borne Plant Virus, Cherry leaf roll virus. Journal of Virology 80, 2453-2462.
RUMBOU A, VON BARGEN S, BÜTTNER C, 2009: A model system for plant-virus interaction - Infectivity and seed transmission of Cherry leaf roll virus (CLRV) in Arabidopsis thaliana. European Journal of Plant Pathology 124, 527-532.
VON BARGEN S, GRUBITS E, JALKANEN R, BÜTTNER C, 2009: Cherry leaf roll virus – an emerging virus in Finland? Silva Fennica 43, 727-738.

Adressen der Autoren

[1] Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Department für Nutzpflanzen- und Tierwissenschaften, c/o JKI, Königin-Luise Straße 19, 14195 Berlin

[2] The Finnish Forest Research Institute Metla, Northern Research Unit, Eteläranta 55, FI-96300 Rovaniemi, Finnland

[*] Ansprechpartnerin: DR. Susanne VON BARGEN, susanne.von.bargen@agrar.hu-berlin.de

Erster Nachweis von CLRV und EMARAV in Laubgehölzen in Schweden

First report of CLRV and EMARAV in deciduous trees in Sweden

Susanne von Bargen[1*], Nick Arndt[1], Luise Dierker[1], Risto Jalkanen[2] und Carmen Büttner[1]

Einleitung

In Schweden zählen Birken (*Betula* spp.) und Ebereschen (*Sorbus aucuparia*) zu den nativen Laubhölzern, die aufgrund ihrer Frosthärte in Europa auch bis zur nördlichsten Baumgrenze verbreitet sind. Die Vertreter beider Taxa sind wichtige Pioniergehölze, deren Vorhandensein wesentlich zur Diversität von Fauna und Flora z.B. im Zuge der natürlichen Sukzession von Lichtungen in den Koniferen-dominierten Wäldern der borealen Zone Skandinaviens beiträgt. Symptome einer Infektion, wie sie durch das *Cherry leaf roll virus* (CLRV) verursacht werden, wurden bereits an Birken in Nordschweden beschrieben (JALKANEN et al. 2007). Ebenso wurden Ringfleckensymptome, die mit dem *European mountain ash ringspot-associated virus* (EMARAV) assoziiert sind, an Ebereschen in der Region Norrbotten festgestellt (VALKONEN und RÄNNÄLI 2010). Bisher konnte keines der beiden Viren in Schweden nachgewiesen werden.

Material und Methoden

Im Sommer 2010 wurden Blattproben zweier *Betula*-Arten (*B. pendula* und *B. pubescens*) sowie Ebereschen mit Virus-verdächtigen Symptomen von verschiedenen schwedischen Standorten mittels „immunocapture-reverse transcription-polymerase chain reaction" (IC-RT-PCR) auf eine Infektion mit CLRV untersucht. Verwendet wurden universelle CLRV-Primer (WERNER et al. 1997), die ca. 420 bp des hochkonservierten C-Terminus des bipartiten CLRV-Genoms bzw. RNA2-spezifische Primer, die einen Teil des Hüllprotein-kodierenden Bereichs amplifizieren (VON BARGEN et al. 2009). Zudem wurde aus den Ebereschen Gesamt-RNA isoliert und nach cDNA-Synthese mittels random hexamer Primer durch spezifische Primerpaare (MIELKE et al. 2008) die vier genomischen RNAs des EMARAV detektiert. Amplifizierte Fragmente wurden gereinigt und sequenziert.

Ergebnisse und Diskussion

Elf untersuchte Birken von neun verschiedenen Standorten wiesen unabhängig von der Art Scheckungen und Rollen, chlorotische und nekrotische Linienmuster, Ringflecken und oder Adernbänderungen der Blätter auf. Fiederblätter der 14 in Schweden beprobten Ebereschen (fünf Standorte) zeigten chlorotische Ringflecken und Linienmuster sowie Scheckungen.

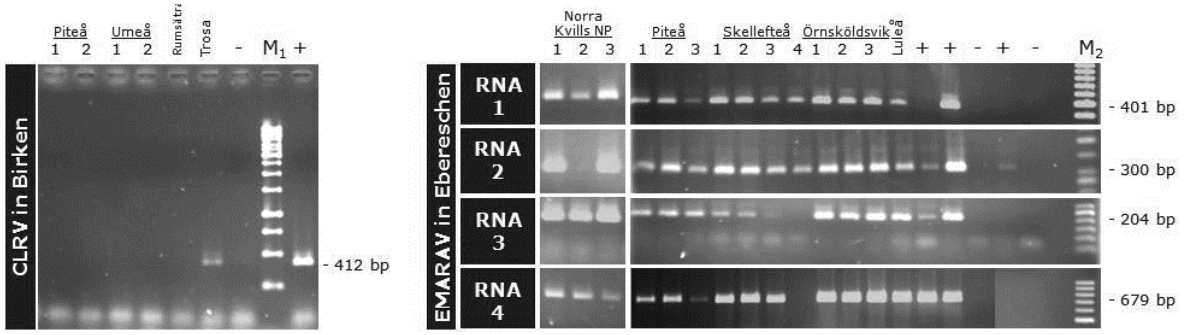


Abbildung 1: **Links: CLRV-Nachweis mittels IC-RT-PCR in 6 *Betula* sp. von vier verschiedenen Standorten (Piteå, Umeå, Rumsätra, Trosa) in Schweden unter Verwendung der universellen CLRV-Primer. Rechts: Nachweis der viralen RNA1 bis RNA4 des EMARAV mittels RT-PCR in 14 Ebereschen von 5 verschiedenen Standorten (Norra Kvills NP, Piteå, Skellefteå, Örnsköldsvik, Luleå).**

CLRV-spezifische Genombereiche der 3´nicht-kodierenden Region (3´NCR) und des Hüllproteins ließen sich in einer der 11 getesteten Birken nachweisen. Alle 14 untersuchten Ebereschen der fünf Standorte (Norra Kvills NP, Piteå, Skellefteå, Örnsköldsvik, Luleå) waren mit EMARAV infiziert (Abbildung 1). Es konnte keine CLRV-Infektion in Ebereschen detektiert werden, obwohl das Virus in dieser Baumart bereits nachgewiesen wurde (REBENSTORF et al. 2006). Die Sequenzierung bestätigte die Infektion der Birke mit CLRV und den EMARAV-Nachweis in den Ebereschen und stellt somit den ersten Nachweis der beiden Virusspecies in Schweden dar.

Zusammenfassung

In Schweden zählen Birken (*Betula* spp.) und Ebereschen (*Sorbus aucuparia*) zu den nativen Laubhölzern, die aufgrund ihrer Frosthärte in Europa auch bis zur nördlichsten Baumgrenze verbreitet sind. Die Vertreter beider Taxa sind wichtige Pioniergehölze, deren Vorhandensein wesentlich zur Diversität von Fauna und Flora z.B. im Zuge der natürlichen Sukzession von Lichtungen in den Koniferen-dominierten Wäldern der borealen Zone Skandinaviens beiträgt.
Im Sommer 2010 wurden Blattproben zweier *Betula*-Arten (*B. pendula* und *B. pubescens*) sowie Ebereschen mit Virus-verdächtigen Symptomen von verschiedenen schwedischen Standorten mittels RT-PCR auf eine Infektion mit dem *Cherry leaf roll virus* (CLRV) bzw. dem *European mountain ash ringspot-associated* virus (EMARAV) untersucht. CLRV-spezifische Genombereiche der 3´ nicht-kodierenden Region sowie des Hüllproteins ließen sich in einer von 11 untersuchten Birken mit Blattrollen bzw. Chlorosen nachweisen. In keiner der 14 untersuchten Ebereschen mit Ringfleckensymptomen ließ sich CLRV detektieren. Dagegen waren alle Ebereschen mit EMARAV infiziert, wie durch die Amplifikation spezifischer Fragmente der viralen RNA1 bis RNA4 gezeigt werden konnte. Die Sequenzierung bestätigte die Infektion der Birke mit CLRV und den EMARAV-Nachweis in Ebereschen an verschiedenen Standorten in Nord- und Südschweden.

Abstract

Birches (*Betula* spp.) and rowans (*Sorbus aucuparia*) are native deciduous trees of Sweden, occurring up to the northern tree line, due to their frost hardiness. Both taxa contain important pioneer species thus contributing to the diversity of fauna and flora in succession zones of the boreal forest of Scandinavia usually dominated by conifers.
In summer 2010 leaf material exhibiting virus-like symptoms of two birch species (*B. pendula* and *B. pubescens*) as well as rowans were sampled in different locations in Sweden. Samples were evaluated for the infection with *Cherry leaf roll virus* (CLRV) and *European mountain ash ringspot- associated virus* (EMARAV) by RT-PCR. CLRV-specific genome fragments of the 3´non-coding region and the coat protein were detected in one out of 11 investigated birches exhibiting leaf roll and chloroses. In none of the rowan trees showing distinct ring spots on leaves CLRV could be detected. However, all 14 assayed *Sorbus aucuparia* samples were infected by EMARAV as was evident by amplification of specific fragments from viral RNA1 to RNA4. Sequencing of PCR-products confirmed the CLRV-infection of a single birch as well as the EMARAV-infection of rowans from different locations in northern and southern Sweden for the first time.

Danksagung

Wir bedanken uns bei Dr. Uta Effmert und Dr. Ralf Bastrop von der Universität Rostock für die Unterstützung bei der Probenahme in Südschweden. Finanziell wurden die Arbeiten durch die DFG (Förderkennzeichen: BU890/14-1) unterstützt. Dankenswerterweise dürfen wir unsere Arbeiten - seit Beginn der Großbaumaßnahmen an unserem Gebäude - am Julius Kühn-Institut in Dahlem durchführen.

Literatur

JALKANEN R, BÜTTNER C, VON BARGEN S, 2007: Cherry leaf roll virus, CLRV, abundant on Betula pubescens in Finland. Silva Fennica 41, 755-762.
MIELKE N, WEBER M, KHAN S, MÜHLBACH HP, 2008: Detection of European mountain ash ringspot-associated virus (EMARAV) in Sorbus aucuparia L. by a specific antiserum and reverse transcription-PCR. Forest Pathology 38, 371-380.

REBENSTORF K, CANDRESSE T, DULUCQ MJ, BÜTTNER C, OBERMEIER C, 2006: Host Species Dependent Population Structure of a Pollen-Borne Plant Virus, Cherry leaf roll virus. Journal of Virology 80, 2453-2462.
VALKONEN JPT, RÄNNÄLI M, 2010: First Report of European mountain ash ringpot-associated virus in Sorbus aucuparia from Eastern Karelia, Russia. Plant Disease 94, 921.
VON BARGEN S, ARNDT N, GRUBITS E, BÜTTNER C, JALKANEN R, 2009: Cherry leaf roll virus in birch – an old problem or an emerging virus in Finland? In: Feldmann F, Alford DV, Furk C: Crop Plant Resistance to Biotic and Abiotic Factors, 242-250.
WERNER R, MÜHLBACH HP, BÜTTNER C, 1997: Detection of cherry leaf roll nepovirus (CLRV) in birch, beech and petunia by immuno-capture RT-PCR using a conserved primer pair. European Journal of Forest Pathology 27, 309-318.

Adressen der Autoren

[1] Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Department für Nutzpflanzen- und Tierwissenschaften, c/o JKI, Königin-Luise Straße 19, 14195 Berlin

[2] The Finnish Forest Research Institute Metla, Northern Research Unit, Eteläranta 55, FI-96300 Rovaniemi, Finnland

[*] Ansprechpartnerin: DR. Susanne VON BARGEN, susanne.von.bargen@agrar.hu-berlin.de

Vergleich von österreichischem Qualitätsrindfleisch mit Standardware bezüglich ihrer physikalischen und sensorischen Fleischeigenschaften

Comparison of physical and sensory beef characteristics between quality beef and standard beef in Austria

Christoph Brunauer*, Robert Kogler und Wolfgang Wetscherek

Einleitung

In der vorgelegten Arbeit wurde der Frage nachgegangen, in wie fern ein Unterschied zwischen österreichischem AMA-Qualitätsrindfleisch und dem Standardrindfleisch in Österreich bezüglich ihrer physikalischen Eigenschaften, wie Scherwert nach Warner Bratzler (WB), Textur-profilanalyse (TPA) und sensorischen Merkmalen (Zartheit, Geschmack, Saftigkeit, Gesamtrang) besteht.

Material und Methoden

Von den insgesamt 48 aus Ober- und Niederösterreich stammenden AMA-Qualitätsmaststieren der Rasse Fleckvieh (Alter 17 Monate; Schlachtgewicht 405 kg) und den 50 zufällig ausgewählten Standardstieren (Alter 22 Monate; Schlachtgewicht 375 kg) wurden jeweils der *Musculus supra spinam* (Mageres Meisel) und ein Stück vom *Musculus longissimus* im Bereich der 13. Rippe (Beiried, Übergang zum Rostbraten) gezogen. Nach EUROP-Klassifizierung [EG 2008] lagen die Fleisch- und Fettklasse bei durchschnittlich „U“ und 2,8 (Qualitätsrindfleisch) bzw. „R“ und 2,3 beim Standardrindfleisch. Die Fleischproben beider Teilstücke wurden beim Qualitätsrindfleisch 14 Tage ab Schlachttag im Vakuumbeutel gereift und das Standardrindfleisch 5 Tage, um den jeweiligen Vermarktungsprogrammen zu entsprechen. Nach der Fleischreifung wurden 15 mm dicke Scheiben, in Faserrichtung verlaufend, von den Teilstücken ausgeschnitten, welche dann für die nach [HONIKEL 1996] modifizierte TPA im Roh- (25 x 15 x 50 mm) und zubereiteten (25 x 13 x 50 mm) Zustand (Doppelseiten-Sandwichgrill 7 Minuten bei 150°C Flächentemperatur) und für die nach [HONIKEL 1998] modifizierte WB-Scherkraftmessung (13 x 13 x 50 mm) mit flachem V-Bladeaufsatz verwendet wurden. Die Messungen im zubereiteten Zustand erfolgten nach Lagerung über Nacht im Kühlschrank bei 4°C. Ebenfalls 15 mm dicke Scheiben wurden normal zum Faserverlauf geschnitten und bis zum Vortag der sensorischen Untersuchung bei -20°C tiefgefroren. Die Verkostungen wurden mit einem 6 Personen-Prüfpanel durchgeführt. Untersucht wurde auf Zartheit, Saftigkeit, Geschmack und Rang (Sensorischer Gesamteindruck) der jeweiligen Teilstücke nach 12 minütiger Zubereitung im Raclettegriller bei max. Leistung und erfolgtem Wenden nach 6 Minuten. Mit Ausnahme des Ranges, welcher nach einer vierteiligen Skala (1…bevorzugte Kaufentscheidung, 4…letztgereiht) bewertet wurde, kam bei den anderen Parametern ein hedonisches Sechspunkteschema zum Einsatz (6…sehr gut, 5…gut, 4…überdurchschnittlich, 3…unter durchschnittlich, 2…schlecht, 1…sehr schlecht).

Ergebnisse und Diskussion

Das Qualitätsrindfleisch wies sowohl im Rohzustand, als auch zubereitet durchwegs niedrigere Werte bezüglich der TPA auf. Unter Betrachtung der TPA-Analyseergebnisse des Teilstücks BEIRIED (Tabelle 1) im Rohzustand ist zu sehen, dass die Werte der Parameter Härte (2,33 kg vs. 3,08 kg), Federung (0,53 vs. 0,59) und Elastizität (0,155 vs. 0,181) beim Qualitätsrindfleisch signifikant niedriger lagen, als die der Standardgruppe. Im zubereiteten Zustand lag beim Beiried auch noch die Kohäsion (0,46 vs. 0,48) und die Elastizität (0,127 vs. 0,138) signifikant niedriger bei den AMA-Qualitätsstieren. Einzig die Härte viel beim BEIRIED des Qualitätsrindfleisches signifikant höher aus gegenüber dem Standardrindfleisch im zubereiteten Zustand. Beim Teilstück Mageres Meisel (Tabelle 2) gab es weniger signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen. Im Roh- und zubereiteten Zustand waren die Werte der Elastizitätsmessung beim Qualitätsrindfleisch signifikant niedriger als beim Standardrindfleisch (0,207 vs. 0,222 sowie 0,152 vs. 0,163). Die Ergebnisse bezüglich des Parameters Kohäsion zeigten ebenfalls niedrigere Werte im Qualitätsrindfleisch gegenüber dem Standardrindfleisch (0,50 vs. 0,54).

Tabelle 1: Texturprofilanalyse vom Teilstück BEIRIED

	Gruppe			
Variable	**Qualitätsrindfleisch**	**Standardware**	**SEM**	***p*-Wert**
TPA (roh)				
Härte (kg)	2,33	3,08	0,10	0,0002
Kohäsion	0,33	0,33	< 0,01	0,9083
Federung	0,53	0,59	< 0,01	0,0009
Elastizität	0,155	0,181	< 0,01	< 0,0001
Kaubarkeit (kg)	0,42	0,59	0,02	0,1366
TPA (zubereitet)				
Härte (kg)	11,45	9,93	0,27	0,0052
Kohäsion	0,46	0,48	< 0,01	0,0399
Federung	0,69	0,69	< 0,01	0,3681
Elastizität	0,127	0,138	< 0,01	0,0160
Kaubarkeit (kg)	3,59	3,31	0,09	0,1487
Scherkraft nach Warner Bratzler modifiziert				
Scherkraft (kg)	9,96	15,24	0,37	< 0,0001

Tabelle 2: Texturprofilanalyse vom Teilstück MAGERES MEISEL

	Gruppe			
Variable	**Qualitätsrindfleisch**	**Standardware**	**SEM**	***p*-Wert**
TPA (roh)				
Härte (kg)	6,21	7,48	0,42	0,1486
Kohäsion	0,34	0,34	< 0,01	0,4913
Federung	0,63	0,65	0,01	0,1745
Elastizität	0,207	0,222	< 0,01	0,0585
Kaubarkeit (kg)	1,36	1,64	0,12	0,0881
TPA (zubereitet)				
Härte (kg)	14,05	13,92	0,35	0,8609
Kohäsion	0,50	0,54	< 0,01	0,0001
Federung	0,72	0,72	< 0,01	0,4934
Elastizität	0,152	0,163	< 0,01	0,0050
Kaubarkeit (kg)	4,96	5,47	0,15	0,1010
Scherkraft nach Warner Bratzler modifiziert				
Scherkraft (kg)	9,03	12,46	0,26	0,0001

Die Scherkraftmessung (Scherwerte nach Warner-Bratzler) verdeutlichen, dass das AMA-Gütesiegelfleisch im Vergleich zum österreichischen Standardrindfleisch signifikant zarter ist (BEIRIED: 9,96 vs. 15,24 kg; MAGERES MEISEL: 9,03 vs. 12,46 kg).

Die niedrigeren Parameter-Verhältnisse und die ebenso niedrigeren Scherwerte deuten darauf hin, dass das Fleisch der Qualitätsmaststiere bessere physikalische Kaueigenschaften aufweist als das Fleisch der Standardware. Die sensorischen Untersuchungen (Tabelle 3 und 4) bestätigen die Analysenergebnisse der TPA- und Scherwertmessungen. Bei beiden Teilstücken wurde das Qualitätsrindfleisch bezüglich der Parameter Zartheit, Geschmack und Kaufentscheidung (Rang) signifikant besser beurteilt als das Standardrindfleisch. Bezüglich der Saftigkeit im Teilstück Mageres Meisel konnte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden, allerdings viel der Unterschied beim Teilstück Beiried mit 3,71 beim Qualitätsfleisch signifikant höher aus als beim Standardrindfleisch (3,44).

Tabelle 3: Sensorischer Vergleich vom BEIRIED zwischen der AMA-Gütesiegel-Versuchsgruppe und dem Standardrindfleisch

Parameter	Gruppe		n	SEM	*p* -Wert
	Qualitätsrindfleisch	Standardware			
Zartheit[1]	3,80	2,29	64	0,12	< 0,0001
Saftigkeit[1]	3,71	3,44	64	0,07	0,0225
Geschmack[1]	3,85	2,80	64	0,08	< 0,0001
Rang[2]	2,17	3,48	64	0,10	< 0,0001

[1] Bewertungsskala: 6 (sehr gut), 5 (gut), 4 (überdurchschnittlich), 3 (unterdurchschnittlich), 2 (schlecht), 1 (schlecht)

[2] Werte von 1 bis 4 waren möglich (1 bedeutet bevorzugte Kaufentscheidung; 4 letztgereiht)

Tabelle 4: Sensorischer Vergleich vom MAGEREN MEISEL zwischen der AMA-Gütesiegel-Versuchsgruppe und dem Standardrindfleisch

Parameter	Gruppe		n	SEM	*p* -Wert
	Qualitätsrindfleisch	Standardware			
Zartheit[1]	3,80	2,11	64	0,08	< 0,0001
Saftigkeit[1]	3,71	3,15	64	0,07	0,8395
Geschmack[1]	3,85	2,65	64	0,06	0,0002
Rang[2]	2,17	3,20	64	0,09	< 0,0001

[1] Bewertungsskala: 6 (sehr gut), 5 (gut), 4 (überdurchschnittlich), 3 (unterdurchschnittlich), 2 (schlecht), 1 (schlecht)

[2] Werte von 1 bis 4 möglich (1 bedeutet bevorzugte Kaufentscheidung; 4 letztgereiht)

Zusammenfassung

In vorliegender Untersuchung wurden 48 AMA-Qualitätsmaststiere mit 50 Standardstieren, welche dem österreichischen Standardrindfleisch entsprechen, auf physikalische (TPA, Scherkraft nach Warner-Bratzler) und sensorische Eigenschaften (Zartheit, Saftigkeit, Geschmack und Rang) untersucht und verglichen. Sowohl die Ergebnisse der physikalischen als auch der sensorischen Untersuchungen deuten darauf hin, dass das mit 14 Tagen länger gereifte österreichische Qualitätsrindfleisch, welches von Jungstieren (< 19 Monate) stammt, sich im Vergleich zum Standardrindfleisch in Österreich (5 Tage gereift) positiv auf die Zartheit und Geschmack von Rindfleisch auswirken.

Abstract

In the present study AMA quality beef (48 bulls) and standard beef (50 bulls) were compared concerning physical (texture profile analysis, Warner-Bratzler shear force) and sensory (meat tenderness, juiciness, flavor and preference) meat characteristics. Both physical and sensory results suggest that 14 days matured AMA quality beef (< 19 months at slaughter) shows improved tenderness and flavor of beef compared to Austrian standard beef (5 days matured).

Literatur

VERORDNUNG (EG) Nr. 1249 DER KOMMISSION: Durchführungsbestimmungen zu den gemeinschaftlichen Handelsklassenschemata für Schlachtkörper von Rindern, Schweinen und Schafen und zur Feststellung der diesbezüglichen Preise. Amtsblatt der Europäischen Union 2008, 337/3.

HONIKEL K O, 1996: Reference methods supported by OECD and their use in Mediterranean meat products. Food Chemistry Vol. 59 No. 4, 573-582.

HONIKEL K O, 1998: Reference Methods for Assessment of Physical Characteristics of Meat. Meat Science Vol. 49 No. 4, 447-457.

Adressen der Autoren

Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie, Universität für Bodenkultur Wien, Muthgasse 11 1190 Wien

* Ansprechpartner: DI Christoph BRUNAUER, christoph.brunauer@boku.ac.at

Vergleich von österreichischem Qualitätsrindfleisch mit Standardware bezüglich ihres Nährstoffgehaltes im rohen und zubereiteten Zustand

Comparison of Austrian quality beef to standard beef in terms of their nutrient content in raw and cooked state

Robert Kogler*, Christoph Brunauer und Wolfgang Wetscherek

Einleitung

Fleisch spielt schon seit Beginn der Menschheit, angesichts seiner ernährungsphysiologischen Qualität eine sehr große Rolle. Es liefert einen wesentlichen Beitrag zur Nährstoffaufnahme. Fleisch enthält wichtige Nährstoffe, wie Protein, Omega 3 Fettsäuren, Zink, Eisen, Selen und die Vitamine D, B_1, B_2 und B_{12}. Manche dieser Nährstoffe enthalten im Fleisch eine höhere biologische Verfügbarkeit als in anderen Nahrungsmitteln [WILLIAMSON et al. 2005]. In der vorliegenden Arbeit wurden 50 Stiere der Vermarktungsschiene Standardrind ohne AMA-Gütesiegel mit 48 Jungstieren der Vermarktungsschiene AMA-Gütesiegel (Intensive Rindermast) verglichen. Dabei konzentrierten sich die Untersuchungen auf den Einfluss der Reifezeit, die analytischen Parameter (Wasser, Trockensubstanz, Rohprotein, Rohfett und Rohasche) und den Reifungs- und Grillsaftverlust der Fleischproben.

Material und Methoden

Die Probennahme fand in den Schlachthöfen Linz (Firma Handlbauer) und Klagenfurt (BVG Kärntnerfleisch) statt. Vom jeweiligen Schlachttier wurde eine Probe vom *Musculus longissimus* (Beiried, Übergang zum Rostbraten auf Höhe der 13. Rippe) und der *Musculus supra spinam* (Mageres Meisel) gezogen. Daraufhin wurden die Proben vakuumiert und bei 4°C bis zum Erreichen des 5. Reifungstages (Standardrindfleisch), beziehungsweise bis zum Erreichen des 14. Reifungstages (AMA-Qualitätsrindfleisch) gelagert und anschließend zerlegt. Für die Erhebung des Grillsaftverlustes wurden 2 Stücke mit 15 mm Dicke mit jeweils ca. 100 g parallel zum Faserverlauf abgeschnitten und gewogen. Anschließend wurden sie in Alufolie mit einem Sandwichgriller bei 150°C für 7 Minuten gegrillt. Nach dem Grillvorgang ließ man die Proben 5 Minuten auskühlen, bevor die anschließende Rückwiegung erfolgte. Die chemischen Analysen wurden nach Standardmethoden [Naumann und Bassler 1997] durchgeführt.

Ergebnisse und Diskussion

Tabelle 1: **Ergebnisse aus den ermittelten Parametern Reifungs- und Grillsaftverlust (%) der beiden Teilstücke Beiried und Meisel**

	Gruppe			
Variable	**Qualitätsrindfleisch**	**Standardware**	**SEM**	***p* -Wert**
Reifungsverlust **Beiried** (%)	1,1	0,7	0,05	< 0,0001
Grillverlust **Beiried** (%)	37,3	35,9	0,35	0,0346
Reifungsverlust **Meisel** (%)	1,2	0,7	0,05	0,0001
Grillverlust **Meisel** (%)	41,2	40,7	0,27	0,2108

Bei der Ermittlung des Reifungsverlustes (%) für das Teilstück Beiried (Tabelle 1) kam zum Vorschein, dass sich das AMA-Qualitätsrindfleisch signifikant mit einem höheren Wert (1,1 %) von dem Standardrindfleisch (0,7 %) unterschied. Anhand der ermittelten Grillverluste (%) wurden ebenfalls signifikante Unterschiede zwischen den beiden Vergleichsgruppen für das Teilstück Beiried festgestellt. Hier zeigte das AMA-Qualitätsrindfleisch mit 37,3 % höhere Grillsaftverluste als das Standardrindfleisch mit 35,9 %. Am Teilstück Mageres Meisel konnten für den Parameter Reifungsverlust dieselben Ergebnisse wie beim Teilstück Beiried beobachtet werden. Hier unterschied sich das AMA-Qualitätsrindfleisch mit einem Wert von 1,2 % gegenüber dem Standardrindfleisch mit 0,7 %. Am Teilstück Mageres Meisel wurden keine signifikanten Unterschiede bezüglich des Grillsaftverlustes

zwischen den Versuchsgruppen festgestellt. Die signifikanten Unterschiede in den betreffenden Parametern könnten mit den differenzierenden Reifezeiten (AMA 14 Tage, Standard 5 Tage) und den damit verbundenen Fleischreifungsprozessen der beiden Vergleichsgruppen zusammenhängen.

Tabelle 2**: Rohnährstoffanalysenergebnisse des Mageren Meisels im rohen und zubereiteten Zustand**

	Gruppe			
Variable	**Qualitätsrindfleisch**	**Standardware**	**SEM**	***p* -Wert**
Nährstoffanalyse Meisel (roh)				
Trockenmasse (%)	23,3	22,9	0,11	0,0635
Rohasche (%)	1,0	1,1	0,01	0,2145
Rohfett (%)	1,7	1,2	0,07	0,0002
Rohprotein (%)	20,8	21,4	0,10	0,0042
Nährstoffanalyse Meisel (zubereitet)				
Trockenmasse (%)	39,1	37,2	0,19	< 0,0001
Rohasche (%)	1,3	1,3	0,02	0,9206
Rohfett (%)	4,0	2,9	0,14	0,0001
Rohprotein (%)	34,5	34,5	0,18	0,9699

Am Teilstück Mageres Meisel im Rohzustand (Tabelle 2) konnten signifikante Unterschiede zwischen den Vergleichsgruppen in den Parametern Rohprotein und Rohfett festgestellt werden. Dabei zeigte das AMA-Qualitätsrindfleisch mit 1,7 % den höheren Fettgehalt als Standardrindfleisch mit 1,2 %. Bezüglich des Rohproteingehaltes lag das AMA-Qualitätsrindfleisch mit 20,8 % signifikant niedriger als das Standardrindfleisch mit 21,4 %. Die gleichen signifikanten Unterschiede in den Parametern Trockenmasse und Rohfett kamen für die Teilstücke Meisel (zubereitet) und Beiried (roh und zubereitet, Tabelle 3) zum Vorschein. Dabei enthielt das AMA-Qualitätsrindfleisch jeweils die höheren Trockenmasse- und Fettgehalte als das Standardrindfleisch. Da laut [BRANSCHEID et al. 2007] ein intramuskulärer Fettgehalt im *Musculus longissimus* von 2,5 % - 4,5 % angestrebt werden sollte, liegt das Fleisch der AMA-Qualitätsware (3,1 %) im Vergleich zur Standardware (2,2 %) im günstigen Bereich.

Tabelle 3**: Rohnährstoffanalysenergebnisse des Teilstücks Beiried im rohen und zubereiteten Zustand**

	Gruppe			
Variable	**Qualitätsrindfleisch**	**Standardware**	**SEM**	***p* -Wert**
Nährstoffanalyse Beiried (roh)				
Trockenmasse (%)	26,5	25,4	0,15	0,0001
Rohasche (%)	1,1	1,1	0,01	0,0720
Rohfett (%)	3,1	2,2	0,14	0,0003
Rohprotein (%)	22,8	22,8	0,15	0,9568
Nährstoffanalyse Beiried (zubereitet)				
Trockenmasse (%)	39,9	37,9	0,22	< 0,0001
Rohasche (%)	1,3	1,2	0,02	0,2127
Rohfett (%)	4,3	3,3	0,17	0,0014
Rohprotein (%)	34,8	34,5	0,17	0,4240

Zusammenfassung

Das AMA-Qualitätsrindfleisch, welches in dieser Arbeit mit österreichischem Standardrindfleisch verglichen wurde, unterschied sich in den Merkmalen Reifungsverlust (%), Grillverlust (%) und den Nährstoffanalysen bezüglich der rohen und zubereiteten Fleischproben vom Standardrindfleisch. Im Bezug auf den Grill- und Reifungsverlust konnten bei der Qualitätsware am Teilstück Beiried (Grill und Reifungsverlust) und Meisel (nur Reifungsverlust) höhere Verluste als bei der Standardware festgestellt werden. Anhand der Ergebnisse der durchgeführten Rohnährstoffanalysen an den Teilstücken Mageres Meisel und Beiried, jeweils roh und zubereitet, wurden folgende Unterschiede zwischen den

Vergleichsgruppen ersichtlich. In den Parametern Trockenmasse und Rohfettgehalt erzielte das AMA-Qualitätsrindfleisch bezüglich der Teilstücke Mageres Meisel (zubereitet) und Beiried (roh und zubereitet) höhere Werte als das Standardrindfleisch. Mit Ausnahme des Rohproteingehaltes beim Meisel im Rohzustand, konnten keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Mineralstoff- und Rohproteingehalte zwischen den Vergleichsgruppen festgestellt werden.

Abstract

In this empirical study the focus was on the comparison of Austrian Standard beef to AMA-quality beef. The differences in meat aging and grilling loss resulted in higher losing for the quality beef. The analysis of the meat showed that the different beef cuts (Shoulder and Sirloin, both raw and cooked) of the compared beef groups (standard-beef and AMA-quality beef) represented differences in the measurements of chemical analyses. Due to the chemical analysis it came to light that the AMA-Quality beef showed the highest dry matter and fat content. There were no significant differences concerning the crude ash and crude protein contents (with the exception of Shoulder raw) between the comparison groups.

Literatur

BRANSCHEID W, HONIKEL K O, LENGERKEN G, TROEGER K, 2007: Qualität von Fleisch und Fleischwaren, 157-205.

WILLIAMSON C S, FOSTER R K, STANNER S A, BUTTRISS J L, 2005: Red Meat in the Diet. Nutrition Bulletin 30, 323-355.

Adressen der Autoren

Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie
Universität für Bodenkultur Wien, Muthgasse11, 1190 Wien

* Ansprechpartner: Robert Kogler Bakk.techn.

Einfluss des Polyensäurengehaltes im Futter auf die Qualität von Salami

Influence of the content of poly fatty acid in the feed on the quality of salame

Gabriela Wetscherek-Seipelt und Wolfgang Wetscherek

Einleitung

Zur Erzeugung von qualitativ hochwertiger Salami ist die Auswahl von stressarmen, ausgereiften Fleisch notwendig. Es empfiehlt sich auch bei dem eingesetzten Fett auf einen möglichst hohen Schmelzpunkt zu achten. Dies kann durch eine Limitierung des Polyensäurengehaltes erreicht werden. Da in der Praxis ein hoher Anteil an Mais in Kombination mit pflanzlichen Ölen in den Futtermischungen eingesetzt wird, werden oft sehr hohe Gehalte an Polyensäuren an die Schweine verfüttert. Dies hat unmittelbar Einfluss auf den die Fettzusammensetzung im Schweinefett (Wetscherek-Seipelt und Wetscherek 2011). In diesem Versuch sollten die Auswirkung eines unterschiedlichen Polyensäurengehaltes im Futter auf die Salamizusammensetzung bei unterschiedlichen Reifetemperaturen und Lagerungszeiten untersucht werden.

Material und Methoden

An der LFS-Hatzendorf wurden drei Gruppen von Schweinen (Kreuzungstiere Landrasse X Pietrain) mit unterschiedlichen Polyensäurengehalten über die gesamte Mastperiode von 30 bis 115 kg gefüttert. Nach der Zerlegung wurde von jeder Gruppe ein Salamibrät hergestellt und in Wursthüllen abgefüllt.

Die Salami wurden bei 13°C bzw. 18°C Temperaturen gelagert. Die Probenziehungen erfolgten bei der Herstellung und nach 2, 4 und 6 Monaten. Die Proben wurden auf Trockenmasse-, Fett- und Eiweißgehalt sowie Fettzusammensetzung untersucht.

Versuchsergebnisse

Die Nährstoffgehalte und die Fettzusammensetzung der Futtermischungen werden in der Tabelle 1 dargestellt.

Die Tabelle 2 zeigt, dass die Reifetemperatur der Salami einen Einfluss auf die Reduktion des Wassergehaltes hatte. Bei zweimonatiger Lagerung führte die höhere Temperatur zu einer stärkeren Trocknung der Salami. Mit steigenden Polyensäurengehalten reduzierte sich der Wasserverlust bei gleicher Lagerungsdauer. Nach vier Monaten war der Wasserverlust bei geringen und mittleren Polyensäurengehalten bzw. bei hohem Polyensärengehalt und hoher Lagerungstemperatur abgeschlossen. Bei der hohen Polyensäurengruppe und geringer Lagerungstemperatur war der Wasserverlust bis zur sechsmonatigen Lagerungsdauer noch 4% und erreichte dann vergleichbare Werte wie die anderen Varianten. Die Anreicherungen im Eiweiß- und Fettgehalt sind durch die Trocknung der Salami bedingt.

Die Tabelle 3 stellt den Einfluss des Polyensäurengehaltes im Futter auf die Zusammensetzung des Salamifettes dar. Wie erwartet ist die enge Korrelation zwischen dem Polyensäuregehalt im Futter und in der Salami erkennbar. Diese Veränderungen werden hauptsächlich durch die Zunahme des Linolsäuregehaltes hervorgerufen und durch die Abnahme des Ölsäuregehaltes kompensiert. Bezüglich der Reifetemperatur und der Lagerungszeit konnte kein Einfluss auf die Fettzusammensetzung festgestellt werden.

Tabelle 1: **Analysenergebnisse der Versuchsmischungen**

Merkmal		Versuchsgruppe					
		Poly - gering		Poly - mittel		Poly - hoch	
Mastabschnitt	**kg**	**32-66**	**66-115**	**32-66**	**66-115**	**32-66**	**66-115**
Trockensubstanz	g/kg	893	883	898	879	906	889
Rohprotein	g/kg	170	161	170	158	174	163
Rohfett	g/kg	22	21	30	29	38	36
Rohfaser	g/kg	31	29	35	31	36	32
Rohasche	g/kg	43	39	45	44	46	42
Stärke	g/kg	497	527	489	501	453	493
Zucker	g/kg	36	33	40	34	42	36
ME	MJ/kg	13,7	13,7	13,8	13,6	13,9	13,8
C 14:0	g/kg	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
C 16:0	g/kg	2,84	2,60	3,55	3,28	4,42	4,02
C 16:1	g/kg	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
C 18:0	g/kg	0,43	0,37	0,65	0,56	1,07	0,91
C 18:1	g/kg	5,50	5,19	8,44	8,08	10,74	10,15
C 18:2	g/kg	12,26	11,93	16,26	16,07	20,21	19,50
C 18:3	g/kg	0,73	0,68	0,78	0,71	1,14	1,03
C 20:0	g/kg	0,08	0,07	0,13	0,12	0,17	0,15
C 20:2	g/kg	0,09	0,09	0,09	0,10	0,11	0,11
C 22:0	g/kg	0,04	0,04	0,07	0,07	0,11	0,10
Polyensäuren	g/kg	13,08	12,7	17,13	16,88	21,46	20,64

C x:y → x = Anzahl der Kohlenstoffatome; y = Anzahl der Doppelbindungen

Tabelle 2: **Nährstoffzusammensetzung der Salami in Bezug zum Polyensäurengehalt im Futter und der Lagerungstemperatur und –dauer**

Merkmal	Versuchsgruppe					
	Poly - gering		Poly - mittel		Poly - hoch	
Trockenmasse, %						
Ausgangsmaterial	45,0		43,5		45,7	
Reifetemperatur	**nieder**	**hoch**	**nieder**	**hoch**	**nieder**	**hoch**
Lagerung 2 Monate	69,0	72,2	67,3	71,5	62,9	70,9
Lagerung 4 Monate	76,5	78,8	78,1	79,9	74,8	79,4
Lagerung 6 Monate	78,4	79,3	78,6	79,0	78,2	78,4
Eiweiß, %						
Ausgangsmaterial	18,0		17,6		18,1	
Reifetemperatur	**nieder**	**hoch**	**nieder**	**hoch**	**nieder**	**hoch**
Lagerung 2 Monate	26,8	27,0	25,04	27,8	23,9	26,2
Lagerung 4 Monate	28,1	30,9	27,2	30,7	28,6	31,8
Lagerung 6 Monate	31,6	29,3	30,2	30,2	29,5	30,1
Fett, %						
Ausgangsmaterial	23,6		22,7		24,3	
Reifetemperatur	**nieder**	**hoch**	**nieder**	**hoch**	**nieder**	**hoch**
Lagerung 2 Monate	36,9	37,6	35,6	37,5	33,5	36,5
Lagerung 4 Monate	41,9	41,9	43,8	43,5	40,4	42,3
Lagerung 6 Monate	40,0	42,9	41,2	41,4	41,4	40,0

Tabelle 3: **Zusammensetzung des Fettes der Salami in Bezug zum Polyensäurengehalt im Futter und der Lagerungstemperatur und –dauer**

Merkmal	Versuchsgruppe					
	Poly - gering		Poly - mittel		Poly - hoch	
gesättigte Fettsäuren, Prozentanteil im Fett						
Ausgangsmaterial	41,5		40,9		40,9	
Reifetemperatur	**nieder**	**hoch**	**nieder**	**hoch**	**nieder**	**hoch**
Lagerung 2 Monate	42,5	44,7	40,9	41,8	42,1	41,5
Lagerung 4 Monate	45,5	46,2	42,6	44,7	41,0	41,5
Lagerung 6 Monate	43,7	46,0	45,1	42,8	42,4	44,2
Monoensäuren, Prozentanteil im Fett						
Ausgangsmaterial	47,8		46,4		43,4	
Reifetemperatur	**nieder**	**hoch**	**nieder**	**hoch**	**nieder**	**hoch**
Lagerung 2 Monate	46,9	45,1	46,0	45,5	42,6	42,8
Lagerung 4 Monate	45,0	44,2	45,0	43,3	43,1	41,9
Lagerung 6 Monate	45,9	43,4	44,9	44,7	42,3	40,8
C 18:1, Prozentanteil im Fett						
Ausgangsmaterial	44,2		43,2		40,4	
Reifetemperatur	**nieder**	**hoch**	**nieder**	**hoch**	**nieder**	**hoch**
Lagerung 2 Monate	43,5	41,8	42,8	42,3	39,6	39,9
Lagerung 4 Monate	42,9	41,2	41,9	41,2	40,1	39,8
Lagerung 6 Monate	42,6	40,3	41,9	41,5	39,4	38,0
Polyensäuren, Prozentanteil im Fett						
Ausgangsmaterial	10,7		12,7		15,7	
Reifetemperatur	**nieder**	**hoch**	**nieder**	**hoch**	**nieder**	**hoch**
Lagerung 2 Monate	10,6	10,3	13,1	12,7	15,4	15,7
Lagerung 4 Monate	10,5	9,5	12,4	12,1	15,9	15,7
Lagerung 6 Monate	10,4	10,7	12,0	12,6	15,3	15,0
C 18:2, Prozentanteil im Fett						
Ausgangsmaterial	9,9		11,8		14,6	
Reifetemperatur	**nieder**	**hoch**	**nieder**	**hoch**	**nieder**	**hoch**
Lagerung 2 Monate	9,8	9,5	12,1	11,8	14,2	14,5
Lagerung 4 Monate	9,8	8,9	11,6	11,2	14,7	14,5
Lagerung 6 Monate	9,6	9,9	11,1	11,7	14,1	13,9

Literatur

Wetscherek-Seipelt, G. und Wetscherek, W. (2011): Einfluss des Polyensäurengehaltes im Mastschweinefutter auf die Fettzusammensetzung im Fleisch und Fett. Tagungsband 10. BOKU-Symposium Tierernährung, 274-278.

Adressen der Autoren

Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie,
Universität für Bodenkultur Wien, 1190 Wien, Muthgasse 11

* Ansprechpartnerin: DI Dr. Gabriela WETSCHEREK-SEIPELT, gabriela.wetscherek-seipelt@boku.ac.at

Der Einfluss flüchtiger Schwefelverbindungen im Aroma von Weißweinen

The influence of volatile sulphurous compounds to the aroma of white wines

Lisa-Maria Zefferer* und Erich Leitner

Einleitung

Hinsichtlich der Qualität von Lebensmitteln und Getränken ist wohl das Aroma eines der bedeutendsten Faktoren, da das Zusammenspiel von aromatischen Komponenten mit dem Geruchs- und Geschmackssinn dazu führt, dass ein bestimmtes Produkt vom Konsumenten bevorzugt oder abgelehnt wird. Das Aroma von Lebensmitteln wird dabei von vielen verschiedenen Substanzen beeinflusst. Schwefelhaltige Komponentenstellen aufgrund ihres sensorischen Eintrags eine wichtige Verbindungsklasse dar. Tatsächlich sind 10% von allen detektierten, flüchtigen Verbindungen in Nahrungsmitteln und Getränken schwefelige Verbindungen. Der Abbau von Cystin, Cystein, Methionin, Glutathion und einiger Vitamine dient als Quelle dieser Strukturen. Abhängig von der Stellung des Schwefelatoms im Molekül weisen diese unterschiedliche olfaktorische Qualitäten auf. Manche dieser Aromen wurden bereits als positive, charakterbestimmende Substanzen in unterschiedlichen Lebensmitteln wie Fleisch, Kaffee, Passionsfrucht, Trüffel und einigen Weinen identifiziert (Mestres et al. 2000). Zu diesen Schwefelverbindungen zählen vor allem flüchtige Thiole, die schon in den frühen 90er Jahren vor allem in Weinen der *Vitisvinifera* L. cv. Sauvignon Blanc Varietät identifiziert wurden (Morena-Arribas et al. 2009). Flüchtige Thiole sind stark aromatische Komponenten, die schon in geringsten Konzentrationen (unterer Nanogramm pro Liter-Bereich) wahrnehmbar sind und somit wichtigen Einfluss auf Art und Qualität des Weines ausüben. Flüchtige Thiole liegen nicht in freier From im Traubensaft vor, sondern werden während der Fermentation aus ihren S-Cysteinkonjugaten gebildet (Swiegers2005). Die wichtigsten Thiole sind 4-Methyl-4-sulfanylpentan-2-on, auch bekannt als 4-Mercapto-4-methylpentan-2-on (4MMPO), 3-Mercapto-1-hexanol (3MH) und 3-Mercapto-1-hexylacetat (3MHA). 4MMPO vermittelt den Eindruck nach Buchsbaum und den Geruch nach Passionsfrucht, während 3MH und 3MHA das Aroma von Stachelbeeren, Passionsfrucht, Grapefruit und Guave verleihen. Auf der anderen Seite sind schwefelhaltige Verbindungen für negativ empfundene Gerüche, so genannte `off-flavours`, verantwortlich. Die Anwesenheit dieser off-flavours induziert inkorrekte Verarbeitungs- und Lagerungsbedingungen (Mestres et al. 2000). Dem zugrunde liegt die Bildung eines der bekanntesten Weinfehler – dem Böckser. Die Beschreibung des Böcksers reicht von `Geruch nach faulen Eiern´, ´verbrannter Gummi´, ´gekochter Spargel´ bis hin zu ´Kohl, Zwiebel und Knoblauch`. Der klassische Böckser ist der `Schwefelwasserstoff-Böckser`(H_2S). Wird dieser nicht rechtzeitig erkannt und entfernt entsteht der sogenannte `Merkaptan-Böckser`, dessen Aromatik an Zwiebel, Erdnuss und Gummi erinnert. Verantwortlich dafür sind Verbindungen wie 1,1-Ethandithiol, Methan- und Ethanthiol (Eder et al. 2000). Von einem önologischen Standpunkt aus müssen sowohl positive als auch negative Aspekte betrachtet werden.

Material und Methoden

Weißweine unterschiedlicher Varietäten werden hinsichtlich ihrer Schwefelverbindungen untersucht. Dabei wird als lösungsmittelfreie Probenvorbereitungstechnik die Festphasenmikroextraktion im Kopfraum (HS-SPME) angewandt. Zur Analyse der schwefelhaltigen Verbindungen werden Fasern unterschiedlicher Beschichtungen verwendet und miteinander verglichen. Zu den dazu eingesetzten Sorbensmaterialien zählen Divinylbenzen/Carboxen/Polydimethylsiloxan (DVB/Car/PDMS), Polyethylenglycol (PEG) und Polyacrylat (PA). Nach der Anreicherung der Analyten auf der Faser erfolgt die Desorption im Einlasssystem eines Gaschromatographenunter Verwendung eines flammenphotometrischen Detektors im schwefelselektiven Modus.

Tabelle 1: **Gehalt und Geruch positiv behafteter Schwefelverbindungen in Wein (Mestres et al. 2000)**

Schwefelverbindung	Gehalt [µg/L]	Geruch
4-Mercapto-4-methylpentan-2-on	0-0,003	Buchsbaum, Guave, Passionsfrucht, Ginster
3-Mercaptohexanol	0,01-5	Stachelbeere, Passionsfrucht, Grapefruit, Guave
4-Mercapto-4-methylpentan-2-ol	1-22	zitrusartig, Passionsfrucht, Buchsbaum, Ginster
3-Mercaptohexylacetat	0,001-0,2	Stachelbeere, Passionsfrucht, Grapefruit, Guave

Tabelle 2: **Gehalt und Geruch negativ behafteter Schwefelverbindungen in Wein (Mestres et al. 2000)**

Schwefelverbindung	Gehalt [µg/L]	Geruch
Hydrogensulfid	nd-370	faulesEi, altesSeegras
Methanthiol	nd-16	faul, gekochtes Kraut
Ethanthiol	nd-5	Zwiebel, Gummi, fäkal, faul
Dimethylsulfid	nd-50	Kraut, Spargel, Mais
Ethylmethylsulfid	Spuren	-
Diethylsulfid	nd-10	Knoblauch
Dipropylsulfid	Spuren	-
Ethylpropylsulfid	Spuren	-
Dimethyldisulfid	0-22	Kraut, Zwiebel,
Diethyldisulfid	nd-85	übelriechend, Zwiebel
Methionol	140-5655	Kartoffel, Fleisch, Karfiol, gekochtes Kraut
Methional	0-57	Zwiebel, Fleisch, Suppe

Zusammenfassung

Diese Arbeit soll den Einfluss flüchtiger schwefelhaltiger Verbindungen hinsichtlich ihrer Fähigkeit das Aroma von Weißweinen, sowohl positiv als auch negativ zu beeinflussen, erörtern.

Abstract

Flavour is one of the most important determinants of food and beverage quality, since the interaction of aromatic substances with the senses of smell and taste leads to consumer acceptance or rejection. Sulphurous compounds deriving from cystine, cysteine, methionine, glutathione and some vitamins are able to influence the aromatic properties of a wine in both a positive or a negative way. Wines of different grape varieties are assayed using the solventless sample preparation technique – sold-phase microextraction (SPME). Fibers coated with different sorbents including Divinylbenzene/Carboxen/Polydimethylsiloxane (DVB/Car/PDMS), Polyethylene glycol (PEG) and Polyacrylate (PA) are compared. The estimation of the sulphurous compounds is achieved by the use of a GC-FPD.

Literatur

MESTRES M, BUSTO O,GUASCH J, 2000: Analysis of organic sulfur compounds in wine aroma. J ofChromatography A, 811, 569-581
MORENA-ARRIBAS M V, POLO C, POLO M C, 2009: Wine Chemistry and Biochemistry. Springer. ISBN 978-0-387-74116-1, 275-276
SWIEGERS J H, 2005: Australian J. of Grape and Wine Research, 11, 115
EDER R, 2000: Weinfehler. Ulmer. ISBN 3-8001-3535-3, 54-55

Adressen der Autoren

Technische Universität Graz, Institut für Analytische Chemie und Lebensmittelchemie, Arbeitsgruppe Lebensmittelchemie und Humansensorik, Stremayrgasse 9/II, A-8010 Graz

* Ansprechpartner: DI Lisa-Maria ZEFFERER, lisa-maria.zefferer@tugraz.at

AUTORENVERZEICHNIS

Adam, G. 15
Adelwöhrer, A. 127
Adler, A. 175
Aichberger, K. 288
Arndt, N. 308
Arpad Szalay, T. 258
Bachmann, G. 110
Balas, J. 246
Bandte, M. 56, 61, 294
Barbu, C.-H. 211
Baumgarten, A. 101, 110, 288
Berghofer, E. 53, 133, 145
Berthold, H 110
Bodner, G. 217, 226, 285
Böhm, M. 232
Brandes, W. 142, 151
Bruckner, A. 110
Brunauer, Ch. 311, 314
Bücker, J. 196
Büttner, C. 56, 61, 72, 294, 305, 308
Deim, F. 223, 229
Dersch, G. 193, 288
Detz, Ch. 139
Dierker, L. 305, 308
Diethart, I. 98
Djufri, I. 246
Ebrahimi, E. 249
Eder, A. 104
Eder, R. 151
Eigner, H. 64, 205, 220
Emerstorfer, F. 220
Englisch, M. 95
Filipp, R. 163
Flamm, C. 261, 267
Flath, K. 61
Forster, J. 121
Francetič, V. 148
Fuhrmann, E. 36
Fürhacker, M. 291
Gašperlin, L. 148
Gasteiner, J. 124
Gerowitt, B. 294
Gerzabek, M.H. 29, 95
Glösmann, F. 175
Goessler, W. 111
Gössinger, M- 50, 53, 133, 145
Goßmann, M. 56, 61
Grama, B.G. 211
Groiss, R.-E. 229
Groll, E.S. 50
Gruber, L. 124, 127
Gruber, U. 282
Grünewald, J. 53

Gyuricza, C. 184
Haan, S. 81
Haberl, L. 117
Hadacek, F. 110, 296
Hage-Ahmed, K. 59, 296, 299
Haider, S. 282
Hametner, Ch. 15
Hammerl, Ch. 157
Hammerl, Th. 157
Hanak, K. 202
Häusler, J. 124, 127
Heiermann, M. 61, 294
Hein, W. 220, 232, 270, 273, 279
Helmreich, Th. 205
Hochbichler, E. 229
Hörtenhuber, St. 87
Hösch, J. 110
Hösl, R. 107
Huber, R. 121
Innthaler, B. 145
J. Domig, K.J. 163
Jalkanen, R. 305, 308
Kammerer, G. 285
Kampl, C. 53
Kappert, R. 246
Karigl, K. 133
Kastelliz, A. 226
Kaul, H.-P. 217, 238, 249, 252.255, 285
Kempl, F. 64, 220
Kiroje, P. 175
Kitzler, B. 110, 196
Kleebinder, K. 104
Klepsch, S. 95
Klick, A. 214, 291
Kloss, St. 196
Kneifel, W. 163
Knittl, P. 81
Koch, E. 157
Köfer, J. 178
Kogler, R. 311, 314
Kolar, V. 175
Köllensperger, G. 81
Kornschober, Ch. 175, 178
Košmerl, T. 148
Kostenzer, K. 178
Krammer, J. 299
Kramreither, G. 235
Kreuzer, A. 252
Krska, R. 15
Krska, R. 23
Lassnig, H. 166, 169, 178
Lauer, M. 196
Lehner, D. 163
Leitgeb, E. 95
Leitner, E. 320
Lesueur, C. 81

Li, Q. 84
Liebhard, K. 223
Liebhard, P. 184, 208, 217, 226, 229, 258,
Liedtke, V. 196
Lindenthal, Th. 87
Loiskandl, W. 285
Mair, Ch. 84
Mandl, K. 154
Maurer, Ch. 157
Mayrhofer, S. 163
Mechtler, K. 235, 264
Mehofer, M. 202
Mentler, A. 81, 291
Michel, K. 110
Mitterbauer, R. 15
Moitzi, G. 199, 208, 258
Much, P. 166, 178
Mueller, J.O. 61, 72
Müller, P. 61, 294
Mumm, K. 154
Murer, E. 101, 110
Mutsch, F. 95
Nagel, Th. 78
Nauer, St. 142, 151
Nestroy, O. 93
Neugschwandtner, R. 238, 249, 252, 255
Oberforster, M. 241, 267
Obritzhauser, W. 124
Ofner, K. 226
Österreicher, E. 178
Pavel, B.-P. 211
Pestemer, W. 72
Peticzka, R. 98
Pfannhauser, W. 40
Pietsch, M. 61
Pietsch, M. 294
Plate, J.-K. 56
Pless, P. 181
Plöchl, M. 61, 294
Pokorny, P. 157
Pölzler, Th. 169
Pop, M.-R. 211
Prange, A. 154
Prieler, W. 267
Prinz, M. 139
Prosen, H. 148
Rechberger, Ch. 190
Rechthaler, J. 15
Refenner, K. 223, 229, 258
Reichenauer, Th. 95
Reichinger, Ch. 190
Rempt, F. 196
Ringdorfer, F. 121
Rodemann, B. 61, 294
Rohrer, H. 276
Romanek, G. 172

Rosner, J. 214
Rühmer, Th. 47
Rusjan, D. 148
Sager, M. 90, 114, 187
Sand, C. 211
Schatzmayr, G. 15
Schauer, A. 124, 127
Schedle, K. 84, 130
Scheer, J. 111
Scheiblhofer, H. 139
Schenke, D. 72
Schildberger, B. 97
Schleusner, Y. 61
Schliessnig, H. 178
Schmid, E. 87
Schmuckenschlager, B. 202
Schneider, I. 136
Schoenmuth, B. 72
Scholl, P. 285
Scholz, A. 56
Schreiber, B. 205
Schuhmacher, R. 15, 23
Schüller, M. 208
Schweigkofler, W. 160
Schwen, A. 285
Selim, Sh. 291
Sengl, Ch. 139
Sieghardt, M. 81
Sigl, G. 64
Soja, G. 95, 196
Söllinger, J. 288
Sotier, B. 104
Spadinger, G. 282
Spiegel, H. 95, 288
Steidl, R. 139
Steinböck, K. 301
Steiner, B. 117
Steinkellner, S. 59, 299, 301, 396
Stich, K. 53
Strauss, P. 104, 107
Strnad, I. 118
Sturmlechner, R. 104
Südekum, K.-H. 127
Sulyok, M. 23
Tatzber, M. 95
Teizer, B. 261
Trenkle, A. 78
Übleis, Th. 190
Unterfrauner, H. 98
Urbanke, T. 166
Urdl, M. 124, 127
Varga, E. 23
Vekiru, E. 15
Vierheilig, H. 59
Voglgruber, V. 296
von Bargen, S. 305, 308

Wagentristl, H. 217, 258
Walzer, M. 163
Waschl H. 270, 273, 276, 279, 232,
Watzinger, A. 196
Weber, H. 139
Weigl, M. 229
Weingart, G. 151
Weingartmann, H. 208, 258
Weiss, R. 282
Wendelin, S. 53
Wenzl, W. 98, 117
Werteker, M. 235, 241
Westerman, P. 294
Wetscherek, W. 311, 314, 317
Wetscherek-Seipelt, G. 317
Wimmer, B. 196
Windisch, W. 84
Winter, P. 33
Wissuwa, J. 110
Wolf, M. 70
Wurm, L. 47
Zaller, J. 110
Zechmeister-Boltenstern, S. 196
Zechner, E. 261
Zefferer, L.-M. 320
Zehetner, F. 196
Zeitlhofer, C. 229
Zwatz-Walter 214