

Indirekte Selektionsmethoden auf Methioninreichtum des Samenproteins bei heimischen Leguminosen

Schumacher, H.,² Paulsen, H. M.,¹ Gau, A. E.,² Link, W.,³ Jürgens, H. U.,⁴ Sess, O.,⁵ Dielerich, R.⁶

Keywords: legumes, on-farm livestock diets, plant breeding, protein quality, methionine

Abstract

While grain legumes can be regarded as highly valuable protein sources for animal nutrition, certain drawbacks inhibit their use as sole foodstuff for livestock. The nutrient quality is reduced by low concentrations of tryptophan and sulfur amino acids. In the past, substantial breeding effort has been invested in the reduction of antinutritional components and the improvement of disease resistance, while the protein quality has not been a focal point. To improve the protein quality, the elevation of the low sulfur amino acid content is of prominent importance especially for organic production, where high methionine feed components are rare. The present work tries to establish a method to select methionine enriched grain legumes for further breeding steps. Agronomically important European grain legume species were investigated (*Lupinus angustifolius* L., *Pisum sativum* L. and *Vicia faba* L.). Plants grown from chemically mutagenized seeds were screened according to leaf chlorophyll content, radicle growth in a phytotoxic ethionine solution and seed S-contents. Results indicate usefulness of the screening procedure for *L. angustifolius* (increase of methionine content by up to 20%) and partly for *P. sativum*, while not for *V. faba*.

Einleitung und Zielsetzung

Körnerleguminosen stellen ein für die Tierernährung qualitativ hochwertiges Futtermittel dar. Wesentliche Nachteile und limitierende Faktoren in der Fütterung sind antinutritive Inhaltsstoffe und der vergleichsweise geringe Gehalt an Schwefelaminosäuren und Tryptophan im Samenprotein (Gallardo et al. 2008). Insbesondere geringe Gehalte der essentiellen Aminosäure Methionin wirken hierbei limitierend. Erbsenkörner enthalten beispielsweise im Mittel 0,8 % Methionin und 1 % Cystein; in der optimalen Proteinkonzentration für Schweine ist jedoch ein Anteil von 3,5 % Schwefelaminosäuren mit mindestens 1,6 % Methionin erforderlich (Tabe and Higgins, 1998). Das vorliegende Projekt hat die Züchtung methioninreicher Sorten von heimischen, agronomisch bedeutsamen Körnerleguminosen (Blaue Lupine (*Lupinus angustifolius*), Erbsen (*Pisum sativum*) und Ackerbohne (*Vicia faba*)) zum Ziel. Grundlage der Vorgehensweise ist eine Arbeit mit Sojabohnen (*Glycine max* L.) (Im-sande 2001), in der es gelang, Mutanten mit signifikant erhöhtem Schwefelgehalt im Samen zu erzeugen. Als Selektionskriterien für potentiell methioninreiche Pflanzen dienten dabei die Grünfärbung der Blätter und das Wurzellängenwachstum in phytotoxischen Nährlösungen, sowie die Schwefelgehalte der Samen. Durch die Übertragung dieser Methodik auf europäische Körnerleguminosen wird für die Züchtung eine Steigerung des samenigenen Methioningehaltes angestrebt. Dies würde die Eignung dieser Körnerleguminosen als Futtermittelalternative zu Sojamehl, Mais-Gluten und Ölkuchen erhöhen und eine bedarfsgerechte Fütterung von Monogastriern im ökologischen Landbau mit hochwertigen Produkten erleichtern (Zollitsch et al. 2004).

Methoden

Samenmaterial der Versuchspflanzen wurde von den Saatgutunternehmen Norddeutsche Pflanzenzucht und Saatgut Steinach GmbH sowie der Abteilung Pflanzenzüchtung der Universität Göttingen zur Verfügung gestellt. Es wurden die Sorten „Boruta“ (*L. angustifolius*) und „Hardy“ (*P. sativum*) sowie die Linie „VF172“ (*V. faba*) eingesetzt. Die Samen wurden mit Ethylmethansulfonat (0,2%) behandelt um Mutationen auszulösen. Nach einer Vitalitätsprüfung wurde Saatgut der M2-Generation für 7 Tage in einer 0,75mM Ethionin(Et)-Lösung inkubiert und zur Keimung gebracht (Et-Test) (n=2000, pro Versuchspflanzenart). Je 100 Kontrollpflanzen mit durchschnittlichen Keimwurzellängen und 100 potentiell methioninreiche Keimlingspflanzen mit den höchsten Keimwurzellängen wurden selektiert und anschließend im Gewächshaus bis zur Samenreife angezogen. Vor Eintritt der Blütenbildung wurde der Gesamtchlorophyllgehalt am jeweils jüngsten, voll entwickelten Blatt bestimmt (Lichtenthaler, 2001). Nach Abschluss der Samenreife wurden die Aminosäuregehalte der Samen per HPLC-Verfahren und die S- und N-Gehalte elementaranalytisch ermittelt. Die Daten wurden mittels ANOVA (SPSS) ausgewertet.

Ergebnisse

Die Aminosäureanalyse der selektierten Mutanten zeigte ein heterogenes Ergebnis mit erheblichen Unterschieden zwischen den Versuchspflanzenarten. So konnte für *L. angustifolius* eine signifikante Zunahme des mittleren relativen Methioningehaltes (g/16g N) ermittelt werden (Abb. 1).

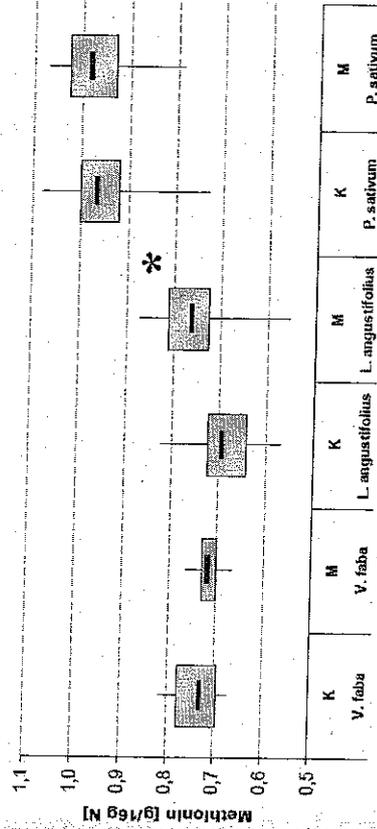


Abbildung 1: Relativer Methioningehalt (g/16g N) analysierter Leguminosen aus dem Et Test. * = Signifikanter Unterschied im Mittelwert zwischen Kontroll- (K) und Selektionspflanzen (M) (p < 0,05; Tukeys Test) (n=25).

Für *L. angustifolius* konnten weiterhin Einzelpflanzen mit deutlich erhöhtem Methioningehalt (+20%) identifiziert werden. Die selektierten *P. sativum* und *V. faba* Pflanzen zeigten hingegen keine gesteigerten Methioningehalte. Für den Cysteingehalt wurden vergleichbare Beobachtungen gemacht (Abb. 2).

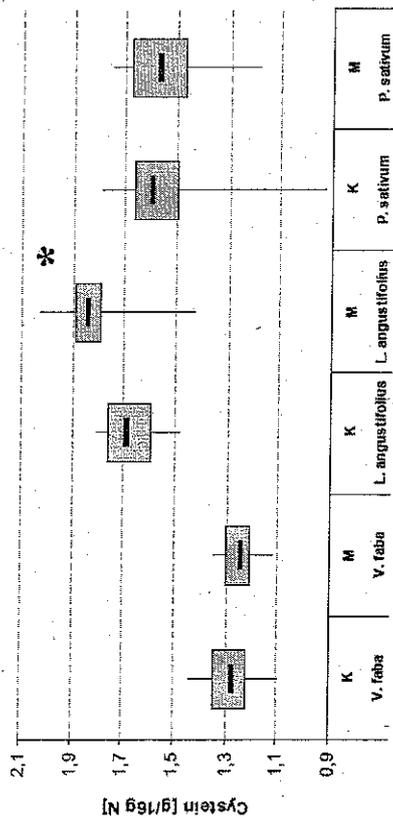


Abbildung 2: Relativer Cysteingehalt (g/16g N) analysierter Leguminosen aus dem Et Test. * = Signifikanter Unterschied im Mittelwert zwischen Kontroll- (K) und Selektionspflanzen (M) ($p < 0,05$; Tukeys Test) ($n=25$).

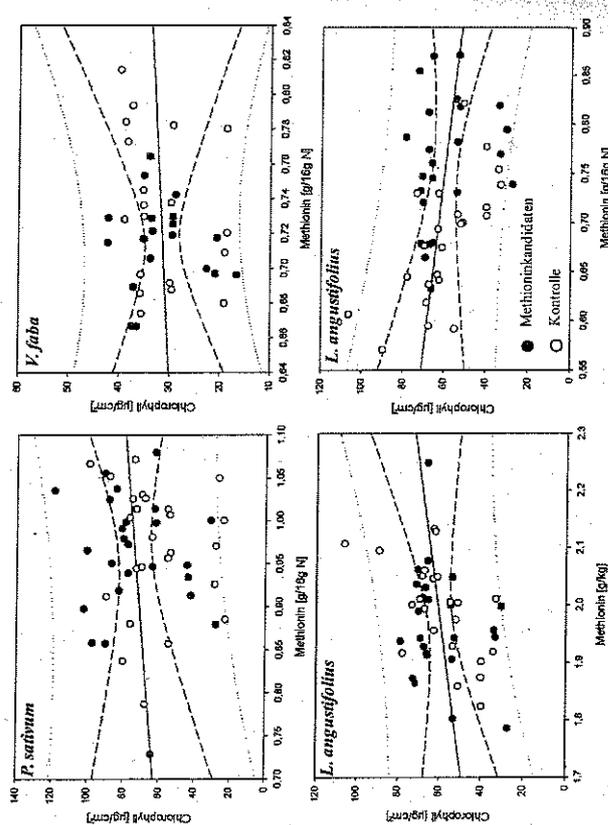


Abbildung 3: Zusammenhang von Chlorophyllgehalten in den jüngsten Blättern zum relativen und absoluten Methioningehalt der Samen. *P. sativum* ($R^2=0,02$); *V. faba* ($R^2=0,08$) und *L. angustifolius* ($R^2=0,44^*$ bzw. $0,36^*$). * = signifikant für $P < 0,05$ ($n=25$).

Die selektierten Pflanzen von *L. angustifolius* wiesen als einzige unter den Versuchspflanzen signifikant gesteigerte Cysteingehalte auf. Alle weiteren analysierten essentiellen Aminosäuren wiesen nur geringfügige Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten

auf <10% Abweichung). Demzufolge konnte kein negativer Effekt (Abnahme essentieller Aminosäuren) des Selektionsverfahrens auf die Proteinqualität festgestellt werden. Die aus der Literatur bekannte negative Korrelation von Methioninkonzentration und Proteingehalt bestätigte sich jedoch (Ergebnisse nicht präsentiert). Der Chlorophyllgehalt zeigte für keine der Versuchspflanzenarten eine Korrelation mit dem relativen Methioningehalt (g/16g N) (Abb. 3). Im Unterschied dazu lag eine positive Korrelation vom Chlorophyllgehalt zum absolutem Methioningehalt (g/kg Trockenmasse) für *L. angustifolius* vor. Weiterhin waren die Schwefel-Gehalte der Samen wie folgt mit den Methioningehalten (g/16g N) korreliert: *L. angustifolius* ($r = -0,532^{**}$), *P. sativum* ($r = -0,270^{ns}$) und *V. faba* ($r = 0,026^{ns}$). Folglich lag für *L. angustifolius* eine negative Korrelation vor. Die absoluten Methioningehalte (g/kg TM) waren bei *L. angustifolius* ($r = 0,403^{**}$) und *P. sativum* ($r = 0,681^{**}$) positiv mit dem Gesamtproteingehalt korreliert. Bei *V. faba* zeigte sich hingegen keine Korrelation ($r = 0,129^{ns}$).

Diskussion

Mit dem Verfahren der Selektion auf Keimwurzellänge wurden bei *L. angustifolius* Pflanzen mit erhöhtem Methioningehalt im Samen identifiziert. Der Chlorophyllgehalt der Blätter erwies sich als Selektionskriterium für hohe Methioninkonzentrationen im Samen als nur bedingt geeignet. Der vergleichsweise geringe Probenumfang erschwert eine abschließende Beurteilung des Selektionsverfahrens. Die Schwefelgehalte waren für *L. angustifolius* sowohl mit dem relativen als auch dem absoluten Methioningehalt korreliert. Somit wären Schwefelanalysen als Bestandteil des Selektionsverfahrens für *L. angustifolius* und eingeschränkt auch für *P. sativum* dazu geeignet, methioninreiche Pflanzen zu identifizieren. Die Anwendbarkeit der Methodik ist nach den vorliegenden Ergebnissen von der Versuchspflanzenart abhängig. Insbesondere für *L. angustifolius* wären umfangreichere Folgeversuche sinnvoll. Dabei wäre eine Kombination der nachweislich geeigneten Verfahren für Folgeversuche erstrebenswert. Während sich der Chlorophyllgehalt als ungeeignetes Selektionskriterium erwiesen hat, stellen Et-Test und Schwefelanalysen sinnvollere Selektionsverfahren dar. Eine Steigerung des Methioningehaltes um bis zu 20% erscheint möglich und würde den Futtermittelwert heimischer Leguminosen erheblich verbessern.

Literatur

Gallardo, K., R. Thompson, and J. Burslin, (2008): Reserve accumulation in legume seeds. *Comptes Rendus Biologies* 331: 755-762.
 Insausti, J., (2001): Selection of soybean mutants with increased concentrations of seed methionine and cysteine. *Crop Science* 41: 510-515.
 Lichtenthaler, H., and C. Buschmann, (2001): Chlorophylls and carotenoids: measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. *Curr Protoc Food Analyt Chem* F4.3.1-F4.3.8
 Tabe, L. and T. J. V. Higgins, (1998). Engineering plant protein composition for improved nutrition. *Trends in Plant Science* 3: 282-286.
 Zollitsch, W., T. Kristensen, C. Krutzinna, F. MacNaehide, and D. Younie, (2004): Feeding for Health and Welfare: the Challenge of Formulating Well-balanced Rations in Organic Livestock Production. In: Vaarst, M., S. Roderick, V. Lund and W. Lockeretz (eds.), *Animal Health and Welfare in Organic Agriculture*. CAB International. 329-356.

Es geht ums Ganze:
Forschen im Dialog von
Wissenschaft und Praxis

G. Leithold, K. Becker, C. Brock, S. Fischinger,
A.-K. Spiegel, K. Spory, K.-P. Wilbois und
U. Williges (Herausgeber)



Veranstalter

JUSTUS-LIEBIG-
UNIVERSITÄT
GIESSEN



FIBL

söl

Kompetenz für Landwirtschaft
und Gartenbau



Alle in diesem Buch enthaltenen Angaben, Ergebnisse usw. wurden von den Autoren nach bestem Wissen erstellt und von ihnen sowie den Herausgebern mit größtmöglicher Sorgfalt überprüft. Dennoch sind Fehler nicht völlig auszuschließen. Daher erfolgen alle Angaben ohne jegliche Verpflichtung des Verlags, der Autoren und Herausgeber. Sie übernehmen keine Gewähr für die Richtigkeit, Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie die Beachtung privater Rechte Dritter. Der Haftungsausschluss gilt insbesondere für Entscheidungen und deren Folgen, die auf Basis der Angaben in diesem Tagungsband getroffen werden. Die Autoren sind für ihre Beiträge selbst verantwortlich, ihre Meinung entspricht nicht immer der Ansicht der Herausgeber.

Die 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau fand vom 16.-18. März 2011 an der Justus-Liebig-Universität in Gießen statt. Ausgerichtet wurde sie von der Professur für Organischen Landbau, dem Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), dem Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (LLH) sowie der Stiftung Ökologie & Landbau (SÖL). Die Tagung wurde gefördert mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) sowie des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUELV) und unterstützt vom Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen der nachhaltigen Landwirtschaft (BÖLN) sowie zahlreichen Firmen und Institutionen.

Günter Leithold, Konstantin Becker, Christopher Brock, Stephanie Fischinger, Ann-Kathrin Spiegel, Kerstin Spory, Klaus-Peter Wilbois, Ute Williges (Hrsg.)

(2011): Es geht ums Ganze: Forschen im Dialog von Wissenschaft und Praxis. Beiträge zur 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Gießen, 16.-18. März 2011, Band 1 Boden-Pflanze-Umwelt, Lebensmittel und Produktqualität. Verlag Dr. Köster, Berlin

Bibliographische Informationen der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Bezug: Verlag Dr. Köster, Rungestr. 22-24, 10179 Berlin, Deutschland, Tel. +49 30 76403224, Fax +49 30 76403227, E-Mail info@verlag-koester.de, Internet www.verlag-koester.de

Der Tagungsband und die Tagungsbeiträge stehen auch im Archiv Organic Eprints zur Verfügung unter www.orgprints.org

Layout: Jennifer Kolling, LLH, D-Kassel, Ute Williges, LLH, D-Kassel

Cover: Jennifer Kolling, LLH, D-Kassel, Bild: FiBL, D-Frankfurt

Verlag Dr. Köster ISBN 978-3-89574-777-9

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	13
Boden - Pflanze - Umwelt	17
Bodenbearbeitung: Vorträge	
Effekte reduzierter Bodenbearbeitung auf Bodeneigenschaften in der Praxis des ökologischen Ackerbaus	18
<i>Schmidt, H.</i>	
Einfluss reduzierter Grundbodenbearbeitung auf Erträge und Bodenparameter im Dauerfeldversuch Gladbacherhof	22
<i>Schulz, F., Brock, C. und Leithold, G.</i>	
Reduzierte Bodenbearbeitung im Ökolandbau – Erfahrungswissenschaftliche Analyse österreichischer Ackerbaubetriebe	26
<i>Zentler, J.</i>	
Langjährige Auswirkungen reduzierter Bodenbearbeitung auf unterschiedli- chen Standorten	30
<i>Mäder, P., Berner, A., Dierauer, H.U. und Messmer, M.</i>	
Bodenbearbeitung: Poster	
Leguminosen als Zwischenbegrünung im ökologischen Ackerbau mit konser- virender Bodenbearbeitung	32
<i>Dorn, B., Jossi, W. und van der Heijden, M.</i>	
Mischfruchtanbau von Wintererbsen mit Raps oder Triticale bei flach- und tief- wendender Bodenbearbeitung	36
<i>Gronle, A. und Böhm, H.</i>	
Grundbodenbearbeitung im Ökolandbau – eine Betriebsumfrage	40
<i>Wilhelm, B., Tiedemann, L., Hensel, O. und Heß, J.</i>	
Bodenqualität und Produktivität: Vorträge	
Bioackerbau fördert Bodenbiodiversität: Artenvielfalt von nützlichen Mykorrhhi- zapilzen in landwirtschaftlichen Böden	44
<i>Van der Heijden, M.G.A., Verbruggen, E., Zihlmann, U., Oehl, F.</i>	
Langzeitversuch Burgrain: Bodenmikrobiologische Parameter in biologischen und integrierten Anbausystemen im Vergleich	46
<i>Oberholzer, H.-R. und Zihlmann, U.</i>	
Veränderung der Effizienz der Regenwurmaustreibung mit Senfsuspensionen im Tagesverlauf	50
<i>Kautz, T., Lee, J., Görtz, M. und Täufer, F.</i>	

①

Inhaltsverzeichnis

Wirkung von Kali- und Gesteinsmehldüngung in Abhängigkeit von Digitalis purpurea-Behandlungen auf Pflanze und Boden bei langjährig bio-dynamischer Bewirtschaftung	54
<i>Spieß, H., Matthes, C., Horst, H. und Schaaf, H.</i>	
Bodenqualität und Produktivität: Poster	
Effekt von Biogas-Fruchtfolgen und Biogas-Gülle auf Bodenstruktur und weitere Bodeneigenschaften	58
<i>Reents, H.J., Stollovsky, M., Brandhuber, R., Erez, B. und Kainz, M.</i>	
Förderung von arbuskulären Mykorrhizapilzen in einer Chenopodiaceae - Mais Fruchtfolge durch Untersaaten	62
<i>Berset, E., Kaiser, F., Messmer, M. und Mäder, P.</i>	
Praktische Erfahrungen bei der Erfassung der räumlichen Variabilität von pH-Werten in Ackerböden durch das Online-Messverfahren Veris MSP	64
<i>Kramer, E., Borchert, A. F., Gebbers, R., Schirmann, M., Trautz, D., Olf, H.-W. und Schatz, T.</i>	
Vergleich des Einsatzes von Arbeitspferden und Traktortechnik im Kartoffelanbau bzgl. Boden- und Ertragsparameter	68
<i>Schröter, I., Brock, C., Schneider, K.-H., Winter, U., Becker, K., Leithold, G.</i>	
2) Auswirkung differenzierter mechanischer Bodenbelastungen auf die Erträge von Erbse, Hafer und Erbse-Hafer-Gemenge	72
<i>Wild, M., Demmel, M., Brandhuber, R., Gronle, A., Böhm, H., Lux, G., Schmidtke, K. und Haase, T.</i>	
Fruchtfolgen - Produktivität und Umwelt: Vorträge	
Biogas-Fruchtfolgeversuch Viehhausen - Versuchsanlage sowie Ertrags- und Qualitätseffekte bei Winterweizen	76
<i>Reents, H.J., Kimmelmann, S., Kainz, M. und Hülsbergen, K. J.</i>	
Langzeitversuch Burgrain: Ertrag und Qualität von biologisch und integriert angebauten Ackerkulturen im Vergleich	81
<i>Zihlmann, U., Tschachtli, R., Oberholzer, H.-R., Van der Heijden, M.G.A. und Oehl, F.</i>	
Wirkung verschiedener Leguminosen als Untersaat im Vergleich zur Stoppelsaat auf Ertrag und Qualität der Deckfrucht Winterroggen und der Folgefrucht Hafer	85
<i>Urbatzka, P., Cais, K., Salzeder, G., Wiesinger, K.</i>	
Nitratauswaschung, Ertrag und N-Bilanz zweier Fruchtfolgen mit unterschiedlichem Leguminosenanteil im mehrjährigen Vergleich	89
<i>Loges, R., Taube, F.</i>	
Grünland - Produktivität und Umwelt: Vorträge	
Vergleich zwischen Kurzrasenweide und Schnittnutzung unter ostalpinen Klimabedingungen	93
<i>Starz, W., Steinwider A., Pfister R. und Rohrer H.</i>	

Genotypbedingte Veränderungen der Proteinqualität bei der Gärfutterbereitung von Rotklee.....97
Krawutschke, M., Weiher, N., Gierus, M., Thaysen, J. und Taube, F.

Proteinqualität verschiedener Rotklee-Genotypen unter Berücksichtigung der spezifischen Polyphenoloxidase-Aktivität.....101
Weiher, N., Krawutschke, M., Gierus, M. und Taube, F.

Stickstoffflüsse im System Boden-Pflanze nach einer Grünlanderneuerung mit eingeschobener Ackerzwecknutzung105
Schmeer, M., Loges, R. und Taube, F.

Grünland - Produktivität und Umwelt: Poster

Analyse von Grundfutterqualitäten ökologischer und konventioneller Milchviehbetriebe im Rahmen des Projektes „Klimawirkungen und Nachhaltigkeit von Landbausystemen“109 (3)
Kassow, A., Blank, B., Paulsen, H. M., Rahmann, G. und Aulrich, K.

Methoden zur Verbesserung der Vegetationszusammensetzung in ökologisch bewirtschaftetem Dauergrünland111 (4)
Lange, G., Böhm, H. und Berendonk, C.

Ampferkontrolle mittels Heissdampf-Injektion.....115
Latsch, R., Sauter, J. und Kaeser, A.

Klimaschutz - allgemein: Vorträge

Landwirte und Klimaschutz – Ein Vergleich der Meinungen von Betriebsleitern konventioneller und ökologischer Betriebe in Bayern.....119
Niedrist, A. und Helmle, S.

Product-Carbon-Footprint von Lebensmitteln in Österreich: biologisch und konventionell im Vergleich123
Theurl, M.C., Märkt, T., Hörtenhuber S., Lindenthal T.,

Einsatz von Arbeitspferden in der deutschen Landwirtschaft127
Glover, V., Herold, P. und Hörning, B.

Zugkraftbedarf, Arbeitsgeschwindigkeit, Flächenleistung und Energieverbrauch moderner Pferde gezogener Mähetechnik im Ökologischen Landbau131
Herold, P. und Heß, J.

Klimaschutz - Treibhausgasemissionen: Vorträge

Klimagasemission im Futterbau: Vergleich von leguminosenbasierten und intensiv stickstoffgedüngten Grünlandbeständen.....135
Schmeer, M., Loges, R., Dittert, K. und Taube, F.

N₂O-Emissionen eines schnittgenutzten Klee-Grasbestandes unter Berücksichtigung von Narbenalter und Düngung.....139
Biegemann, T., Loges, R., Chen, S. und Taube, F.

Analyse des Energieeinsatzes und der Energieeffizienz bei der Futtererzeugung in der Milchviehhaltung.....143
Frank, H., Schmid, H. und Hülsbergen, K. J.

Inhaltsverzeichnis

Treibhausgasflüsse beim Anbau von Winterweizen und Klee gras	147
<i>Peter, J., Schmid, H., Schilling, R., Munch, J.C., Hülsbergen, K. J.</i>	

Klimaschutz - Treibhausgasemissionen: Poster

⑤ Einfluss einer Spaltenbodenreinigung in einem Rinderstall auf die Ammoniak- emissionen	151
<i>Retz, S. K., Georg, H. und van den Weghe, H. F. A.</i>	

Nachhaltigkeit und Nachhaltigkeitsbewertung: Vorträge

Modellierung der Kohlenstoffdynamik mit dem Modell CCB	155
<i>Franko, U., Thiel, E. und Kolbe, H.</i>	
Steigerung der Produktionsintensität im ökologischen Landbau: Ergebnisse einer 14-jährigen Fallstudie am Beispiel des Lehr- und Versuchsbetriebes Glabbacherhof	159
<i>Sommer, H., Schmid-Eisert, A., Franz, K. und Leithold, G.</i>	
Nährstoffkreisläufe schließen – reale oder virtuelle Leitidee?	163
<i>Sundrum, A. und Sommer, H.</i>	
Mehr Naturschutz mit der Landwirtschaft – Praxisbeispiele aus Brandenburg –	167
<i>Stein-Bachinger, K., Gottwald, F. und Fuchs, S.</i>	

Nachhaltigkeit und Nachhaltigkeitsbewertung: Poster

BioBio – Betriebsmanagement-Indikatoren für Biodiversität in biologischen und extensiven Anbausystemen	171
<i>Arndorfer, M., Kainz, M., Siebrecht N., Wolfrum S., Friedel, J.K.</i>	
Ansätze zur nachhaltigen Sicherung der botanischen Artenvielfalt auf Schutz- äckern – eine Aufgabe für Biobetriebe?	173
<i>van Elsen, T., Meyer, S., Gottwald, F., Wehke, S., Hotze, C., Dieterich, M., Blümlein, B., Metzner, J. und Leuschner, C.</i>	
Modellberechnungen für treibhausgasrelevante Emissionen und Senken in landwirtschaftlichen Betrieben Ost-Österreichs	177
<i>Kasper, M., Freyer, B., Amon B., Hülsbergen, K. J., Schmid, H. und Friedel, J.K.</i>	

Nährstoffversorgung und Ressourcenausnutzung: Vorträge

Umsatz von Kompost N in einer biologischen Modellfruchtfolge Ein Vergleich direkter und indirekter ¹⁵ N Tracermethoden	181
<i>Mayer, J., Koeppel, P., Dubois, A.</i>	
Auswirkungen unterschiedlicher S-Versorgungszustände auf den N-Flächenertrag eines Luzerne-Klee grasbestandes	183
<i>Fischinger, S. A., Becker, K. und Leithold, G.</i>	
Kurzfristige Wirkungen organischer Düngemittel mit unterschiedlichem C/N- Verhältnis auf den Ertrag von Ackerbohne (<i>Vicia faba</i> L.) und nachfolgender Kultur Winterweizen (<i>Triticum aestivum</i> L.) sowie Unkrautwachstum	185
<i>Lux, G. und Schmidtke, K.</i>	

Wie Phosphor im Organischen Landbau zukünftig düngen? Wirkung von Phosphatdüngung und Phosphatform im Organischen Landbau.....	189
<i>Steffens, D. und Leithold, G.</i>	

Nährstoffversorgung und Ressourcenausnutzung: Poster

Mischanbau von Winterraps und Wintererbse zur Erhöhung der Ressourcenausnutzung.....	193
<i>Urbatzka, P., Graß, R., Haase, T., Schüler, C., Heß, J.</i>	

Nährstoffgehalte ökologischer Wirtschaftsdünger.....	195
<i>Paulsen, H. M., Kratz, S. und Schnug, E.</i>	

Zusammensetzung von Wirtschaftsdüngern ökologischer und konventioneller Milchviehbetriebe im Rahmen des Projekts Klimawirkungen und Nachhaltigkeit von Landbausystemen.....	199
<i>Blank, B., Paulsen, H. M., Kassow, A., Rahmann, G. und Aulrich, K.</i>	

Einfluss des Saatzeitpunktes legumer Zwischenfrüchte auf Ertrag der Deck- und Folgefrucht.....	203
<i>Urbatzka, P., Cais, K., Salzeder, G., Wiesinger, K.</i>	

Methodenevaluation zur Messung der Wasserökonomie von Luzernepflanzen im Trockengebiet.....	207
<i>Schweitzer, A. Gollner, G. und Friedel, J. K.</i>	

Effekte von Kompostapplikationen auf Fußkrankheiten und Grünmasseertrag von Wintererbsen.....	209
<i>Schmidt, J.H., Butz, A. F., Bruns, C. und Finckh, M. R.</i>	

Einfluss der Bodenbearbeitung und einer Untersaat mit Erdklee auf Ertragsbildung und N ₂ -Fixierleistung der Körnererbse.....	213
<i>Stieber, J. und Schmidtke, K.</i>	

NaWaRo und Energie: Vorträge

Energetische Nutzung extensiver Grünlandflächen in Überschwemmungsgebieten von Fließgewässern im Rahmen des Verbundprojektes KLIMZUG Nordhessen.....	217
<i>Richter, F., Graß, R. und Wachendorf, M.</i>	

Einsatz konventionell erzeugter Kosubstrate zur Biogasgewinnung im Öko-Landbau.....	221
<i>Siegmeier, T., Möller, D. und Anspach, V.</i>	

Direkter und indirekter Energieeinsatz bei biologischen Betrieben unterschiedlicher Produktionsrichtungen.....	225
<i>Moitzi, G. und Boxberger, J.</i>	

Energiepflanzenanbau zur Biogaserzeugung im Ökologischen Landbau – Ergebnisse aus dem Versuch ÖKOVERS.....	229
<i>Klingebiel, L., Stülpnagel, R., Graß, R. und Wachendorf, M.</i>	

Pflanzenbau allgemein: Poster

Einfluss der Saatstärke auf Kornertrag und Qualität bei Triticale	233
<i>Urbatzka, P., Cais, K., Salzeder, G., Wiesinger, K.</i>	
Strategien zur Regulierung der Ackerkratzdistel (<i>Cirsium arvense</i>) im ökologischen Landbau	236
<i>Haase, T. und Heß, J.</i>	
Erweiterte Prüfung agronomischer Merkmale bei ökologisch erzeugten Kartoffeln	238
<i>Haase, T., Schulz, H., Kölsch, E. und Heß, J.</i>	
Untersuchungen zur Wirkung von alternativen Saatgutbehandlungsmitteln gegen den Schneeschimmel am Weizen	242
<i>Vogt-Kaute, W., Diethart, I. und Tilcher, R.</i>	
Probiotische Aspekte des Auftretens der Ackerkratzdistel (<i>Cirsium Arvense</i> (L.) SCOP.) im Lichte eines ganzheitlichen Forschungsansatzes	244
<i>Hellmann, H.</i>	

Pflanzenbau - Feldgemüse und Wein: Poster

<i>Bremia lactucae</i> an Salat - Erarbeitung einer Entscheidungshilfe zur Sortenwahl	248
<i>Gärber, U., Idczak, E. und Behrendt, U.</i>	
Einfluss verschiedener weinbaulicher Bewirtschaftungssysteme auf die photosynthetische Leistung der Rebe (<i>Vitis vinifera</i> ssp. Riesling)	250
<i>Döring, J.R., Kauer, R., Löhnertz, O., und Stoll M.</i>	
Wirkung verschiedener Pflanzenschutzmittel auf Samtflecken (<i>Cladosporium fulvum</i>) bei Tomaten	254
<i>Gallmeister, A. und Koller, M.</i>	
Reben an verschiedenen Standorten sind unterschiedlich anfällig gegen falschen Mehltau und unterscheiden sich in der Expression von Krankheits-Verteidigungs-Genen	258
<i>Thürig, B., Slaughter, A., Marouf, E., Mauch-Mani, B., Tamm, L.</i>	

Pflanzenbau - Getreide und Kartoffeln: Vorträge

Einfluss von Lichtspektrum und Beleuchtungsstärke auf das Keimlängenwachstum und den Ertrag von Kartoffeln	262
<i>Stumm, C. und Köpke, U.</i>	
Bundesweites Benchmarking zum ökologischen Kartoffelanbau sowie zur Qualität und Sensorik ausgewählter Sorten	266
<i>Böhm, H., Buchecker, K., Dresow, J., Dreyer, W., Landzettel, C. und Mahnke-Plesker, S.</i>	
Schwellenwerte und weitere Entscheidungshilfen bei Befall mit Zwergsteinbrand (<i>Tilletia controversa</i>) und Steinbrand (<i>Tilletia caries</i>)	270
<i>Dressler, M., Sedlmeier, M., Voit, B., Büttner, P., Killermann, B.</i>	
Untersuchungen zur Wirkung von alternativen Saatgutbehandlungsmitteln gegen die Netzfleckenkrankheit der Gerste	274
<i>Vogt-Kaute, W., Diethart, I. und Tilcher, R.</i>	

Pflanzenbau - Körnerleguminosen: Vorträge

Entwicklung von Anbausystemen für Linsen im ökologischen Landbau278
Gruber, S., Wang, L., Zikell, S., Mammel, W. und Claupein, W.

Untersuchungen zur Winterhärte von Wintererbsen282
Urbatzka, P., Graß, R., Haase, T., Schüler, C., Trautz, D., Heß, J.

Regeneration von Körnerleguminosen nach physikalischer Schädigung in der Jugendphase286
Hänsel, M.

Winterackerbohnen im Ökologischen Landbau: Einfluss von Zwischenfrüchten und Sortenwahl auf Kornertrag und Unkrautbesatz288
Neuhoff, D. und Range, J.

Pflanzenbau - Körnerleguminosen: Poster

Lentil-barley mixed cropping with different lentil varieties and sowing dates290
Wang, L., Gruber, S. and Claupein, W.

Effekte temporärer Direktsaat von Ackerbohnen (*Vicia faba* sp.) auf die Segeltalflora im ökologischen Landbau294
Massucati, L., Geib, B. und Köpke, U.

Sortenprüfung frühabreiferer Sojabohnensorten im ökologischen Landbau298
Hüsing, B., Schliephake, U., Haase, T., Mindermann, A. Trautz, D. und Heß, J.

Optimierung der Unkrautbekämpfung in Körnererbsen302
Verschwele, A.

Pflanzenbau - Raps: Vorträge

Rübsen (*Brassica rapa* var. *silvestris*) als Fangpflanze zur Kontrolle von Schadinsekten in Winterraps304
Döring, A., Wedemeyer, R., Saucke, H. und Ulber, B.

Regulierung von Rapsschädlingen im ökologischen Winterrapsanbau durch den Einsatz naturstofflicher Pflanzenschutzmittel sowie durch den Misanbau mit Rübsen306 (9)

Einfluss von Schwefel- und Stickstoffdüngung auf den Kornertrag von Winter- raps in ökologischem Anbau310
Bécker, K., Fischinger, S. A. und Leithold, G.

Sortenwahl und Schädlingsdruck im ökologischen Rapsanbau312 (10)

Pflanzenschutz - allgemein: Vorträge

Entwicklung einer Methode zum Wirkungsnachweis resistenzinduzierender Präparate (Pflanzenstärkungsmittel)316
Marx, P.; Kühne, S.; Jahn, M. und Makulla, A.

Inhaltsverzeichnis

Elektrogesponnene Nanofaser-Pheromon-Dispenser zur Regulierung des Bekreuzten Traubenwicklers (<i>Lobesia botrana</i> (Denis & Schiffermüller 1775))	318
<i>Hein, D. F., Lindner, I., Deuker, A., Hummel, H. E., Leithold, G., Vilcinskis, A., Greiner, A., Wendorff, J. H., Hellmann, C., Breuer, M., Kratt, A. und Kleeberg, H.</i>	
Möglichkeiten und Grenzen der Nutzung von Temperatursummen für die Terminierung von Aussaat und Umbruch einer Winterzwischenfrucht zur Kontrolle von <i>Meloidogyne hapla</i> im Ökologischen Landbau	322
<i>Fittje, S., Hallmann, J., Rau, F., Buck, H., Warneke, H. und Krüssel, S.</i>	
Schlagseparierung als Ansatz zur Prävention von Möhrenfliegenschäden	326
<i>Herrmann, F., Buck, H., Hommes, M., Saucke, H.</i>	
Pflanzenschutz - Feldgemüsebau: Vorträge	
Falscher Mehltau an Gurken – Regulierungsmöglichkeiten im ökologischen Freilandgemüseanbau und unter Glas	328
<i>Mattmüller, H. (†), Rupp, J., Schubert, W., Marx, P., Gärber, U.</i>	
Falscher Mehltau an Salat - Regulierungsmöglichkeiten im ökologischen Salatanbau	332
<i>Gärber, U., Idczak, E. und Behrendt, U.</i>	
Biologische Regulierung der Weißen Fliege im Kohlanbau im kombinierten Einsatz mit Kulturschutznetzen	336
<i>Schultz, B., Zimmermann, O., Wedemeyer, R., Liebig, N., Katz, P., Saucke, H.</i>	
Süßholz (<i>Glycyrrhiza glabra</i>) - Extrakt zur Regulierung von Falschem Mehltau im Öko-Gemüseanbau	340
<i>Schmitt, A., Scherf, A., Schuster, C., Gärber, U., Marx, P., Idczak, E., Rupp, J., Leinhos, G., Konstantinidou-Doltsinis, S. †</i>	
Pflanzenzüchtung und Sortenfragen: Vorträge	
Produktivität verschiedener Soja-Sorten in Bayern	342
<i>Urbatzka, P., Rehm, A., Salzeder, G., Wiesinger, K.</i>	
Ergebnisse der Prüfung aktuell zugelassener deutscher und österreichischer Hafersorten auf Flugbrandresistenz sowie Evaluierung von Inokulationsverfahren	344
<i>Schmehe, B. und Spieß, H.</i>	
Aufbau einer Sammlung (Erhaltungszuchtbank) für samenfeste Gemüsesorten als Basis für ökologische On-farm-Züchtung	348
<i>Fleck, M., und Nagel, C.</i>	
Indirekte Selektionmethoden auf Methioninreichtum des Samenproteins bei heimischen Leguminosen	352
<i>Schumacher, H., Paulsen, H. M., Gau, A. E., Link, W., Jürgens, H. U., Sass, O., Dieterich, R.</i>	

10

95

Lebensmittel und Produktqualität 357

Vorträge

- Neue Analysemethoden und ihre Anwendungsmöglichkeiten für die Qualitätssicherung und Kontrolle 358
Boner, M., Bonte, A., Hermanowski, R., Hofem, S., Huber, B., Landau, B., Langenkämper, G., Mäder, R., Mende, G., Neuendorff J., Niehaus, K. und Stolz, P.
- Erährungs- und Gesundheitsverhalten von Bio-Käufern 362
Wittig, F., Eisinger-Watzl, M. und Hoffmann, I.
- Nachhaltige Verpackung von Bio-Lebensmitteln: Ein Leitfaden für Unternehmen 366
Seidel, K. und Gerber, A.
- Lernen durch Scheitern beim Einsatz von Bio-Lebensmitteln in der Außer-Haus-Verpflegung 370
Rückert-John, J., John, R. und Niessen, J.

Poster

- Alternativen zur betäubungslosen Ferkelkastration: Verbraucherakzeptanz 374
Heid, A. und Hamm, U.
- Aushandlungsprozesse auf Augenhöhe - Hilfestellungen zur Umsetzung der EU-Hygieneverordnungen durch Biobetriebe mit handwerklicher Fleischverarbeitung 378
Fink-Keßler, A. und Müller, H.-J.
- Bio-Schulmilch als Chance für regionale Bio-Molkereien? – dargestellt am Beispiel Berlin 382
Stiffel, B. und Häring, A.M.
- Öko-Lebensmittel - das komplexe Zusammenspiel von Einflussfaktoren und Auswirkungen 386
Schneider, K., Rösch, T., Jackson, L. und Hoffmann, I.
- Untersuchungen zur Qualitätsoptimierung von Babyglaskost 390
Meischner, T., Geier, U., Fleck, M.
- Untersuchungen von Salatrauke (*Eruca sativa*) mit den drei bildschaffenden Methoden Kupferchloridkristallisation, Steigbildmethode und Rundfilterchromatographie 394
Fritz, J., Athmann, M. und Köpke, U.
- Einfluss von Einstrahlungsintensität, Stickstoffangebot, Düngungsart und Hornkieselapplikation auf den Nitrat-, Ascorbinsäure- und Glucosinolatgehalt bei Salatrauke (*Eruca sativa*) 398
Athmann, M., Blasco, I. und Köpke, U.

Autoren-Index 403

106