



**Hochschule Anhalt**

Anhalt University of Applied Sciences

# Die Rolle der Bodenmikroorganismen bei der Ernährung von Kulturpflanzen

Internationale Wissenschaftliche Konferenz  
am 17. und 18. November 2016 an der Hochschule Anhalt  
in Bernburg-Strenzfeld



Hochschule Anhalt  
Anhalt University of Applied Sciences  
Fachbereich Landwirtschaft, Ökotrophologie und Landschaftsentwicklung  
Strenzfelder Allee 28  
06406 Bernburg (Saale)  
Telefon: +49 3471 355-1216  
Fax: +49 3471 355-1199

Ansprechpartner:  
Prof. Dr. Annette Deubel  
E-Mail: [annette.deubel@hs-anhalt.de](mailto:annette.deubel@hs-anhalt.de)  
Internet: [www.hs-anhalt.de](http://www.hs-anhalt.de)

# Die Rolle der Bodenmikroorganismen bei der Ernährung von Kulturpflanzen

**Internationale Wissenschaftliche Konferenz  
am 17. und 18. November 2016 an der Hochschule Anhalt  
in Bernburg-Strenzfeld**

Die internationale wissenschaftliche Tagung findet anlässlich der erstmaligen Beschreibung der Symbiose zwischen Knöllchenbakterien und Erbsen vor 130 Jahren durch Professor Hermann Hellriegel in Bernburg statt. Durch die Symbiose können Pflanzen über die Luftstickstoffbindung der Rhizobien ihren Stickstoffbedarf abdecken und zusätzlich einen Beitrag zur Versorgung der nachfolgenden Kultur leisten. Im Ökolandbau sind deshalb Leguminosen eine der wichtigsten Stickstoffquellen.

In der Forschung gibt es auch heute viele Fragestellungen, die damals beschriebene Symbiose noch besser für einen modernen Pflanzenbau zu nutzen. Bei Sojabohnen gibt es beispielsweise an der Hochschule Anhalt Versuche, geeignete Stämme der Rhizobien für die leistungsfähige N-Bindung herauszufinden.

Insgesamt erscheint das Thema der Nutzung von Bodenorganismen für die bessere Nährstoffausnutzung im Boden sehr aussichtsreich und wird international in vielen Institutionen bearbeitet.

Die Veranstaltung ist gleichzeitig der wissenschaftliche Beitrag des Fachbereiches zum 25-jährigen Jubiläum des Bestehens der Hochschule Anhalt. Zudem wird mit der Tagung das 15-jährige Bestehen der Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt gewürdigt.



# Tagungsablauf

## 17. November 2016

10.00 – 12.30 Uhr	<b>Plenarveranstaltung</b>
12.30 – 13.30 Uhr	Mittagspause
13.30 – 15.30 Uhr	<b>Session 1:</b> Rhizobien
15.30 – 16.00 Uhr	Kaffeepause
16.00 – 18.00 Uhr	<b>Session 2:</b> Mykorrhizen und andere Mikroorganismen zur Verbesserung der Stresstoleranz
18.30 Uhr	Empfang des Standortsprechers in der Innovationswerkstatt auf dem Campus Bernburg/Strenzfeld

## 18. November 2016

08.30 – 10.30 Uhr	<b>Session 3:</b> Mikroorganismen zur besseren P-Nutzung
10.30 – 11.00 Uhr	Kaffeepause
11.00 – 13.00 Uhr	<b>Session 4:</b> Leguminosen: Neue Wege der Verwertung - Ein wesentlicher Schlüssel zum erfolgreichen Anbau?
13.00 – 14.00 Uhr	Mittagspause
14.00 Uhr	Besichtigungen von Laboren und Einrichtungen am Standort Bernburg-Strenzfeld

# Inhaltsverzeichnis

## Plenarveranstaltung

Biological control of pests with mutualistic rhizosphere und endorhiza bacteria and fungi.....	8
Taxonomie der Arbuskulären Mykorrhizapilze .....	8
Chancen für den Anbau von Sojabohnen in Mitteldeutschland .....	9

## Session 1

Rendezvous im Untergrund - wie das Rhizobium die Erbse betört .....	11
Einfluss der Rhizobien- Leguminosen Interaktion auf die Trockenstressantwort in <i>Medicago truncatula</i> .....	11
Efficiency of symbiotic nitrogen fixation in legumes (soybean, peas, chickpeas) based on cropping technology on black soils .....	12
Influence of nitrogen fertilizer rates on nitrogen fixation capacity and yield of soybean .....	13
Why the Czech Republic has failed to increase the area of legumes? .....	14

## Session 2

Auftreten autochthoner Mykorrhizapolulationen in einem Dauerversuch in Mais in Bernburg bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung und Intensität der Produktion .....	16
Einfluss der Mykorrhizierung auf die Trockenstresstoleranz von Weizen ( <i>Triticum aestivum</i> ).....	17
First steps towards understanding the plant growth-promoting actions of <i>Hartmannibacter diazotrophicus</i> .....	18
Zwischen Wissenschaft und Industrie: Förderung der Stabilität, Kompatibilität und Effektivität der Pflanze-Endophyten-Beziehung für eine nachhaltige Nutzung, 2015 – 2019 .....	19
The application of mycorrhizal products for growing onions: Russian experience.....	20
Potenzial von <i>Piriformospora indica</i> und naher verwandter Pilze auf Pflanzenwachstum und Krankheitsresistenz .....	21

## Session 3

Kombinationen von Rhizosphären-kompetenten Pilzen und Bakterien zur P-Mobilisierung.....	22
Verbesserte P-Effizienz durch Bio-Effektoren im Feldversuch .....	23
Organic matter management influences the efficacy of microorganisms .....	24
<i>Kosakonia radicincitans</i> : eine neue Bakterienart mit überraschend hohem Potential zur Steigerung von Pflanzenerträgen .....	25

## Session 4

Wirtschaftlichkeit von grobkörnigen Futterleguminosen (Ackerbohne, Futtererbse, Lupine, Soja).....	26
Influence of fallow land types on the crop capacity of winter wheat in the north-western part of Tambov Region .....	27
Luzerne und Lupinen in der Milchkuhfütterung .....	28
Anbau und Verwertung von Lupinen: Erfahrungen aus der Praxis.....	29
Das DAFA Fachforum Leguminosen am Beispiel des Lupinennetzwerkes (Ergebnisse aus 2015/16) .....	30
Anbaueignung von Futtergräsern und kleinkörnigen Leguminosen auf sommertrockenen Standorten im Ackerfutterbau und auf dem Grünland.....	31
<b>Poster</b> .....	33
Calcium as regulator of the N <sub>2</sub> -fixing legume nodule.....	33
Genome-wide identification of the CPK gene family in <i>Medicago truncatula</i> and its expression in nodules .....	34
Anbauwürdigkeit von Wintererbsen und Winterackerbohnen im Mitteldeutschen Trockengebiet .....	35
Remote sensing of legume based intercropping .....	36
Combined effects of cropping system and wireworms on plants and plant-associated microbial communities.....	36
Das BonaRes-Zentrum für Bodenforschung .....	37
Dauerfeldversuche als Ressource und Forschungsinfrastruktur - Ziele im BonaRes Datenzentrum .....	38
Das BonaRes-Datenzentrum für Forschungsdaten.....	38
Fungal soil communities in a long term field trial in Bernburg-Strenzfeld .....	39
Role of Rhizodeposition .....	40
Futterwert von Konservaten aus Luzerne und Rotklee-Gras-Gemenge für den Einsatz in der Milchviehfütterung .....	40
Ergebnisse der Behandlung von Erbsen, Lupinen und Leinsamen mittels Mikrowelle auf den Futterwert der Produkte.....	41
The forage as a part of the modern concept of ruminant nutrition.....	42
Food Insecurity Assessment and Food Security Policy Simulation – A Framework.....	43

## Plenarveranstaltung

### Biological control of pests with mutualistic rhizosphere and endorhiza bacteria and fungi

**Richard A. Sikora**

Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz INRES, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

*rsikora@uni-bonn.de*

The rhizosphere and endorhiza of every plant is a microbial treasure-chest of organisms whose populations are often specifically selected by maintained by the plant for their beneficial plant health characteristics. Many of these plant associated microbes improve plant growth and health in the hostile environment we call soil. Endophytic microbes are known to be responsible for *in-planta* suppressiveness to pests others are now being used as seed treatments. Mutualistic microorganisms having plant health activity often have unique modes-of-action responsible for reductions in damage caused by plant parasitic nematodes, pathogenic fungi and insects. The mechanisms of action include: repellency, induced systemic resistance, competitive exclusion and pathogenicity. Interactions between beneficial organisms can have both negative and positive effects on activity. An attempt will be made to show the uniqueness of interrelationships between endophytic and rhizosphere organisms, the plant and how they improve plant health.

### Taxonomie der Arbuskulären Mykorrhizapilze

**Ewald Sieverding<sup>1</sup>, Fritz Oehl<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Universität Stuttgart-Hohenheim, Institut für Tropische Agrarwissenschaften (Hans-Ruthenberg-Institut), Fachgebiet Pflanzenbau und Agrarökologie der Tropen und Subtropen, Stuttgart-Hohenheim, Deutschland, <sup>2</sup> Eidgenössisches Department für Wirtschaft, Bildung und Forschung, Agroscope, Ökotoxikologie, Wädenswil, Schweiz.

*sieverdinge@aol.com und fritz.oehl@gmail.com*

Arbuskuläre Mykorrhizapilze werden taxonomisch im Pilzstamm der Glomeromycota (Knäuelpilze) geordnet. Dieser enthält zurzeit drei Pilzklassen (Glomeromyceten, Archaeosporomyceten, Paraglomeromyceten) mit 5 Ordnungen, 15 Familien und 38 Gattungen und insgesamt etwa 300 beschriebene Arten. Pilze der Glomeromycota vermehren sich ausschließlich auf lebenden Pflanzenwurzeln und sind obligat auf diese zu ihrem Wachstum angewiesen. Diese Pilze sind einzigartig in der Hinsicht, dass das Myzel kaum Septen bildet, dass also ihre Zellen, wie auch ihre Dauersporen tausende Kerne enthalten können, die sich alle genetisch ein wenig unterscheiden. Man kann sagen, dass jede Spore eine große Diversität an genetischer Information enthält. Wahrscheinlich sind dadurch arbuskuläre Mykorrhizapilze so anpassungsfähig an verschiedene Umweltbedingungen.

Die ersten Arten der Knäuelpilze (*Glomus microcarpum* und *G. macrocarpum*) wurden 1844 von L.R. Tulasne und C. Tulasne beschrieben. Diese und auch jene ca. 10-15 in den nächsten 100 Jahren beschriebenen Arten bildeten in der Tat ihre Sporen in „Knäueln“, oder Sporenklumpen von bis zu einigen cm Durchmesser. Es war aber nicht bekannt bzw. nachgewiesen, dass diese Pilze etwas mit der Ausbildung von arbuskulärer Mykorrhiza zu tun hatten. Erst 1939 wurde von Butler ein Zusammenhang zwischen extern gebildeten Sporengruppen und den arbuskulären Strukturen der Mykorrhiza hergestellt.



Er deutete die arbuskulären Strukturen in den Wurzeln jedoch als die imperfekte Form der Pilze und in Folge dessen herrschte während einer Dekade die Meinung vor, dass ein Pilz namens *Rhizophagus populinus* der am weitesten verbreitete Pilz der Welt sei, ja, dass es eigentlich nur einen einzigen arbuskulären Mykorrhizapilz gäbe. Als *Rhizophagus populinus* wurde von Danguard (1896) ein Wurzelpathogen benannt; er zeichnete 1900 unglücklicherweise in einer weiteren Publikation neben Sporen des Pathogenes auch Strukturen von vesikulär-arbuskulärer Mykorrhiza, was noch heute zu Irritationen in der Zuordnung der Gattung *Rhizophagus* führt. Pioniere der Mykorrhizaforschung, wie Jim Gerdemann in USA und Barbara Mosse in England haben dann über die Sporenabsiebmethode und Einzelsporen-Inokulation die Zusammenhänge zwischen Pilzarten und arbuskulären Infektionsstrukturen klar gestellt und dadurch sowohl Forschung, als auch taxonomisches Arbeiten sehr stark beeinflusst und ermöglicht. Die erste entscheidende neuere taxonomische Ordnung der arbuskulären Mykorrhizapilze erfolgte 1974 von Jim Trappe und Jim Gerdemann (USA) – noch waren diese Pilze aber bei den Endogonaceen der Zygomyceten untergebracht. Einordnung der Gattungen und Arten erfolgte bis 2000 meist nach morphologischen Eigenschaften der Pilzsporen. Erst Schüßler, Schwarzott und Walker (2001) haben durch molekular-biologische Methoden nachgewiesen, dass arbuskuläre Mykorrhizapilze alle zum gleichen verwandtschaftlichen Stamm der Glomeromycota gehören. Oehl et al. teilten dann 2011 dem Pilzstamm drei Klassen zu und beschrieben die morphologische Charakteristiken für Klassen, Ordnungen, Familien und Gattungen der Glomeromycota. Heute ist die alleinige Bestimmung dieser Pilze anhand der Sporenmorphologie wohl noch in vielen Fällen möglich, sie stößt aber an ihre Grenzen.

Arbuskuläre Mykorrhizapilze treten seit ca. 400 Mill. Jahren auf; es gibt versteinerte Sporen, die morphologisch ganz denen von heute weit verbreiteten Arten ähneln. Wohl sind erst ca. 300 Arten beschrieben, es gilt aber noch einige 1000 weitere zu entdecken. Wenn wir diese Bodenmikroorganismen optimal für die Pflanzenernährung nutzen wollen, dann kommen wir nicht darum herum, auch in Zukunft die einzelnen Arten zu identifizieren und zu benennen, da anscheinend bestimmte Konsortien von Pilzarten am besten in bestimmten Pflanzenanbausystemen wirken, und am besten an bestimmte Landbau-Ökosysteme angepasst sind.

## Chancen für den Anbau von Sojabohnen in Mitteldeutschland

**Annette Deubel, Stefan Gille, Dieter Orzessek**

Hochschule Anhalt, Fachbereich Landwirtschaft, Ökötrophologie und Landschaftsentwicklung, Bernburg

[annette.deubel@hs-anhalt.de](mailto:annette.deubel@hs-anhalt.de)

Durch die Anrechnungsfähigkeit als ökologische Vorrangfläche ist das Interesse am Anbau von Körnerleguminosen in Deutschland wieder gestiegen. Die Nachfrage nach garantiert GVO-freier Soja aus heimischem Anbau für die Erzeugung hochwertiger Eiweißfuttermittel, aber auch für die Humanernährung steigt. Somit kann der Anbau von Sojabohnen auf geeigneten Standorten eine finanziell interessante Alternative zu heimischen Körnerleguminosen sein, vor allem wenn es gelingt, Lebensmittelqualität zu erreichen. Deutschlandweit stieg die Anbaufläche 2016 auf ca. 15000 ha.

Sojabohnen wachsen am besten in warmen Körnermaislagen, sehr frühe Reifegruppen (000) entsprechend K240-250. Frühe Sorten (00), zu denen auch proteinreiche Sorten für die Tofu-Herstellung gehören, verlangen Lagen, in denen mittelspäte Maissorten (K260-300) sicher abreifen (Regierungspräsidium Freiburg 2015).

Neben der Ertragsstärke und Qualitätsparametern spielen für die Sortenwahl insbesondere Frost- und Kühletoleranz, die Abreife, die Standfestigkeit und die Höhe des Hülsenansatzes eine Rolle. Im Rahmen der Landessortenversuche prüft die Hochschule Anhalt sehr frühe bis frühe Sorten. Die stabilsten Erträge wurden mit Sorten der Reifegruppe 000 erzielt, aber auch einige Sorten der Gruppe 00 reiften am Standort sicher ab. Extrem frühe Typen (0000), die auch für ungünstigere Lagen oder spätere Aussattermine geeignet sind, konnten ertraglich nicht überzeugen.

Soja hat einen erheblichen Wasserbedarf in den Sommermonaten. Insbesondere Trockenphasen in der Blüte mindern den Ertrag. Ohne Berechnungsmöglichkeit sind tiefgründige Böden mit gutem Wasserspeichervermögen erforderlich.

Um den Anbau zu optimieren und stabile Erträge und Qualitäten zu erreichen, werden Versuche zur Wirkung verschiedener *Bradyrhizobium*-Impfpräparaten, zum Einfluss einer N-Düngung zur Blüte sowie zu verschiedenen Bodenbearbeitungsverfahren durchgeführt (Gille et al. 2016). Eine frische Beimischung mit HiStick oder Cell-Tech brachte deutliche Ertrags- und Qualitätseffekte. Eine N-Düngung zur Blüte ist dagegen nur bei fehlender Knöllchenbildung zu empfehlen.

Insgesamt sind die erzielten Ergebnisse durchaus vielversprechend. Insbesondere zur Erzielung der Qualitätsanforderungen für die Lebensmittelindustrie besteht aber weiterer Forschungsbedarf.

Gille, S., Deubel, A., Orzessek, D. 2016. Untersuchungen zu Bodenbearbeitungsverfahren bei Sojabohnen im Mitteldeutschen Trockengebiet. Strip Till bei Soja erprobt. Landwirtschaft ohne Pflug 4/2016, 32-35.

Regierungspräsidium Freiburg 2015. Anbauanleitung für Sojabohnen 2015. <https://www.isip.de/isip/servlet/page/deutschland/infothek/leguminosen/soja>

## Session 1: Rhizobien

### Rendezvous im Untergrund - wie das Rhizobium die Erbse betört

**Edgar Peiter**

Professur für Pflanzenernährung, Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften,  
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

*edgar.peiter@landw.uni-halle.de*

Rhizobien bilden mit Leguminosen eine Lebensgemeinschaft zu beiderseitigem Nutzen, in der die Pflanze das Bakterium mit Kohlenstoff und Energie versorgt, was das Bakterium mit der Abgabe von fixiertem Stickstoff honoriert. Damit es zu dieser mutualistischen Symbiose kommen kann, muss die Pflanze das Bakterium als geeigneten Lebenspartner erkennen. Insbesondere muss sie es von Pathogenen unterscheiden und Abwehrmechanismen unterdrücken. Bei diesem Rendezvous senden beide Partner Erkennungssignale aus. Bakterielle Substanzen, "Nod-Faktoren", lösen dabei in der Pflanze eine Kaskade von molekularen Prozessen aus, die mit Ionenflüssen beginnen und zu einer Umprogrammierung von Pflanzenzellen führen. Im Zentrum dieser Signalkaskade steht die durch Nod-Faktoren induzierte Oszillation der Calciumkonzentration im Kern der Wirtszelle. Diese Oszillationen stellen gewissermaßen einen Code dar, den spezifische Calcium-bindende Proteine der Pflanze auslesen können. Daraufhin leitet die Pflanze einen komplexen Entwicklungsprozess ein, der die Etablierung des Bakteriums in ihrem Gewebe nicht nur erlaubt, sondern sogar erleichtert, und der schließlich in der Etablierung eines neuen Organs, des Wurzelknöllchens, kulminiert. Auch im etablierten Knöllchen muss die Aktivität beider Partner aufeinander angepasst sein, um eine optimale Stickstoff-Versorgung der Pflanze zu gewährleisten. Im Laufe der pflanzlichen Entwicklung variiert der Bedarf an fixiertem Stickstoff in weiten Grenzen und ist beispielsweise unter Stress stark reduziert. Auch in diesem Prozess spielt Calcium als Regulator eine zentrale Rolle. Unsere aktuellen Arbeiten zielen auf ein molekulares Verständnis dieser Regulation von Stickstoff-Fixierung und -Transport, was zu einer gezielten Optimierung dieser Symbiose beitragen könnte.

### Einfluss der Rhizobien- Leguminosen Interaktion auf die Trockenstressantwort in *Medicago truncatula*

**Christiana Staudinger, Stefanie Wienkoop**

Departement für Ökogenomik und Systembiology, Universität Wien

*christiana.staudinger@univie.ac.at*

Wasserverfügbarkeit ist einer der wichtigsten abiotischen Faktoren, die pflanzliches Wachstum und Ertragsstabilität beeinflussen. Leguminosen sind von besonderer Bedeutung, da sie durch ihre Symbiose mit N-fixierenden Bodenbakterien wesentlich zur menschlichen N-Versorgung beitragen. Bisher ist jedoch wenig darüber bekannt, wie ein symbiontischer bzw. ein nicht-symbiontischer Lebensstil die pflanzliche Stressantwort auf Wasserknappheit beeinflusst.

Anhand des Modellsystems *Medicago truncatula* cv. Jemalong noduliert mit *Sinorhizobium meliloti* bzw. *S. medicae* wurde folgende Hypothese überprüft: Nodulierung bringt Veränderungen im pflanzlichen Stoffwechsel mit sich, welche für das Verhalten der Pflanze bei Trockenstress ausschlaggebend sind. Frühere Untersuchungen zeigten einen positiven Zusammenhang zwischen N-Gehalt und Trockentoleranz.

Deshalb was es hier auch wichtig zwischen nodulierungs-spezifischen und N-spezifischen Effekten auf die Trockenstressantwort zu unterscheiden. Somit wurden nodulierte (NOD) und N-gedüngte (NN) Pflanzen einer Trockenstressperiode ausgesetzt und ihr Verhalten auf physiologischem, metabolischem, proteomischem und ionomischem Level untersucht.

Bei ähnlicher Abnahme des Substratwassergehalts, zeigten die Pflanzen auf organismischer Ebene zwei unterschiedliche Strategien: alte Blätter von NN Pflanzen erfuhren Blattseneszenz und Laubfall. NOD Pflanzen hingegen behielten grüne Blätter und zeigten einen verzögerten Laubfall. Diese Verzögerung trat unabhängig von der anfänglichen N-Konzentration und dem C/N Verhältnis im Blatt auf. Die Nodulierung hatte auch unter gut bewässerten Kontrollbedingungen einen großen Einfluss auf den pflanzlichen Metabolismus. Nodulierung ging mit einer Verschiebung in der C-Allokation einher. Verglichen mit NN Pflanzen, wurden mehr Zucker und weniger Stärke in Blättern von NOD *M. truncatula* beobachtet. NOD Pflanzen hatten auch eine höhere Kaliumkonzentration und größere Aminosäure-Pools. Diese Verbindungen fungieren auch als osmotisch aktive Substanzen und könnten deshalb einen wesentlichen Beitrag zum Erhalt des Blattturgors und des Blattwerks während Trockenstress leisten. Auf Proteinebene wird eine differentielle Regulierung des Ethylen und Jasmonat-Haushalts angezeigt. Beide Phytohormone sind wichtige Akteure in der Regulation von Blattseneszenz und bakterieller endophytischer Besiedelung. Die Ergebnisse dieser Arbeit verdeutlichen die hohe Kontextabhängigkeit der Reaktion einer einzelnen Art auf Wasserlimitierung und sie zeigen, dass "Nutritional Priming", induziert durch Nodulierung, den Blatterhalt während Stress fördern kann. Verzögerte Blattseneszenz kann im Besonderen in Regionen mit vorübergehenden Trockenperioden einen positiven Einfluss auf Ertrag und Wachstum haben.

## **Efficiency of symbiotic nitrogen fixation in legumes (soybean, peas, chickpeas) based on cropping technology on black soils**

**Viktor Kalenskiy, N. Novytcka, Svitlana Kalenska, V. Pylypenko, V. Cherniy, E. Scherbakova**

National University of Life and Environmental Science Kiev, Ukraine

The strategic goal in the field of solving the problem of dietary protein and fodder protein and restoring fertility of Ukrainian soils is optimal expansion of the traditional and non-traditional legumes planting areas. The biological nitrogen accumulated in soils through fixation from the atmosphere by diazotroph bacteria upon interaction with the plants, secures increased yield of the major crops, while retaining the soils fertility and improvement of the ecological condition tethered. The Plants Cultivation Chair of the National University of Biological Resources and Nature Management of Ukraine researched influence of the biological preparations and mineral nitrogen on nitrogen fixation capacity of peas plants (varieties Tsarevych and Deviz), soybean (varieties Annushka and Ustia), and chickpeas (varieties Rozanna and Triumph). The nitrogenase activity of the nodules in the root system of legumes was determined applying the acetylene-ethylene method.

Introduction of nitrogen fertilizers facilitates development and performance of nodules under low and medium rates. Any further increase of the nitrogen fertilizers application results in depression of the nodule development on the roots of chickpeas, peas and soybeans. Consequently, the nitrogenase activity of the nodules was practically absent on these variants of the experiment. The nitrogenase activity of the nodules within the range of the mineral fertilizers application up to 60 kg/hectare varied from 1317 to 4446 nM of ethylene / plant per hour. In variety Rozanna the said value varied from 1725-3941 nM; in variety Triumph – from 1932 to 4446 nM; in peas varieties – from 1317 to 3032 nM of ethylene / plant per hour.

The most favorable conditions for forming symbiotic structure in peas were created through combination of the seeds sowing inoculation and introduction of fertilizers as follows  $K_1+N_{10}P_{10}$  BBCH13-19 +  $N_{10}P_{10}$  BBCH55-59 +  $N_{10}P_{10}$  BBCH61-65. The symbiotic activity of the nodules in peas plants (variety Tsarevych) was the most favorable upon sowing with inoculated seeds on the background of mineral fertilizers introduction  $N_{30}P_{90}K_{90}$  and  $K_1+N_{10}P_{10}$  BBCH13-19 +  $N_{10}P_{10}$  BBCH55-59 +  $N_{10}P_{10}$  BBCH61-65. The quantities and weights of the nodules were the highest ones in these variants, constituting 55.2 to 57.0 pieces per a plant and the weight thereof was 27.6 to 28.5 g per 100 plants.

Application of mineral fertilizers at moderate rates ( $N_{30}P_{60}K_{60}$  and  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ) in the variants without inoculation facilitated interaction of the mineral nitrogen with the natural population of the nodulating bacteria. Inoculation of soybean seeds with Rizogumin stimulated development of the maximal recorded number and weight of nodules on the soybeans root system. The highest value of the soybean plants' symbiotic performance was reached in the experiment variant with inoculation and fertilizers application at the rate of  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , namely, the number of the nodules was 62.4 pieces per plant, biomass of the nodules was 373 mg per pant, the nitrogenase activity was 2.47  $\mu\text{mol C}_2\text{H}_4/\text{hour}$  per plant in variety Annushka and 58.8 pieces per plant with biomass of 461 mg per plant and the nitrogenase activity of 2.31  $\mu\text{mol C}_2\text{H}_4/\text{hour}$  per plant in variety Ustia, respectively.

## Influence of nitrogen fertilizer rates on nitrogen fixation capacity and yield of soybean

**Svitlana Kalenska, N. Novitcka, Viktor Kalenskyi, Roman Kovalenko, O. Dgemesuk**

National University of Life and Environmental Science Kiev, Ukraine

*svitlana.kalenska@gmail.com*

Efficiency of fixation and using fixed nitrogen along with mineral nitrogen by soybean plants is an important factor of soybean planting technologies and preserving ecology of environment. We have completed field experiments on typical black soils in the northern part of Ukrainian Forest Steppe, to determine the efficiency of the plants' symbiotic performance subject to seeds' inoculation with rizogumin and to nitrogen fertilizers' rates ranging from  $N_{30}$  to  $N_{120}$  at the background of  $P_{60}K_{60}$ .

Subject to the gradual increase of the mineral nitrogen rates over 60 kg/ha, the nitrogen fixation activity is reduced, the number of nodules is decreased, and upon increasing the rate to 90-120 kg/ha, the plants gradually shift to mineral nutrition. Upon application of nitrogen in the rate of at least 90 kg/ha, the nodule formation and functioning is depressed, and upon increase of the nitrogen fertilizers rate to  $N_{120}$ , the soybeans plants' symbiotic performance is completely suspended. The maximal activity of the soybeans plants' symbiotic nitrogen fixation is recorded during the flowering period – start of the grain filling. Prior that period the nodules keep actively forming and the weight thereof builds up. Thereafter, the weight starts slowly reducing until the plants become fully ripe. The soybeans plants' symbiotic performance significantly depends on hydrothermal conditions of vegetation. Thus, during warm years with moderate amount of precipitations the number of nodules on the root system of soybeans reaches 70 to 80 pieces per plant corresponding to a weight of 450 to 490 mg per plant. During hot and dry years the number of nodules does not exceed 35 to 45 pieces per plant with a weight of 240 to 300 mg per plant.

Without seeds inoculation, the nodules on the soybean roots were smaller, are more located on the side roots and having less intense coloring and lower efficiency. An increase of nitrogen rates from  $N_{60}$  to  $N_{90}$  causes reduction of the nodule number and weight on the soybean roots up to complete absence of the same after application of  $N_{120}$ .



During the flowering period - start of the soy beans forming - the nitrogenase activity of the nodules after application of  $N_{60}P_{60}K_{60}$  and with seeds inoculation reached 2239 – 5713 nM  $C_2H_4$ /year/plant depending on year and genotype. After application of  $N_{120}P_{60}K_{60}$  nitrogenase activity was no longer detectable. The yield of soybean varied from 1.85 to 3.75 tons per hectare, depending on variety, weather conditions during vegetation time, nitrogen rates and seeds inoculation. The economically and environmentally balanced dosage of nitrogen is between  $N_{30}P_{60}K_{60}$  and  $N_{90}P_{60}K_{60}$ .

Keywords: soybean, mineral fertilizers, inoculation, yield

## Why the Czech Republic has failed to increase the area of legumes?

**Jan Křen, Vladimír Smutný**

Department of Agrosystems and Bioclimatology,  
Faculty of AgriSciences, Mendel University in Brno, Czech Republic

*jan.kren@mendelu.cz*

Positive effects of leguminous plants on soil fertility are commonly known, as well as the fact that they are the source of high quality proteins in both human and farm animal nutrition. Therefore there should be a common effort to support growing of legumes and gradually increase their areas. However, this effort has failed in the Czech Republic in the long term. On the contrary, a significant decrease of pulse crop areas of more than 50% has been reported during the last two decades. Nowadays the area of pulse crops makes only 1.3% of all arable land and only a few leguminous species are grown there. These include predominantly common pea, followed by soybean and lupine in smaller areas. Other species i.e. broad bean, common vetch and common bean and some other previously grown legumes account for a very small proportion of legumes. Our contribution will analyse the reasons why farmers do not grow legumes. The major reasons are as follows:

- specialization in cereal and rape seed production; the farmers prefer more easy-to-plant crops for which they get more money,
- low yields and strong sensitivity of legumes to weather conditions (great moisture requirements),
- unstable yields due to soil deterioration and climate changes,
- reduced sales due to reductions in livestock farming which has predominantly impact on perennial legumes,
- high costs of seeds (large seeds – high seeding rate) and treatments (frequent infestation with pests),
- price of legumes and their low competitiveness with cereals and imported soya oil cakes,
- stagnating consumption of legumes in human nutrition (2 kg/person/year),
- expansion of biogas stations for which legumes are not suitable .

Legumes generally have a lower profitability rate and gross margins than cereals or oilseeds but their rotation effect increases gross margins of subsequent crops. Therefore, the assessment of legumes to be performed at the cropping system scale is important. There is also a great impact of inability to recognize or evaluate the long-term benefit of legumes within a cropping system.

Positive effects and unused opportunities of novel subsidy rules for the period 2014-2020 will be discussed and possibilities in motivation of farmers to use leguminous plants will be suggested with regard to the following aspects:

- a) agronomical – a verifiable positive effect on the yields of most other crops under dry conditions; pressure of owner of the hired land to grow ameliorating crops aimed at soil fertility preservation, support of the use of legumes in intercrops mixtures within the “Greening”,
- b) economic – indirect support of animal husbandry, a special subsidy title for protein crops. “Greening” – direct support of N-fixing plants and legumes in intercrops mixtures.

This contribution is part of the project No. QJ1210008 financed by National Agency for Agricultural Research of the Czech Republic.

## Session 2: Mykorrhizen und andere Mikroorganismen zur Verbesserung der Stresstoleranz

### **Auftreten autochthoner Mykorrhizapopulationen in einem Dauerversuch in Mais in Bernburg bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung und Intensität der Produktion**

**Helmut Baltruschat<sup>1</sup>, Ingo Schellenberg<sup>1</sup>, Fritz Oehl<sup>2</sup>, Ewald Sieverding<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Hochschule Anhalt, Bernburg, <sup>2</sup> Agrosop Zürich, <sup>3</sup> Universität Stuttgart-Hohenheim

*Helmut.Baltruschat@hs-anhalt.de*

An der Hochschule Anhalt in Bernburg/Strenzfeld läuft seit 1992 ein großflächiger Dauerversuch mit unterschiedlicher Bodenbearbeitung und Düngungs- und Pflanzenschutz-Intensität. Entsprechend der 5-jährigen Fruchtfolge (Körnermais – Winterweizen – Wintergerste – Winterraps – Winterweizen) werden in jedem Jahr diese fünf Ackerkulturen auf je 1,2 ha großen Feldern (Grossparzellen) angebaut. Eine Hälfte jeder Großparzelle wird gepflügt (18–30 cm), die andere konservierend bearbeitet (Grubber, 12–15 cm). Der Dauerversuch erfolgt in zwei Intensitätsstufen: „Intensiv“ mit standorttypischer N-Düngung und Pflanzenschutz nach Bedarf sowie „extensiv“ mit ca. 50% reduzierter N-Düngung und ohne Fungizide. Seit 2009 wird in der hohen Intensitätsstufe eine Unterfußdüngungsvariante zu Körnermais mitgeführt (100 kg/ha DAP). Der Boden ist eine Löss-Schwarzerde mit einem pH-Wert von 7,5.

Autochthone arbuskuläre Mykorrhizapilze werden von Standortfaktoren, der Landnutzungsart und –intensität beeinflusst. Die vorliegende, breit angelegte Studie zeigt, dass für den Schwarzerde-Standort in Bernburg eine hohe Diversität der arbuskulären Mykorrhiza (AM) charakteristisch ist. Insgesamt wurden 36 AM-Pilze identifiziert. Sporendichte als auch Diversität der AM-Pilze wurden im Wesentlichen durch die Bodenbearbeitung beeinflusst. Die Pflugvariante wirkte sich unabhängig von der Intensität der Düngung negativ auf die Diversität der AM aus. Bei konservierender Bodenbearbeitung wurden bei extensiver Bewirtschaftung 33 AM-Pilze nachgewiesen. Bemerkenswert ist, dass in Mais auch bei hoher N- Düngungsintensität sowohl die Sporendichte als auch die Anzahl von immerhin 29 identifizierten AM-Spezies außerordentlich hoch ist. Lediglich bei zusätzlicher Unterfuß-P-Düngung ging die Anzahl der AM-Pilze zurück. Die multivariate Auswertung mit Hilfe der Redundanzanalyse (RDA) sowie unterschiedlicher Diversitätsparameter (Shannon-Weavers index, Simpson diversity, Pileau evenness, Margalev dominance) bestätigt den Effekt von Bodenbearbeitung und Düngungsintensität auf die Diversität von AM-Pilzen als auch die insgesamt als hoch einzustufende AMF-Vielfalt an dem Schwarzerde-Standort Bernburg. Welche funktionelle Rolle diese AM-Pilze in der Fruchtfolge spielen, ist nicht bekannt. In Zukunft könnte die Landwirtschaft aber im Sinne eines erfolgreichen Bodenschutzes auch an Standorten mit hoher natürlicher Bodenfruchtbarkeit von den spezifischen Ökosystemleistungen autochthoner Mykorrhizapopulationen profitieren.



# Einfluss der Mykorrhizierung auf die Trockenstresstoleranz von Weizen (*Triticum aestivum*)

Heike Lehnert<sup>1,2</sup>, Albrecht Serfling<sup>1</sup> und Frank Ordon<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Resistenzforschung und Stresstoleranz, Quedlinburg; <sup>2</sup> Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für die Sicherheit biotechnologischer Verfahren bei Pflanzen, Quedlinburg

heike.lehnert@julius-kuehn.de

Weizen (*Triticum aestivum*) ist eine der weltweit wichtigsten Kulturpflanzen für die menschliche Ernährung. Die Zunahme von Trockenperioden, speziell Frühsommertrockenheit mit reduzierter Nährstoffverfügbarkeit, führt zu starken Ertragseinbußen und stellt daher eine Herausforderung für die Pflanzenzüchtung im Hinblick auf eine Anpassung an veränderte Klimabedingungen dar. Die Notwendigkeit sowohl unter veränderten Klimabedingungen als auch auf Grenzstandorten langfristig stabile Erträge zu erzielen, führt zu einem Bedarf an Weizengenotypen mit verbesserter Trockenstresstoleranz. Der zurzeit aussichtsreichste Ansatz ist die Verbesserung der Trockenstresstoleranz per se, d.h. die Identifikation und Selektion trockenstresstoleranter Weizengenotypen. Die gezielte Nutzung von Mykorrhizasymbiosen könnte durch die Selektion von Weizengenotypen, welche von der Symbiose mit Mykorrhizapilzen unter Stressbedingungen profitieren, einen weiteren Ansatz zur Verbesserung der Stresstoleranz von Weizen darstellen. Der positive Effekt von Mykorrhizasymbiosen auf die Wasser- und Nährstoffaufnahme unter limitierenden Standortbedingungen ist für verschiedene Kulturpflanzen beschrieben.

Ziel des Projektes war es daher genetische Unterschiede des Weizens bezüglich der Fähigkeit zur Symbiose mit wurzelendophytisch wachsenden Pilzen zu identifizieren, sowie den Einfluss der Symbiose auf die Kornertragsbildung unter Trockenstressbedingungen zu untersuchen und mittels assoziationsgenetischer Studien Genomregionen zu identifizieren, welche mit diesen Merkmalen assoziiert sind.

In den Versuchsjahren 2013 und 2014 wurden Trockenstressversuche unter Gewächshausbedingungen angelegt und ein Set bestehend aus 103 Weizengenotypen unter Trockenstress- (maximale Wasserkapazität 25 %, MWK) und Normalenbedingungen (75 % MWK) auf genotypische Unterschiede in der Trockenstresstoleranz und die Fähigkeit zur Symbiose mit Mykorrhizapilzen untersucht. Die Genotypen wurden in Gefäßversuchen in je einer Kontrollvariante und einer Stressvariante mit und ohne Mykorrhizierung angebaut. Die Quantifizierung der Wurzelbesiedlung durch *Rhizophagus intraradices*, *Claroideoglossum claroideum* and *Claroideoglossum etunicatum* erfolgte lichtmikroskopisch nach Ink-Vinegar-Färbung (Vierheilig *et al.*, 1998) von Wurzelsegmenten. Parallel zur Erhebung phänotypischer Daten wurde die Genotypisierung mittels des 90k iSelect Chip durchgeführt, um anhand von genomweiten Assoziationsstudien QTLs zu identifizieren, welche in die Mykorrhizierung und Trockenstresstoleranz involviert sind.

Die Mykorrhizierung aller Genotypen war erfolgreich und typische Mykorrhizastrukturen konnten in den Wurzeln nachgewiesen werden. Desweiteren zeigte sich eine breite genotypische Variation für das Merkmal Mykorrhizierung und signifikante Ertragsunterschiede zwischen der mykorrhizierten und nicht mykorrhizierten Variante unter Trockenstressbedingungen. Die Mehrzahl der untersuchten Genotypen reagierte mit Ertragssteigerung auf die Mykorrhizierung unter Trockenstressbedingungen. Durch genomweite Assoziationsstudien konnten Genomregionen identifiziert werden, die mit der Mykorrhizierung der Weizenwurzel, bzw. dem Ertrag unter Trockenstressbedingungen assoziiert sind.

Vierheilig H, Coughlan AP, Wyss U, Piche Y. 1998. Ink and vinegar, a simple staining technique for arbuscular-mycorrhizal fungi. *Applied and Environmental Microbiology* 64(12): 5004-5007.

## First steps towards understanding the plant growth-promoting actions of *Hartmannibacter diazotrophicus*

Sylvia Schnell, Stefan Ratering, Christian Suarez, Massimiliano Cardinale

Institute for Applied Microbiology, IFZ, Justus-Liebig-University Giessen, Germany

[sylvia.schnell@umwelt.uni-giessen.de](mailto:sylvia.schnell@umwelt.uni-giessen.de)

The recently described genus and species *Hartmannibacter diazotrophicus* E19<sup>T</sup> is part of a research project on halotolerant PGPR isolated from the rhizosphere of *Hordeum secalinum* and *Plantago winteri* plants growing in a natural salt meadow in Hesse (1, 3).

Strain E19<sup>T</sup> is able to grow on non-water-soluble PO<sub>4</sub> sources, nitrogen free media and showed acetylene-reduction activity; moreover growth on DF medium supplemented with ACC and its respective ACC-deaminase activity was demonstrated in cell suspensions. To test the interaction of strain E19<sup>T</sup> on barley, seeds of *H. vulgare* cv. Propino were surface sterilized and inoculated with the bacterium. Non-sterile salt adjusted soil (NaCl 1.75 %) was used for seed germination and 15 days after germination salt concentration was increased to 4.4 % NaCl. Forty-two days grown barley plants inoculated with strain E19<sup>T</sup> showed significantly increased root (308 %) and shoot (189 %) dry weights, and water content in the root system (378 %) compared to control treatment (E19<sup>T</sup> dead biomass). Also, root-to-shoot ratio was significantly increased, whereas the root Na<sup>+</sup> concentration and root surface sodium uptake in barley plants decreased. Reduction of ethylene emission measured on barley plantlets under salt stress showed positive stress relieving effect of E19<sup>T</sup> due to its ACC deaminase activity. Roots colonization of E19<sup>T</sup> under salt stress conditions was revealed with a specifically designed fluorescence *in situ* hybridization (FISH) probe (2). E19<sup>T</sup> draft genome sequence consists of a single circular chromosome of 5.4 Mbp. Its genome relationship based on average nucleotide identity (ANI) mean values with available genome sequences shows as closest relative members *Pleomorphomonas* within unclassified *Alphaproteobacteria*. E19<sup>T</sup> genome includes several genes involved in PGP traits including phosphate solubilization, nitrogen fixation, and ACC deaminase production. Improvement in gene annotation is in progress in order to assign gene functional classification, metabolic reconstruction and comparative genome sequence analysis with other PGPR to better understand the bacterium gene content that could be involved in PGP.

- 1) Cardinale et al. (2015). Paradox of plant growth promotion potential of rhizobacteria and their actual pro-motion effect on growth of barley (*Hordeum vulgare* L.) under salt stress. *Microbiological Research* 181, 22–32.
- 2) Suarez et al. (2015). Plant growth-promoting effects of *Hartmannibacter diazotrophicus* on summer barley (*Hordeum vulgare* L.) under salt stress. *Applied Soil Ecology* 95, 23–30.
- 3) Suarez et al. (2014). *Hartmannibacter diazotrophicus* gen. nov., sp. nov., a novel phosphate-solubilizing and nitrogen-fixing alphaproteobacterium isolated from the rhizosphere of a natural salt meadow plant. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 64, 3160–3167.

## Zwischen Wissenschaft und Industrie: Förderung der Stabilität, Kompatibilität und Effektivität der Pflanze-Endophyten-Beziehung für eine nachhaltige Nutzung, 2015 – 2019

Imke Hutter, Alberico Bedini, Carolin Schneider

Inoq GmbH, Schnega

[hutter@inoq.de](mailto:hutter@inoq.de)

Im Rahmen von Horizon 2020 wird ein besonderes Augenmerk auf die Entwicklung neuer Technologien für eine nachhaltigere Produktion und Lebensweise in den europäischen Ländern gelegt. Eines der Programme von Horizon 2020 sind die sogenannten Innovativen Ausbildungsnetzwerke (ITN). In unserem Projekt BestPass ('Boosting Plant-Endophyte Stability, Compatibility and Performance across scales') arbeiten 15 Doktoranden themenübergreifend in acht wissenschaftlichen Institutionen und bei vier Industriepartnern für vier Jahre zusammen.

Endophytische Mikroorganismen in Pflanzen können Wachstum, Ernte und Gesundheit fördern, während der Einsatz von Agrochemikalien reduziert wird. Aber wie können wir die Stabilität und Verlässlichkeit dieser positiven Effekte steigern? Zur Beantwortung der Frage müssen wir die genetischen Grundlagen der nützlichen Interaktionen zwischen Pflanzen und Endophyten verstehen. Wir müssen unser Wissen über die molekularen Mechanismen, die den Effekten von Endophyten unterliegen, erweitern. Hierzu gehören neben dem Austausch und der Verteilung von Nährstoffen zwischen den Partnern auch Signalketten für die Stoffwechselregulierung zwischen und in den Partnern, die gemeinsam induzierte Produktion von sekundären Metaboliten, sowie die Wirkung von Umwelteinflüssen auf das Zusammenspiel von Pflanze und Endophyt.

Endophytische Pilze wie Arbuskuläre Mykorrhizapilze und *Piriformospora indica* sind geeignete Organismen, um den Einsatz von Agrochemikalien zu reduzieren. Obwohl diese Pilze ein großes Potential haben, unsere Umwelt sauberer und nachhaltiger zu gestalten, werden sie nach wie vor nicht in großem Maßstab eingesetzt, da ihre Wirksamkeit oft nicht garantiert ist. Hierfür sind verschiedene Ursachen verantwortlich: Die chemischen Eigenschaften des Bodens haben oft einen negativen Einfluß auf die Beziehung der Pilze mit den Wirtspflanzen. Hohe Phosphatkonzentrationen im Boden stehen oft einer Besiedelung der Wurzeln mit AMF entgegen. Bei hohen Salzkonzentrationen kommt es zwar oft zu einer Besiedelung, aber die Effektivität ist verbunden mit der Anpassungsfähigkeit einer einzelnen Art oder eines Isolats an diese Standorte.

Die Aufgaben in dem von uns bearbeiteten Arbeitspaket 4 von BestPass sind daher: die Leistung der Pilzes durch Anpassung in vitro zu verbessern, die neuen effektiven Inokula für eine landwirtschaftliche Anwendung zu formulieren und die Wirksamkeit der Produkte unter Praxisbedingungen zu bestätigen. Stämme von *Rhizoglyphus irregularis* and *Piriformospora indica* werden unter in vitro Bedingungen an die verschiedenen abiotischen Stressoren angepaßt. Danach werden diese Pilze im Gewächshaus und im Feld getestet. Ein Protokoll für die Anpassung und Inokulation der Pilze soll entwickelt werden.

Campos C, Cardoso H, Nogales A, Svensson J, Lopez-Ráez JA, Pozo MJ, Nobre T, Schneider C, Arnoldt-Schmitt B, 2015: Intra and Inter-Spore Variability in Rhizophagus irregularis AOX Gene. PLOS ONE, DOI: 10.1371/journal.pone.0142339

Hardoim PR, van Overbeek LS, Berg G, Pirttilä AM, Compant S, Campisano A, Döring M, Sessitsch A, 2015: The hidden world within plants: ecological and evolutionary considerations for defining functioning of microbial endophytes. Microbiology and Molecular Biology Reviews, 79(3), 293-320.

Rouphael Y, Franken P, Schneider C, Schwarz D, Giovannetti M, Agnolucci M, De Pascale S, Bonini P, Colla G, 2015: Arbuscular mycorrhizal fungi act as biostimulants in horticultural crops. Scientia Horticulturae, Vol 196, 91–108, DOI:10.1016/j.scienta.2015.09.002

# The application of mycorrhizal products for growing onions: Russian experience

**Igor Y. Podkovyrov, Nikolai Sajutin**

Volgograd State Agricultural University, Volgograd, Russia

*agrosad@inbox.ru*

The experiences in biological agriculture show the feasibility of mycorrhizal products. When growing onions, it is of interest to use *Glomus* fungi. It was found that the mycorrhization of onion roots improves plant growth in the early stages of ontogenesis. The effectiveness of mycorrhizal fungi on light-brown soils was reduced under the influence of high temperatures and low humidity. These factors causing stress, reduce plant immunity and lead to the need to use pesticides.

# Potenzial von *Piriformospora indica* und naher verwandter Pilze auf Pflanzenwachstum und Krankheitsresistenz

Helmut Baltruschat<sup>1</sup>, Philipp Franken<sup>2</sup>, Ingo Schellenberg<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hochschule Anhalt, Bernburg; <sup>2</sup>Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau, Großbeeren

helmut.baltruschat@hs-anhalt.de

Symbiotische Pilze aus der Gruppe der *Sebacinales* sind weltweit verbreitet und weisen ein großes Wirtspflanzenspektrum auf. Die bekanntesten Vertreter der *Sebacinales* sind *Piriformospora indica* und *Sebacina vermifera*. Bisher sind keine Pflanzen bekannt, die nicht von *Sebacina*-Arten besiedelt werden. *Sebacinales* stimulieren das Pflanzenwachstum und tragen zur erhöhten Stresstoleranz gegenüber Trockenheit und Salzbelastung bei. Zudem gibt es erste Hinweise, dass in Gewürzpflanzen wie z. B. in Basilikum der Gehalt wertgebender Inhaltsstoffe in Anwesenheit von *Sebacina*-Pilzen erhöht ist und somit eine Verbesserung der Qualität des Ernteproduktes erreicht wird. *Piriformospora indica* erhöht die Resistenz von Pflanzen gegenüber verschiedenen pilzlichen Wurzel- und Blattpathogenen. Insbesondere gegenüber den wurzelbürtigen pilzlichen Pathogenen *Fusarium spec.* (Gerste, Tomate), *Rhizoctonia solani* (Gerste) sowie *Verticillium spec.* (Tomate) besteht eine nachhaltige Schutzfunktion. Sie ist auch belegt für den Blattbefall durch den Gerstenmehltau *Blumeria graminis f. sp. hordei*. Diese erhöhte Resistenz ist offenbar Jasmonat-gesteuert. Die Deaktivierung membranschädigender reaktiver Sauerstoff-Spezies trägt ebenfalls zur erhöhten Resistenz gegenüber abiotischem und biotischem Stress bei.

*P. indica* und *S. vermifera*-Isolate gehen eine enge Assoziation mit Bakterien unterschiedlichster Gattungen ein. *P. indica* zeigt hierbei eine enge Verbindung mit dem  $\alpha$ -Proteobakterium *Rhizobium radiobacter*, welches ähnliche biologische Aktivitäten wie *P. indica* im Hinblick auf die Förderung des Pflanzenwachstums und die erhöhte Resistenz gegenüber Mehltau in Gerste zeigt. Dies wirft die Frage auf, zu welchem Anteil das Bakterium und der Pilz an den biologischen Effekten in der Pflanze beteiligt sind. Weitere Studien an verschiedenen *S. vermifera*-Isolaten ergaben Hinweise auf enge Assoziation dieser Pilze mit *Paenibacillus*, *Acinetobacter* und *Rhodococcus*, wobei alle getesteten *S. vermifera*-Isolate mit unterschiedlichen endophytischen Bakterien vergesellschaftet waren. Dies lässt erwarten, dass angesichts der weiten Verbreitung der *Sebacinales* in unterschiedlichen Ökosystemen eine große Diversität endophytischer Bakterien mit möglicherweise sehr unterschiedlichen biologischen Eigenschaften evaluiert werden kann. Das Potential für die praktische Anwendung von *Piriformospora* in der nachhaltigen Pflanzenproduktion ist noch weitgehend unbekannt. Die Entwicklung und Anwendung von innovativen biologischen Präparaten als Ergänzung oder sogar Ersatz vorhandener Strategien im Sinne einer nachhaltigen Pflanzenproduktion erscheint nicht nur ökologisch, sondern auch wirtschaftlich geboten.

## Session 3: Mikroorganismen zur besseren P-Nutzung

### Kombinationen von Rhizosphären-kompetenten Pilzen und Bakterien zur P-Mobilisierung

**Jörg Geistlinger, Ingo Schellenberg**

Hochschule-Anhalt, Institut für Bioanalytische Wissenschaften (IBAS), Bernburg

*Joerg.Geistlinger@hs-anhalt.de*

Landwirtschaftlich genutzte Böden können Phosphatreserven enthalten, die für Pflanzen nicht verfügbar sind, da sie in schwer löslicher Form vorliegen (z.B. Fe-, Al- und Ca-Phosphate). Viele Mikroorganismen hingegen (Pilze und Bakterien) sind in der Lage diese im Boden festgelegten Phosphate zu mobilisieren und damit Pflanzen verfügbar zu machen. Auf dieser Basis haben sich zahlreiche mutualistische und symbiotische Beziehungen zwischen Pilzen, Bakterien und Pflanzen in der Rhizosphäre ausgebildet. Eine besondere Form ist z.B. die Endomykorrhiza, bei der Pilze in Wurzelzellen einwandern (Endophyten). Dabei werden vom Pilz bereitgestelltes P und aus der Photosynthese stammendes Assimilat ausgetauscht. Auch viele Bakterien können festgelegtes Phosphat lösen und in der Rhizosphäre Pflanzen verfügbar machen. Dort ernähren sich die Bakterien auch von Wurzelexudaten (u.a. organische Säuren), die Wurzeln ausscheiden, um ihrerseits Nährstoffe lösen und dadurch aufnehmen zu können. Zudem begünstigen einige Bakterien die Ausbildung der Mykorrhiza (sog. Mykorrhiza Helper Bacteria) durch die Ausscheidung von Signal- und Botenstoffen sowie von Phytohormonen (z.B. Auxin).

Am IBAS werden derzeit mehrere Forschungsprojekte zur Mobilisierung von Phosphat durch Mikroorganismen der Rhizosphäre durchgeführt. Das EU-Projekt BIOFECTOR ([www.biofactor.info](http://www.biofactor.info)) hat die Zielsetzung neue Ansätze für die Nutzung von „Bio-Effektoren“ zu entwickeln. Dabei handelt es sich um Mikroorganismen und natürliche Wirkstoffe mit der Fähigkeit, das gesunde Wachstum, die Nährstoffaneignung und die Resistenz von Kulturpflanzen gegenüber Stressfaktoren zu erhöhen. Mit Hilfe der Bio-Effektoren soll die Produktivität und Nährstoffausnutzung bei alternativen Düngungsstrategien verbessert werden, so z.B. bei der Verwendung von Recyclingdüngern. Das IBAS leitet im Projekt das Arbeitspaket „Kombinationen und Synergismen“. Dort werden verschiedene Kombinationen von Trichoderma und Sebacina Pilzen mit Gram-positiven und -negativen Bakterien getestet. Die Versuche werden an den Kulturpflanzen Mais, Weizen und Tomate durchgeführt. Nach einer Vortestung in Labor und Gewächshaus ermöglicht ein Europa-weites Netzwerk von Feldversuchsstandorten, die neu entwickelten Düngungsstrategien unter diversen geo-klimatischen Bedingungen in Europa zu testen. Ergebnisse zu Düngerwirkung und erhöhter Kältestresstoleranz sowie mögliche Wirkmechanismen werden vorgestellt.



## Verbesserte P-Effizienz durch Bio-Effektoren im Feldversuch

**Martin Kulhánek, Filip Mercl, Zlata Holečková**

Department of Agro-Environmental Chemistry and Plant Nutrition, Faculty of Agrobiolgy, Food and Natural Resources, Czech University of Life Sciences Prague, Czech Republic

*kulhanek@af.czu.cz*

So genannte Bio-Effektoren (BE) sind Mikroorganismen und aktive natürliche Substanzen (wie z.B. Kompost-, Vermikompost- und Algenextrakte) die Pflanzen bei der Nährstoffaufnahme unterstützen. Viele dieser BE-Produkte verbunden mit der Stickstoff-Fixierung sind schon bekannt und erarbeitet. Zudem existiert aber auch die große Gruppe von BEs, die mit der Verbesserung der Phosphoraufnahme verbunden ist. Von dieser BE Gruppe gibt es schon viele Ergebnisse aus Feld- sowie Gefäßversuchen, wobei Feldversuche noch unterrepräsentiert sind.

Unsere Feldversuche mit Silomais wurden in den Jahren 2014 bis 2016 realisiert. Ausgewählte Versuchsfelder mit niedrig bis gut verfügbaren Phosphorgehalten wurden ausgewählt. Die Bioeffektoren RhizoVital (*Bacillus amyloliquefaciens*, FZB42), Proradix (*Pseudomonas* sp.) und MUCI (*Paenibacillus mucilaginosus*) wurden geprüft. Diese BEs wurden durch verschiedene Applikationsformen (auf ganze Fläche; Injektion; in die Reihen) und mit verschiedenen Düngungsmitteln (Triple-Superphosphat; Rohphosphat; Ammoniumsulfat; Ammoniumnitrat mit Harnstoff und Kalkammonsalpeter) eingebracht. Die Pflanzenhöhe und die Mais-Erträge wurden als Hauptproduktionsparameter ausgewertet.

Bis jetzt wurde in unseren Versuchen der signifikante Einfluss der BEs auf Ertrag und Pflanzenhöhe, sowie auf die Phosphoraufnahme nicht bestätigt. Die weitere Forschung wird vor allem auf folgende Punkte orientiert: 1) weitere BEs sollen getestet werden, 2) Versuche auf weiteren Standorten, wo ähnliche Verhältnisse vorliegen, 3) gründliche Analysen von mikrobieller Aktivität im Boden und 4) Entwicklung von neuen, effektiveren und ökonomisch günstigeren Anwendungsstrategien.

The research leading to these results has received funding from the European Community's Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013) under grant agreement n° 312117 (BIOFECTOR).

## Organic matter management influences the efficacy of microorganisms

**Bettina Eichler-Löbermann, Thomas Krey, Ralf Uptmoor**

University of Rostock, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, Chair Agronomy, Rostock, Germany

*Bettina.Eichler@uni-rostock.de*

Positive effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on the phosphorus (P) availability for plants may be due to an accelerated mineralization of organic P and mobilization of inorganic P sources. Organic fertilizers, like compost and manure, can enhance soil microbial activity and maintain soil enzymes in their active forms (Krey et al. 2013, Oberson et al. 2010). In this context Bünemann et al. (2004) emphasized the important role of organic substances in soil for the conversion of P through soil microorganisms and found that the microbial biomass is limited by C and N rather than P availability. However, the efficacy of PGPR in interaction with organic fertilization is scarcely known. Field and semi-field studies employing the bacterial strains *Enterobacter radicincitans* DSM 16656 and *Pseudomonas fluorescens* DR54 were carried out under three fertilizer treatments (biowaste compost, cattle manure, and triple superphosphate-TSP) and a control (no-P). The effects of both PGPR strains on plant growth and plant P uptake of maize (*Zea mays* L.) and oilseed rape (*Brassica napus* L.) as well as on soil P characteristics and soil enzymes were assessed.

Organic fertilizer application increased growth and P uptake of the tested crops and enhanced the soil P pools. The effects of the PGPR strains on plant yields were less pronounced under both experimental conditions. However, stimulations of enzyme activities were found after the *P. fluorescens* application without additional P supply under semi-field conditions (52% for acid phosphatase activities, 103% for alkaline phosphatase activities and 133% for phosphodiesterase) with regard to oilseed rape. Similarly for the no-P treatment, the *P. fluorescens* application enhanced arbuscular mycorrhizal colonization of maize to the greatest extent. Under field conditions organic fertilizers had similar effects on maize growth and soil P pools like TSP. The application of *P. fluorescens* could increase highly bioavailable P pools (water-soluble P and double lactate-soluble P) in soil, arbuscular mycorrhizal colonization and maize growth. This was mainly observed in the no-P treatment. Therefore we conclude that benefits on plant nutrition derived from PGPR application can be expected on low P soils rather. Organic fertilizers can mask the effects of the PGPR.

Bünemann E, Smithson PC, Jama B, Frossard E, Oberson A (2004) Maize productivity and nutrient dynamics in maize-fallow rotations in western Kenya. *Plant Soil* 264: 195-208.

Krey T, Vassilev N, Baum C, Eichler-Löbermann B (2013) Effects of long-term phosphorus application and plant growth promoting rhizobacteria on maize phosphorus nutrition under field conditions. *Europ. J Soil Biol* 55: 124-130.

Oberson A, Tagmann HU, Langmeier M, Dubois D, Mäder P, Frossard E (2010) Fresh and residual phosphorus uptake by ryegrass from soils with different fertilization histories. *Plant Soil* 334: 391-407.



## ***Kosakonia radicincitans*: eine neue Bakterienart mit überraschend hohem Potential zur Steigerung von Pflanzenerträgen**

**Silke Ruppel, Beatrice Berger, Matthias Becker, Yvonne Becker, Sascha Patz, Lempie Kashinasha Ekanjo, Gylaine Vanissa Tchakounte**

Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau, Großbeeren/Erfurt e. V., Großbeeren  
[ruppel@igzev.de](mailto:ruppel@igzev.de)

Seit der dänische Bodenmikrobiologe Martinus Beijerinck 1901 *Azotobacter chroococcum* als erste nicht in Leguminosen-Knöllchen lebende aber dennoch Luftstickstoff bindende Bakterien Art beschrieben hat, war die Idee geboren, die bakterielle Luftstickstoff Bindung an Getreide und anderen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen zu nutzen. Den Durchbruch dieser Idee schaffte Johanna Döbereiner in Brasilien 1974 und Yakov Okon in Israel mit der Applikation von *Azospirillum* zu Zuckerrohr mit beachtlichen Ertragssteigerungen. In den 80iger Jahren zeigten erste Studien in Finnland und Deutschland, dass unter gemäßigten Klimabedingungen völlig andere Organismen ähnliche Leistungen aufweisen können. Hier sind es überwiegend Bakterien der Familien *Enterobacteriaceae* und *Pseudomonadaceae*, die ebenfalls biologisch Luftstickstoff binden, aber besser an gemäßigte Klimabedingungen angepasst sind. Wir isolierten und selektierten einen sehr effizienten Bakterienstamm aus der Phyllosphäre von Winterweizen und beschrieben ihn taxonomisch als neue Spezies *Kosakonia radicincitans*. Diese Bakterien können neben der Luftstickstoffbindung auch Phytohormone (Auxine und Zytokinine) produzieren und schwer verfügbare Phosphate mobilisieren. Eine Applikation der Bakterien zum Saatgut oder zu jungen Pflanzen führt zu verbesserter Jungpflanzenentwicklung und zu Ertragssteigerungen um bis zu 15 % im Feld bei verschiedenen Getreide- und Gemüsearten. Derzeit wird in Zusammenarbeit mit der Firma ABiTEP GmbH ein Biopräparat für den Markt entwickelt.

## Session 4:

# Leguminosen: Neue Wege der Verwertung - ein wesentlicher Schlüssel zum erfolgreichen Anbau?

## Wirtschaftlichkeit von grobkörnigen Futterleguminosen (Ackerbohne, Futtererbse, Lupine, Soja)

**Roland Richter**

Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt Bernburg

[roland.richter@llg.mule.sachsen-anhalt.de](mailto:roland.richter@llg.mule.sachsen-anhalt.de)

Der Anbau von Leguminosen hatte in den Jahren 1997 und 2001 mit etwa 4,7 % Anteil an der Ackerfläche in Sachsen-Anhalt seinen Höhepunkt. Aus ökonomischen Erwägungen erfolgte seitdem eine Konzentration auf Winterungsfruchtfolgen. Aus pflanzenbaulicher Sicht ist ein auf Winterungen reduziertes Anbausystem langfristig nicht aufrechtzuerhalten. Neuere gesellschaftliche und umweltpolitische Anforderungen an die Landwirtschaft haben in den letzten beiden Jahren zu einer Anbauerweiterung geführt. Die Neuorientierung in der Agrarpolitik der EU ab dem Jahr 2015 führte zu einer Aufteilung der Betriebsprämie in die Basis- und die Greeningkomponente. Das Greening beinhaltet neben dem Dauergrünland und der Anbaudiversifizierung auch die Verpflichtung, mindestens fünf Prozent des beihilfefähigen Ackerlandes des Betriebes als ökologische Vorrangfläche zu nutzen, sofern der Betrieb mehr als 15 ha AL bewirtschaftet. Das kann unter anderem mit dem Anbau von Leguminosen erfolgen. Für ökologisch wirtschaftende Betriebe besteht grundsätzlich keine Greeningverpflichtung, sie können jedoch auf ihre Befreiung verzichten.

In Sachsen-Anhalt wurden 2016 knapp 28 T ha großkörnige Leguminosen angebaut, davon ca. 18,5 T ha als ökologische Vorrangfläche. Im Wesentlichen sind das Futtererbsen (Anbau: 17 T ha); Lupinen (5,3 T ha) und Ackerbohnen (2,8 T ha). Entsprechend den natürlichen Anbaubedingungen entfallen beispielsweise im Salzlandkreis 81 % der Leguminosen auf Futtererbsen und im Altmarkkreis Salzwedel 63 % auf Lupinen.

### Konventionelle Bewirtschaftung

Die Wirtschaftlichkeit von großkörnigen Leguminosen hängt auch von den natürlichen Ertragsbedingungen ab. Auf leichteren Böden beträgt die Direkt- und Arbeiterledigungskostenfreie Leistungen (DAL) durchschnittlich Null. Auf Vorteilsstandorten können DAL von durchschnittlich 120 €/ha bei Ackerbohnen und etwa 300 €/ha bei Futtererbsen und Soja erwirtschaftet werden. Einzelbetrieblich sind abweichende Ergebnisse möglich. Es bleibt aber im Durchschnitt ein Defizit in der DAL zum Mitwettbewerber Winterraps von mindestens 100 €/ha auf leichteren Böden und von mehr als 200 €/ha auf besseren Böden. Erbsen und Soja können auf besseren Böden eine miteinander vergleichbare DAL erzielen. Allerdings ist eine regionale Vermarktung von Soja oft problematisch. Die kleinen Chargen finden wenig Akzeptanz beim Handel und eine oft notwendige thermische Aufbereitung führt zu weiteren Kosten.

### Ökologische Bewirtschaftung

Leguminosen dienen im Ökologischen Landbau vor allem der Nährstoffversorgung der Böden. Im Rahmen der Fruchtfolge steht den nachfolgenden Kulturen Stickstoff über den Boden zur Verfügung. Von wachsender Bedeutung ist der Anbau von Körnerleguminosen auch als Proteinpflanzen für die Versorgung der Tiere mit ökologisch erzeugten Eiweißfuttermitteln. Einige heimische Körnerleguminosen werden zur menschlichen Ernährung als Ersatz für Soja genutzt. Die DAL von Süßlupinen, Futtererbsen und Ackerbohnen im ökologischen Landbau liegt, insbesondere wegen der verringerten Direktkosten und den höheren Erzeugerpreisen gegenüber der konventionellen Produktion, bei durchschnittlich knapp 200 €/ha (Lupinen) und über 300 €/ha. Trotzdem bleibt ein Defizit zum Brotweizen. Mit der Teilnahme am Programm Fruchtartendiversifizierung kann der Nachteil zum Teil ausgeglichen werden.

### Fazit

Trotz vielfältiger Bemühungen, wie Eiweißpflanzeninitiative etc., bleibt der Anbau von großkörnigen Leguminosen wirtschaftlich hinter den von Konkurrenzfrüchten zurück. Positiven Einfluss auf eine Anbauerweiterung haben das Greening im konventionellen Betrieb und die Notwendigkeit der Stickstoffversorgung im ökologischen Ackerbau. Eine indirekte Förderung der Fruchtartendiversifizierung im Rahmen von Agrarumweltprogrammen unterstützt die Wirtschaftlichkeit im ökologischen Landbau und ist auch für den konventionellen Anbau empfehlenswert.

## Influence of fallow land types on the crop capacity of winter wheat in the north-western part of Tambov Region

**Sergei Volkov**

Michurinsk State Agricultural University, Mitchurinsk, Russia

*volkov2174@mail.ru*

The article deals with the up-to-date problem – environmentally friendly approach to agricultural crop production. Winter wheat is the main food crop in Tambov Region. Thus it is very important to find out optimal preceding crops, which help to get high yields of winter wheat, as increasing winter wheat crop capacity is quite acute nowadays. As predecessors the following crops are used: fallow land, white lupin, spring rape as green manure. The economic efficiency of winter wheat production depending on its predecessors has been calculated. Fallow lands require high financial expenses for cultivation, besides there are no harvests in the following year. Spring rape is quite efficiently cultivated in our conditions, white lupin allows to produce high amount of herbage, leaving enough nitrogen in the soil. Therefore finding the optimal predecessor is in the center of the research.

Keywords: Green manure crop, predecessor, wheat, yield.

# Luzerne und Lupinen in der Milchkuhfütterung

**Thomas Engelhard**

Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt,  
Zentrum für Tierhaltung und Technik Iden  
*thomas.engelhard@lwg.mule.sachsen-anhalt.de*

Die Anbaueignung und die relative Ertragssicherheit von Luzerne an trockenwarmen Standorten mit geeigneten Böden können gegebenenfalls wesentlich zur Absicherung notwendiger betrieblicher/regionaler Grobfutteraufkommen aus dem Ackerfutterbau beitragen. Mit dem höheren Rohproteingehalt in Luzernekonservaten gegenüber denen in Feldgras- und/oder Maisganzpflanzenprodukten kann sich gleichzeitig ein entsprechend umfangreicherer Beitrag zur Bereitstellung von Rohprotein aus dem Grobfutter in Rationen für Milchkühe ergeben, nachfolgend Einsparungen von Eiweißkraffuttermitteln und eine verbesserte Wirtschaftlichkeit.

Untersuchungen am ZTT Iden zeigten, dass mit der Fütterung von Luzernesilage gegenüber maisbetonter Versorgung strukturverbessernde Effekte im Sinne einer wiederkäuergerechten Versorgung von Hochleistungskühen erreicht werden können. Gleichzeitig waren aufgrund gesteigerter Futterraufnahmen aus Luzernerationen Kompensationen des vergleichsweise geringen Energiegehaltes der Luzerne hinsichtlich der quantitativen Futterenergieversorgung der Milchkühe zu verzeichnen.

Weitere Versuchsergebnisse zeigten, dass Luzernesilage bei angepassten Rationszusammensetzungen energiereichere Feldgrassilage weitestgehend ersetzen kann, ohne dass Beeinträchtigungen in der Bedarfsdeckung für die Tiere oder in den Relationen von Kosten und Erlösen des Verfahrens verursacht werden.

Ein Versuch am ZTT Iden zur Substitution von importiertem, gentechnisch verändertem Sojaextraktionsschrot und Stroh (Kontrolle) durch Luzerneheu (Versuch) in Milchkuhrationen ergab gleiche Milchleistungen zwischen der Varianten, aber einen verbesserten Status der Tiergesundheit für die Kühe der Versuchsvariante.

Infolge des Trends zum Verzicht auf gentechnisch verändertes, aus Übersee importiertes Sojaextraktionsschrot in der Fütterung sowie der nachfolgend zu erwartenden Verknappung/Verteuerung von Rapsextraktionsschrot sind Alternativen an einsetzbaren Eiweißkraffuttermitteln erforderlich. Dafür bieten sich in der Wiederkäuerernährung von den Körnerleguminosen aufgrund ihres vergleichsweise hohen Rohproteingehaltes sowie des trotz des moderaten Anteils an leicht verdaulichen Kohlenhydraten ebenfalls hohen Energiegehaltes zuerst Süßlupinen an. Mit dem betrieblichen und/oder unmittelbar regionalen Einsatz der angebauten Lupinen werden verschiedene Vorteile erwartet (Logistik-/Kostenaufwand, Vermarktung). Versuche am ZTT Iden zeigten, dass in etablierten sojafreien Rationen auf Basis von Rapsextraktionsschrot als Eiweißfuttermittel dieses anteilig durch Blaue Lupinen ersetzt werden konnte, ohne dass danach bei hohem Milchleistungspotenzial deutliche Ertragsnachteile zu verzeichnen waren. Tendenziell auftretende Leistungseinbußen nach der Fütterung von Rationen mit Lupinenanteilen könnten aus dem gegenüber Rapsextraktionsschrot geringeren Anteil des Futtermittels an ruminal unabbaubarem Rohprotein als limitierendem Faktor resultieren. Wie Untersuchungen *in situ* an pansenfistulierten Kühen sowie ein Fütterungsversuch am ZTT Iden ergaben, kann dieser unter bestimmten Rahmenbedingungen wirksame Nachteil durch eine thermische oder hydrothermische Behandlung von Lupinen ausgeglichen werden.

Die aktuelle Verfügbarkeit an Süßlupinen auf dem Futtermittelmarkt und/oder in den meisten Milchproduktionsbetrieben steht einem möglichen umfangreichen Einsatz in der Rinderfütterung als alternatives Eiweißkraffutter, insbesondere zum Ersatz von Sojaextraktionsschrot und zur Entlastung des Rapsextraktionsschrotverbrauchs entgegen.

# Anbau und Verwertung von Lupinen: Erfahrungen aus der Praxis

## **Kees de Vries jun.**

Vrieswoud KG, Deetz (Zerbst)

*kees@vrieswoud.de*

## **Vrieswoud KG** (für weitere Info und Bilder: [www.vrieswoudkg.de](http://www.vrieswoudkg.de))

- Seit Februar 1992 in Deetz im Vorfläming
- Landwirtschaftlicher Familienbetrieb
- 30-35 Bodempunkte lehmiger Sandboden
- 450 mm Niederschlag Mitteldeutsches Trockengebiet
- ca. 950 Milchkühe plus Nachzucht
- ca. 1000 ha LN wovon 650 ha Futterbau (Grünland, Mais, Luzerne, Getreide) & 350 ha Marktfrucht (Getreide, Raps)
- kompletter Fuhrpark und Lohnarbeit für Nachbarbetriebe

## **Kees de Vries jr.**

- Geb. 11-9-87
- 2006 Abitur
- 2006 bis 2010 Bachelor in Landwirtschaft an der Hochschule Anhalt in Strenzfeld
- Von 2010 bis 2013 Betriebsleiter Milch und Nachzucht in der Vrieswoud KG
- Seit 2013 Geschäftsführung zusammen mit Gerard van Ginkel (Pflanzenbau)

Ziel war es, im landwirtschaftlichen Betrieb Erfahrungen bei der Fütterung von Lupinen zu sammeln, um teures Soja zu ersetzen. Die Einsatzmenge war 1 kg.

Der Ersatz von Raps- bzw. Sojaextraktionschrot durch die Fütterung von Lupinen in der Milchleistungsration ist in unserem Betrieb in dieser Einsatzmenge unauffällig, also erfolgreich verlaufen. Begrenzung ist die Verfügbarkeit von Lupinen als Futter, da ackerbaulich gesehen das Ertragspotential der Lupine hinter dem der etablierten Anbaufrüchte steht. Im Moment kann sich die Lupine im Anbauplan nur durch besondere Fruchtfolge- und Greeningvorteile einen Platz erkämpfen und dann durchaus in der Milchviehfütterung erfolgreich verwertet werden.

# Das DAFA Fachforum Leguminosen am Beispiel des Lupinennetzwerkes (Ergebnisse aus 2015/16)

**Wernfried Koch**

Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt (LLG), Bernburg

*wernfried.koch@llg.mule.sachsen-anhalt.de*

Die Deutsche Agrarforschungsallianz (DAFA) konstituierte sich im Jahr 2011 als ein Gemeinschaftsprojekt der Agrarforschung in Deutschland. Sie setzt sich zum Ziel, die Leistungsfähigkeit, die Transparenz und die internationale Sichtbarkeit der deutschen Agrarforschung zu verbessern. Dabei erfüllt die DAFA vier Aufgaben, um an der Entstehung und thematischen Ausgestaltung von Förderprogrammen beteiligt zu werden. Die Förderprogramme sollen in Deutschland und auf europäischer Ebene mit Gebern von Forschungsfördermitteln realisiert werden.

Die inhaltliche Arbeit organisiert die DAFA in Form von zeitlich befristet eingerichteten Fachforen. Hier erarbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler eine Expertise. Sie ist das Ergebnis eines Arbeitsprozesses, an dem sich auch interessierte Vertreter aus Praxis, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft sowie Fördermittelgeber beteiligen können. Gemeinsam sollen Kooperationen vorbesprochen werden, die eine zeitnahe Positionierung im Vorfeld der Vergabe von Forschungsmitteln zu übergreifenden Forschungsfragen erlauben. Momentan arbeiten Experten in sechs Fachforen; u. a. im "Fachforum Leguminosen". Leguminosen stellen einen notwendigen Baustein in der zukunftsfähigen deutschen Land- und Ernährungswirtschaft dar; darum lautet die Forschungsstrategie: "Wissenschaft, Wirtschaft, Gesellschaft – Ökosystemleistungen von Leguminosen wettbewerbsfähig machen". Unter Berücksichtigung der internationalen Rahmenbedingungen soll mit der Eiweißpflanzenstrategie des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) Wettbewerbsnachteile heimischer Eiweißpflanzen verringert, Forschungslücken geschlossen und erforderliche Maßnahmen in der Praxis erprobt und umgesetzt werden. Neben der Förderung der Leguminosenforschung und Maßnahmen im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) bedient sich der Bund auch einzelner Demonstrationsvorhaben entlang gesamter Wertschöpfungsketten (vom Anbau bis zur Verwendung). Zu diesen zählt seit Oktober 2014 das "Modellhafte Demonstrationsnetzwerk zu Anbau und Verwertung von Lupinen" (LUPINEN-NETZWERK). Es agiert in 6 Bundesländer mit vielen Verbundpartnern (Landesdienststellen, ZALF e.V.), mehr als 50 konventionell und ökologisch wirtschaftenden Leuchtturm- und Datenerfassungsbetrieben (LTB, DEB), Projektpartnern (Verarbeitung, Handel, Züchtung, Forschungs- und Beratungseinrichtungen) und Kompetenzzentren (JKI, Universität Rostock, G.F.L. e. V., SÖL) sowie Kooperationspartnern (Labore, Verbände, Mühlen).

In Sachsen-Anhalt werden im LUPINEN-NETZWERK vier Leuchtturm- und acht Datenerfassungsbetriebe zwecks Demonstration des Best-Practice-Anbaus von Lupinen und ihrer Verwertung betreut. In den vergangenen zwei Jahren wurden Fragen zu Grundbodenbearbeitung, Saatbettbereitung, Sortenwahl, Saatgutbehandlung, Saatzeit, Aussaatstärke oder Unkrautregulierung von den LTB diskutiert und auf ca. 24 Hektar mit 53 Demonstrationsstreifen ausgeführt. Die in den Anbaudemonstrationen erhobenen Parameter sowie die Erfahrungen der im Netzwerk beteiligten Akteure dienen zunächst dem Wissenstransfer. Exemplarisch werden im Vortrag einige Ergebnisse benannt. Im agrarwissenschaftlichen Sinne können neuere Anbauempfehlungen nach Aufbereitung dreijähriger Daten angeboten werden. Darüber hinaus stellen die vertraglich gebundenen Betriebe weitere Daten bereit. Diese werden vom Projektmanagement aufgearbeitet. Nach Analyse der Wertschöpfungsketten (bspw. in Saatgutvermehrung, Humanernährung, Rindermast, Milcherzeugung, Schweinemast, Legehennenhaltung, Schafhaltung) sollen Leguminosen wettbewerbsfähiger werden.

Das Ziel im LUPINEN-NETZWERK ist seine Verstetigung über die Projektlaufzeit hinaus.



# Anbaueignung von Futtergräsern und kleinkörnigen Leguminosen auf sommertrockenen Standorten im Ackerfutterbau und auf dem Grünland

**Bärbel Greiner**

Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt (LLG), Iden

[baerbel.greiner@llg.mule.sachsen-anhalt.de](mailto:baerbel.greiner@llg.mule.sachsen-anhalt.de)

Die Wetteraufzeichnungen der Versuchsstationen der LLG in Sachsen-Anhalt weisen im langjährigen Mittel Jahresniederschlagssummen zwischen 491 mm bis 648 mm auf - mit teilweise ungünstiger Niederschlagsverteilung in der Vegetationszeit. Unter diesen für das Gräserwachstum suboptimalen Bedingungen können mehrschnittige Futterleguminosen im Ackerfutterbau und auf dem Grünland zur Stabilisierung der Erträge beitragen.

Im Feldgrasanbau werden meistens Arten- und Sortengemische aus kurzlebigen Weidelgräsern verwendet, mit denen bei ausreichender Wasser- und Nährstoffversorgung Trockenmasseerträge zwischen 80 und 120 dt/ha erreicht werden können. Mischungsversuche zeigen, dass auf zeitweise trockenen Standorten Ansaatmischungen mit Wiesenschweidel (*xFestulolium*) den Weidelgrasmischungen überlegen sind, da Wiesenschweidel Trockenphasen besser toleriert als Weidelgräser, ausreichend winterhart ist und vom Futterwert bei rechtzeitigem Schnitt ähnlich hoch einzuschätzen ist wie die Weidelgräser.

Mit den Futterleguminosen Luzerne und Rotklee sind auf sommertrockenen Standorten höhere Trockenmasseerträge möglich als mit Futtergräsern. Luzerne bevorzugt warme tiefgründige kalkhaltige Lößböden. Sie kann auch auf allen nicht staunassen anlehmigen und lehmigen Sandböden angebaut werden, wenn Lehmbänder im Unterboden vorhanden sind. In grünlandarmen und sommertrockenen Regionen erlangt Luzerne zunehmend Bedeutung, da bei der Verfütterung von Rationen mit Luzernesilage an hoch leistende Milchkühe hohe Futteraufnahmen und Milchleistungen bei guter Strukturwirksamkeit der Ration erreicht werden können (ENGELHARD T., 2010). Mit Luzerne kann ohne Stickstoffdüngung mit einem Trockenmasseertrag von 133 dt TM/ha und einem Rohproteingehalt von 22 % RP i.d.TM der Rohproteinertrag bei 29 dt/ha liegen. Auf Grenzstandorten werden mit Luzerne-Grasgemengen mit Glatthafer häufig höhere Erträge erzielt als mit Luzernereinsaaten (NEUBERT, K., 2007). In kühleren Lagen mit Jahresniederschlägen oberhalb 550 mm können Rotklee-Gras-Gemenge leistungsstärker als Luzerne sein. Rotklee verträgt längere Hitzeperioden und Trockenheit schlecht, besonders im Ansaatjahr. Mischungsversuche zeigen, dass mit Kleegrasmischungen auch bei Trockenheit in den Hauptnutzungsjahren durch den Anstieg des Kleeanteils im Bestand Ertragseinbußen abgepuffert werden können. Kleegrasmischungen mit Wiesenschweidel waren Mischungen mit Wiesenschwingel, Wiesenlieschgras und Deutschem Weidelgras ertragsüberlegen, besonders im ersten Nutzungsjahr.

Auf dem Wirtschaftsgrünland liegt das Ertragspotenzial abhängig von der Wasserversorgung des Standortes zwischen 79 und 116 dt TM/ha wie langjährige Düngungsversuche zeigen. Die wichtigste Leguminose des Grünlandes ist der Weißklee. Er hat sein Wuchsoptimum im Sommer, wenn die Gräser weniger ertragreich sind. Er ist nutzungselastisch, ausdauernd, winterhart und liefert jährlich 2 bis 4 kg N/ha je % Ertragsanteil. Im intensiv bewirtschafteten Wirtschaftsgrünland fehlt der Weißklee trotz seiner Vorzüge häufig. Gründe dafür sind bei reiner Mähnutzung die ungünstigen Lichtverhältnisse für den Weißklee. Eine hohe Stickstoffdüngung führt zu einem Rückgang des Weißkleees wie Ergebnisse aus einem Stickstoffsteigerungsversuch zeigen. Ergebnisse aus Grunddüngungsversuchen weisen auf den hohen Anspruch des Weißkleees an die Phosphor- und Kaliumversorgung hin.

- ENGELHARD, T., WINTER, S., BULANG, M. (2010): Luzerne punktet im Feld und im Stall, dlz primus rind, November 2010, 54-57
- NEUBERT, K. (2007): Ergebnisse der Sortenprüfungen Gras und Leguminosen, Versuchsbericht Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung Brandenburg, Referat Grünland und Futterwirtschaft Paulinenaue



## Poster

## Calcium as regulator of the N<sub>2</sub>-fixing legume nodule

Lisa Bischoff<sup>1</sup>, Claudia Schlindwein<sup>1</sup>, Bettina Hause<sup>2</sup>, Joachim Schulze<sup>3</sup>, Edgar Peiter<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Plant Nutrition Laboratory, Institute of Agriculture and Nutritional Sciences, Martin Luther University Halle-Wittenberg, Halle (Saale), Germany, <sup>2</sup> Department of Cell and Metabolic Biology, Leibniz Institute of Plant Biochemistry (IPB), Halle (Saale), Germany, <sup>3</sup> Department of Crop Science, Faculty of Agriculture, University of Göttingen, Germany

*lisa.bischoff@landw.uni-halle.de*

In root nodules of legumes, rhizobia convert atmospheric dinitrogen (N<sub>2</sub>) into ammonia - a process which is known as biological nitrogen fixation. In exchange for organic acids, the plant receives the fixed nitrogen as ammonia or ammonium. However, legumes are able to down-regulate N<sub>2</sub> fixation if nitrogen is available from soil or if the nitrogen demand of the plant is reduced. There is evidence for the involvement of calcium in such regulatory processes. In infected nodule cells, calcium is accumulated in the symbiosome space, which is surrounded by the symbiosome membrane separating rhizobia from the plant cytosol. High calcium concentrations in the symbiosome space have been demonstrated to inhibit an ammonium channel (Tyerman et al., 1995). Additionally, calcium is involved in the regulation of Nodulin 26, an aquaporin which is able to transport ammonia (Hwang et al., 2010).

While there is evidence for an involvement of calcium in the regulation of nitrogen transport across the symbiosome membrane, nothing is known about the calcium signalling pathways involved in this regulation process. In general, calcium signals are generated by the action of channels [glutamate receptors (GLR), cyclic nucleotide-gated channels (CNGC), two pore channel 1 (TPC1), annexins (Ann)], transporters [cation exchangers (CAX), GDT1-like proteins], and pumps (Ca<sup>2+</sup>-ATPase). Subsequently, calcium-binding proteins, like calcium-dependent protein kinases (CDPK), calcineurin B-like proteins (CBL), calmodulin (CaM), and CaM-like proteins (CML) decode the calcium signal.

To investigate the role of calcium in the regulation of nitrogen transport and metabolism in root nodules of *Medicago truncatula*, we searched its genome sequence for members of protein families that may generate or decode calcium signals. For this gene search, the JCVI *Medicago* database was queried. The expression profiles of the identified genes were investigated in silico using publically available and unpublished GeneChip and RNAseq expression data. These analyses served as a basis for the selection of candidate genes. Beside the characterization of the candidate genes by reporter gene assays (GUS and GFP) and the investigation of their function by mutant analyses, measurements of cytosolic free calcium in nodules are planned..

Hwang JH, Ellingson SR, Roberts DM (2010) Ammonia permeability of the soybean nodulin 26 channel. FEB  
Tyerman SD, Whitehead LF, Day DA (1995) A channel-like transporter for NH<sub>4</sub><sup>+</sup> on the symbiotic interface

# Genome-wide identification of the CPK gene family in *Medicago truncatula* and its expression in nodules

Claudia Schlindwein<sup>1</sup>, Lisa Bischoff<sup>1</sup>, Joachim Schulze<sup>2</sup>, Edgar Peiter<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Plant Nutrition Laboratory, Institute of Agriculture and Nutritional Sciences, Martin Luther University Halle-Wittenberg, Halle (Saale), Germany, <sup>2</sup> Department of Crop Science, Faculty of Agriculture, University of Göttingen, Germany

claudia-schlindwein@student.uni-halle.de

Symbiotic nitrogen fixation is an effective strategy for enhancing the nitrogen availability used by various plant families. Legumes which engage in a symbiosis with rhizobia form characteristic root nodules. In the climatic temperate region indeterminate nodules composed of distinct zones representing successive developmental stages are prevalent. Starting with the apical area those de novo organs are segmented into a meristematic zone, an infection zone, a fixation zone containing infected cells with special organelles called symbiosomes, and a senescence zone, present only in mature nodules. In differentiated bacteroids incorporated into the symbiosomes the enzyme Nitrogenase converts N<sub>2</sub> to ammonia (NH<sub>3</sub>). In this mutual relationship the plant supplies the bacteroid with reduced carbon in return for fixed nitrogen. The flux of nutrients across the symbiosome membrane, as well as other processes in nodules associated with the symbiotic interaction, need to be strictly regulated in response to a varying demand. In plants, signals that trigger changes in physiological functions are often transduced by the calcium signalling network. In nodules, essential metabolic enzymes and transport proteins, such as Glutamine Synthetase GS2a and Nodulin 26 (a NH<sub>3</sub>-permeable channel in the symbiosome membrane) are known to be regulated by Ca<sup>2+</sup> dependent protein kinases (CDPKs) (Weaver et al., 1991; Lima et al., 2006). The combined capabilities to bind Ca<sup>2+</sup> and to modify downstream components enable CDPKs to act as plant-specific sensors and decoders for Ca<sup>2+</sup> signals. While the CPK gene family has characterized in several plant species, little is known about CDPKs in the model plant for legume/rhizobium symbiosis, *Medicago truncatula*.

In our work we identified a total of 24 CPK genes in the genome of *M. truncatula*, located on six different chromosomes. The protein products of these genes clustered in four distinct groups, equivalent to CDPKs in various other plant species. An in silico analysis of the protein structures revealed the presence of domains specific for CDPKs. A highly conserved catalytic Ser/Thr kinase domain was detected along with four EF hands in each protein sequence. The N-terminal domains varied in length and sequence, as formerly shown in *Arabidopsis thaliana* (Hrabak et al., 2003).

By analysing publically available and unpublished expression profiles, we investigated the expression of CPKs in nodules. No nodule-specific genes could be detected, but several were strongly expressed in nodules. Our analyses provide a foundation for further functional studies concerning the role of CDPKs in the regulation of symbiotic interactions and signal transduction in legume nodules.

Hrabak EM, Chan CWM, Gribskov M, Harper JF, Choi JH, Halford N, Kudla J, Luan S, Nimmo HG, Sussman MR, Thomas M, Walker-Simmons K, Zhu J-K, Harmon AC (2003) The Arabidopsis CDPK-SnRK superfamily of protein kinases. *Plant Physiol.* 132: 666-680.

Lima L, Seabra A, Melo P, Cullimore J, Carvalho H (2006) Phosphorylation and subsequent interaction with 14-3-3 proteins regulate plastid glutamine synthetase in *Medicago truncatula*. *Planta* 223: 558-567.

Weaver CD, Crombie B, Stacey G, Roberts DM (1991) Calcium-dependent phosphorylation of symbiosome membrane proteins from nitrogen-fixing soybean nodules. Evidence for phosphorylation of Nodulin-26. *Plant Physiol.* 95: 222-227.

# Anbauwürdigkeit von Wintererbsen und Winterackerbohnen im Mitteldeutschen Trockengebiet

**Annette Deubel, Stefan Gille, Joachim Schröder, Dieter Orzessek**

Hochschule Anhalt, Fachbereich Landwirtschaft, Ökotropologie und Landschaftsgestaltung, Bernburg  
*annette.deubel@hs-anhalt.de*

Durch die Anrechenbarkeit im Greening ist das Interesse am Anbau von Körnerleguminosen gestiegen. Die Erträge unterliegen aber starken Schwankungen. Da gerade in den Trockengebieten Mitteldeutschlands Winterkulturen durch ihre längere Vegetationszeit und die bessere Nutzung der Winterfeuchte in der Regel deutlich höhere und stabilere Erträge als vergleichbare Sommerformen erzielen, soll geprüft werden, ob Winterformen von Erbsen und Ackerbohnen am Standort Bernburg ausreichend winterfest sind und die Ertragsstabilität verbessern können.

Zudem wird geprüft, ob die symbiontische N-Fixierung (abgesichert durch Rhizobien-Inokulation) ertragsbegrenzend ist und eine zusätzliche N-Düngung zu Vegetationsbeginn oder Blüte ertragliche oder qualitative Vorteile bringt.

Am Standort Bernburg werden seit 2011/2012 Sommererbsen der Sorten Rocket (alle Jahre), Respekt (2013-2015), Salamanca (2015) und Astronauten (2016), die in Frankreich zugelassenen Wintererbsen James (alle Jahre), Gangster (2012-2015) und Dexter (2016), die Sommerackerbohnen Isabell (2013), Boxer (2014), Fanfare (2015) und Tiffany (2015+2016) sowie die Winterackerbohne Hiverna (alle Jahre) im Vergleich angebaut (vgl. Deubel et al. 2015).

Die Wintererbsen zeigten in allen Versuchsjahren eine ausreichende Winterhärte. Milde, feuchte Bedingungen können aber zu stärkerem Krankheitsbefall und Standfestigkeitsproblemen führen. Die Ackerbohne Hiverna überstand starke Fröste 2012 bei leichter Schneebedeckung und eine extrem lange Schneebedeckung bis Anfang April 2013 gut, 2015 kam es durch Kahlfröste nach einer sehr milden Periode aber zu deutlichen Auswinterungsschäden.

Im Mittel brachten Sommererbsen die höchsten und stabilsten Erträge. Wintererbsen sind durch den frühen Erntetermin vor allem arbeitswirtschaftlich interessant und haben Vorteile in Trockenjahren. Die Standfestigkeit ist jedoch geringer. Im Mittel der Jahre lagen die Erträge geringfügig unter denen der Sommererbsen.

Ackerbohnen haben höhere Proteingehalte, sind aber anfälliger für Trockenstress und reifen in nassen Jahren ungleichmäßig ab. Bei Winterackerbohnen fehlt mit nur einer 30 Jahre alten Sorte der züchterische Fortschritt.

N-Düngung zu Vegetationsbeginn brachte selbst in Jahren mit sehr niedrigem  $N_{\min}$ -Gehalt im Frühjahr keine Effekte. Bei Erbsen hatte auch die Blütendüngung weder ertraglich noch qualitativ Vorteile. Blütendüngung zu Ackerbohnen führte in Einzelfällen zu leichten Ertragssteigerungen, kann aber Lagerneigung und Abreifeverhalten negativ beeinflussen.

Deubel A, Gille S., Orzessek D (2015) Lohnt der Anbau von Wintererbsen und Winterackerbohnen? Körnerleguminosen im Aufwind. Landwirtschaft ohne Pflug 12/2015. 22-26.

## Remote sensing of legume based intercropping

**Annika Lingner und Klaus Dittert**

Georg-August-Universität Göttingen, Department für Nutzpflanzenwissenschaften,  
Abteilung Pflanzenernährung  
*alingne@agr.uni-goettingen.de*

Regarding the shifting climate patterns, we have to face some more and more relevant and important topics as sustainability of agricultural systems, resource usage of crops and plant productivity under stress situations. Therefore it is needed to develop innovative management systems that are capable of maintaining high performances under critical conditions. One approach is the introduction of mixed crop stands, defined as management systems with multiple crops growing in the same space, which promise to be more stable in yield formation with low inputs. This can be achieved by having legumes and non-legumes as mixing partners, such as Faba bean and Wheat. The idea is to benefit in general from a better resource use of both species in water, light and nutrients and to make use of the nitrogen fixation to support the low input system with reduced mineral N fertilizer.

To this end whole canopy measurements and non-destructive multi-sensing approaches which integrate thermography and normalized difference vegetation index (NDVI) have been used successfully. Recently, the use of unmanned aerial vehicles (UAV) as remote sensing technique with lightweight sensors has become a useful tool in applied agricultural science and provides information of high spatial resolution in a noninvasive manner.

The overall aim of the present work is to test whether intercropping shows improved productivity without increasing inputs compared to pure stands. Therefore the field experiment was screened by a Quadrocop-ter (Raptor Einzelsystem, EagleLive Systems GmbH, Germany) which was equipped with an NDVI-sensitive camera system (ADC Micro, Tetracam Inc., California) in order to survey biomass production and photosynthetic activity of the plants. The images taken by UAV showed higher NDVI values for legumes and thus higher productivity, whereas non-legumes have lowest NDVI values, most likely because of lack of nitrogen fertilizer application. In addition, UAV data suggested that intercropping improved productivity and biomass formation

## Combined effects of cropping system and wireworms on plants and plant-associated microbial communities

**Birgit Pfeiffer, Sandra Granzow, Annika Lingner, Bernd Wemheuer, Klaus Dittert, Stefan Vidal, Franziska Wemheuer**

Georg-August-Universität Göttingen, Department für Nutzpflanzenwissenschaften,  
Abteilung Pflanzenernährung und Ertragsphysiologie sowie Abteilung Agrarentomologie  
*bpfeiff2@gwdg.de*

The intensive use of synthetic fertilizers in modern cash crop systems has caused considerable environmental damages. An alternative and sustainable way of introducing N in low-input systems is the use of legumes grown in mixed cropping systems. These systems provide numerous economic and ecological advantages such as enhanced plant productivity by improving the exploitation of available resources and by reducing plant pathogen or pest damage.

Hence, the overall aim of the present work was to analyze the impact of different cropping systems (row intercropping vs. monocultures) on wireworm damage and plant physiology. For that purpose, the two plant species wheat (*Triticum aestivum* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.) were cultured in monoculture or as mixture in distinct rows (row intercropping) with and without wireworm pest, respectively. Several parameters including water use efficiency (WUE), relative water content (RWC) and the chlorophyll content of faba bean leaves were determined. Aboveground (shoots, leaves) and root biomass as well as the height for each crop species and each container were measured. Previous studies showed that multiple cropping systems altered plant-associated microbial communities. As these microbes play essential roles for plant growth and health as well as in ecosystem functioning, bacterial and fungal communities in rhizosphere soil and in roots were analyzed as well.

Microbial diversity as well as community composition differed between both plant species and between rhizosphere soil as well as root endosphere communities. In addition, cropping regimes as well as wireworms altered the composition of fungal and bacterial communities. Leaves of faba bean grown in intercropping with wireworm treatment showed significantly lower RWC compared to leaves of plants in intercropping regimes without pest or in monoculture. First results indicate that the WUE of faba bean leaves was higher in plants grown monoculture with and without wireworms than in intercropped plants with and without the pest. To our knowledge, this is the first study investigating simultaneously the impact of a root-feeding insect pest and cropping regime on bacterial and fungal communities in plant roots and rhizosphere soil by high-throughput sequencing in combination with plant physiological parameters.

## Das BonaRes-Zentrum für Bodenforschung

### Das Team des BonaRes-Zentrums

Helmholtz Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Leipzig/Halle; Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung, Müncheberg; Technische Universität München; Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung, Görlitz; Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Hannover

*ute.wollschlaeger@ufz.de*

BonaRes steht für „Boden als nachhaltige Ressource für die Bioökonomie“ und ist eine Fördermaßnahme des BMBF im Rahmen der „Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“.

Die Forschungsarbeiten verfolgen das Ziel, die Leistungs- und Ertragsfähigkeit der Ressource Boden langfristig zu sichern und wenn möglich zu steigern. Im Sinne der Nachhaltigkeit soll dabei die Vielzahl der natürlichen Funktionen von Böden erhalten bleiben: Boden als Habitat für Organismen, als Speicher für Wasser und Kohlenstoff, als Reaktor für organisches und anorganisches Material, als Filter für sauberes Grundwasser.

Maßnahmen der Bodennutzung sollen hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit in Bezug auf diese Funktionen bewertbar werden. Dafür braucht es geeignete Modellwerkzeuge, um die komplexen Wechselwirkungen von Bodenprozessen richtig zu beschreiben, es braucht den Austausch von Daten insbesondere aus Dauerfeldversuchen, um Modellkonzepte validieren und weiterentwickeln zu können und es braucht eine geeignete Plattform für die Kommunikation zwischen Wissenschaftlern verschiedener Disziplinen, den Bodennutzern und den Entscheidungsträgern. Diese sind die zentralen Aufgaben des BonaRes-Zentrums als koordinierendes Projekt der 10 geförderten Forschungsverbünde mit insgesamt 66 Institutionen.

Aus den gewonnenen Ergebnissen sollen zuverlässige Handlungsoptionen für eine nachhaltige Bodennutzung formuliert werden, bei deren Umsetzung ein langfristiger Erhalt der Bodenfruchtbarkeit zu erwarten ist und zudem die Interaktion des Systems Boden mit dem sozialen und ökonomischen Umfeld berücksichtigt wird.



# Dauerfeldversuche als Ressource und Forschungsinfrastruktur - Ziele im BonaRes Datenzentrum

**Meike Grosse, Wilfried Hierold**

Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF e.V.), Müncheberg

*meike.grosse@zalf.de*

BonaRes steht für „Boden als nachhaltige Ressource für die Bioökonomie“ und ist eine Fördermaßnahme des BMBF im Rahmen der „Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“.

Dauerfeldversuche (DFV; englisch Long-term Field Experiments, LTFE) wurden im Rahmen von BonaRes definiert als Feldversuche mit einer Mindestlaufzeit von 20 Jahren und einem statischen Design. Solche Versuche bieten zahlreiche interessante Gesichtspunkte für Wissenschaft und Gesellschaft. Die Daten (i.e. Zeitreihen) beinhalten Kombinationen von Standortbedingungen, Bewirtschaftungseinflüssen, Kulturarten und Witterungs- bzw. Klimaeffekten. Die DFV-Daten sind deshalb von großer Bedeutung für die Entwicklung nachhaltiger und standortangepasster Landnutzungssysteme.

Aufgabe des seit einem Jahr arbeitenden BonaRes-Datenzentrums ist es, Metadaten und Daten der deutschen DFV so zu erschließen, dass die Ressource DFV langfristig für die nachhaltige Nutzung besser wirksam wird. Im Spannungsfeld von Datenrechten verschiedenster Dateneigner, unterschiedlichster Datenqualitäten, bestehender Kooperationen von BonaRes- Forschungsverbänden (ModulA- Projekten) organisiert das BonaRes- Datenzentrum dazu seine Arbeiten. Ein wichtiger Schritt ist die Schaffung von Pilotlösungen am Beispiel der DFV des ZALF und UFZ. Erstes greifbares Ergebnis zur verbesserten Sichtbarkeit der DFV wird eine Online-Übersichtskarte zu DFV sein, die Metainformationen per Mausklick anzeigen wird. Die Veröffentlichung dieser Karte steht kurz bevor.

Zur Stärkung der DFV in Deutschland übernimmt das BonaRes Zentrum Anstrengungen, bestehende und zukünftige Netzwerkarbeit in D, EU und weltweit zu unterstützen. Das endgültige Ziel von BonaRes ist die verbesserte Verfügbarkeit von Langzeitdaten aus DFV durch Unterstützung der Datenbankarbeit, Qualitätssicherung, Rechtewahrung und der Datenveröffentlichung. Dafür stehen dem BonaRes-Datenzentrum Ressourcen zur Verfügung, die mit interessierten Versuchseignern zur Erreichung der Ziele eingesetzt werden können..

## Das BonaRes-Datenzentrum für Forschungsdaten

**Uwe Heinrich, Einar Eberhardt und David Russel**

Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF e.V.), Müncheberg; Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Hannover; Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung, Görlitz

*meike.grosse@zalf.de*

BonaRes steht für „Boden als nachhaltige Ressource für die Bioökonomie“ und ist eine Fördermaßnahme des BMBF im Rahmen der „Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“. Es besteht aus zehn interdisziplinären Forschungsprojekten und dem BonaRes-Zentrum für Bodenforschung.

Das BonaRes-Datenportal des BonaRes-Datenzentrums ist ein Werkzeug, um verschiedenste Daten mit Bodenbezug zusammenzuführen und der Öffentlichkeit verfügbar zu machen. Daten von Dauerfeldversuchen und Forschungsdaten von BonaRes-Projekten sollen mit Datensets von Bodenaufnahmen etc. sowie Luftbildaufnahmen hinterlegt werden.

Folgende Ziele werden verfolgt:

- Bewahrung der Erstverwertungsrechte der Forschenden
- Die Unterstützung von Langzeitverfügbarkeit und Mehrfachnutzung der Daten
- Die Erhöhung der Sichtbarkeit von Forschungsdaten und Forschenden
- Die Publizierung und Zitierbarkeit von Forschungsdaten

Die Umsetzung dieser Ziele erfolgt durch

- Die Entwicklung einer Datenrichtlinie
- Die Verwendung von Standards für Metadaten, Netzwerkeinrichtungen und Datenbeschreibungen
- Die Integration in nationale und internationale Dateninfrastrukturen wie INSPIRE und DataCite
- Die Registrierung der Daten mit einem „digital object identifier“ (DOI).

## Fungal soil communities in a long term field trial in Bernburg-Strenzfeld

**Loreen Sommermann<sup>1</sup>, Joerg Geistlinger<sup>1</sup>, Annette Deubel<sup>1</sup>, Ingo Schellenberg<sup>1</sup>, Daniel Wibberg<sup>2</sup>, Andreas Schlüter<sup>2</sup>, Alfred Pühler<sup>2</sup>, Rita Grosch<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Anhalt University of Applied Sciences, Institute of Bioanalytical Sciences (IBAS), Bernburg; <sup>2</sup>University of Bielefeld, Center for Biotechnology (CeBiTec), Bielefeld; <sup>3</sup>Leibniz-Institute of Vegetable and Ornamental Crops (IGZ), Großbeeren

*loreen.sommermann@hs-anhalt.de*

The Westerfeld field trial in Bernburg-Strenzfeld is one out of three long-term field trials in the DiControl project to investigate the impact of long-term soil management practices on the soil microbiom and its functions involved in soil suppressiveness against plant pathogens. The 6 hectare large field trial is arranged in a strip-split-plot design with five parcels of crop rotation as main plots (grain maize (*Zea mays*) – winter wheat (*Triticum aestivum*) – winter barley (*Hordeum vulgare*) – winter rape (*Brassica napus* ssp. *napus*) – and winter wheat), conventional and conservation tillage as sub plots and two intensity levels of N-fertilization as sub-sub plots in four replicates. Before starting greenhouse experiments with these soils at IGZ, we determined fungal soil community structures in-situ and the influence of the different applied farming strategies on soil fungi biodiversity. For determining fungal community composition, bulk soil samples of winter wheat field 1 (WW1, pre-crop maize) and winter wheat field 2 (WW2, pre-crop rape-seed) were collected for both types of tillage and fertilization, respectively. Total soil DNA was extracted and PCR analysis performed. So-called DNA metabarcodes from environmental DNA are typically generated by using primers for the ITS marker genes (internal transcribed spacers 1 and 2, ITS1 and ITS2 of the rDNA cistron). Sequencing of obtained amplicons was performed with an Illumina MiSeq paired-end system. Taxonomic assessment of the obtained DNA sequences was performed with the fungal ITS database UNITE and revealed varying fungal community structures in the different soils of the long-term field trial. The strongest factors influencing fungal diversity were pre-crops (WW1, WW2) followed by soil management practices (tillage) in both winter wheat fields. Fertilization levels had the lowest impact on fungal community composition in the differently managed soils.

## Role of Rhizodeposition

Saskia Windisch<sup>1</sup>, Günter Neumann<sup>1</sup>, Jörg Geistlinger<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Crop Science (340h), University of Hohenheim, Stuttgart, Germany; <sup>2</sup> Anhalt University of Applied Sciences (AUAS), Bernburg, Germany

saskia.windisch@uni-hohenheim.de

Rhizodeposition and root exudates are the driving force of rhizosphere processes with significant effects on the rhizosphere microbiome which in turn can exert stimulatory or inhibitory effects on plant pathogens. Therefore, we included analysis of rhizodeposits (root exudates and rhizosphere products) in our research using localized, non-invasive exudate micro-sampling techniques in combination with analytical profiling approaches.

Based on the working hypothesis that long term soil management is reflected in different root exudate patterns with impact on the microbiome and pathogen suppressiveness of soils, in a first phase, ten soils originating from three different long-term field experiments in Germany and Switzerland were investigated in mini-rhizotrons equipped with root observation windows, under controlled environmental conditions using lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Tizian) as model plant. The soils are characterized by different long-term management practices (e.g. no-till vs. tillage, organic vs. mineral fertilization, standard vs. moderate mineral N supply). Root exudates were collected in 6-7 leaf stage with sorption filters placed onto the root surface in apical and sub-apical root zones followed by re-extraction with 80% methanol, and GC-MS profiling. In cooperation with the other partners of the consortium, special emphasis is placed on the identification of soils with high and low pathogen suppressive potential based on evaluation of plant health, expression of pathogen defense genes, microbiome characterization and characteristic root exudates profiles.

In a second phase, soils selected for contrasting pathogen suppressiveness are investigated introducing an artificial pathosystem (*Lactuca sativa* L. cv. Tizian infected with *Rhizoctonia solani* AG1-IB) without and with co-inoculation of potential bacterial antagonists and the effects plant health, root exudates profiles and rhizosphere microbiomes are documented. Special emphasis is placed also on root exudates of lettuce with antifungal properties (benzoic acid, lauric acid) identified in an earlier project phase. Field testing of promising biocontrol approaches is the final goal of DiControl.

## Futterwert von Konservaten aus Luzerne und Rotklee-Gras-Gemenge für den Einsatz in der Milchviehfütterung

Heiko Scholz<sup>1</sup>, Thomas Engelhard<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Hochschule Anhalt, Fachbereich Landwirtschaft, Ökotrophologie und Landschaftsentwicklung, Bernburg; <sup>2</sup> Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau, ZTT Iden

heiko.scholz@hs-anhalt.de

Um den Effekt der Konservierungsarten auf die Gehalte an Energie und Nährstoffen in den erzeugten Produkten der Luzerne sowie dem Rotklee-Gras-Gemenge beschreiben zu können, wurden entlang der Produktionskette jeweils Proben entnommen. Dies bedeutet also, dass möglichst vom Ausgangsmaterial (frisch gemähte Pflanzen) über das Erntematerial (an der Häckselkette) und den fertigen Konservierungsprodukten (Silage, Heu oder Trockengut) Proben für die Analysen bereitgestellt werden sollten.



Alle Proben aus den Jahren 2010 – 2016 wurden in der LKS mbH Lichtenwalde auf die Energie- und Nährstoffgehalte (Weender Analyse), den Gehalt an Detergentienfasern, die Fraktionierung des Rohproteins sowie den Gehalt an im Pansen nicht abbaubarem Rohprotein (UDP), die Proteinlöslichkeit und die Makronährstoffe sowie die Kationen-Anionen-Bilanz (DCAB) untersucht. Für die Auswertungen standen insgesamt mehr als 80 Ergebnisse von Konservaten zur Verfügung.

Im Mittel aller erzeugten Luzernekonservate konnte ein Gehalt an Rohprotein von 18 % ermittelt werden, welcher sich im Mittel aller untersuchten Proben von 20 % im Ausgangsmaterial auf 19 % im Erntematerial verminderte (Tabelle 1). Im Ausgangsmaterial (AM) konnte eine Trockenmasse von 21 % dokumentiert werden, welche durch das Anwelken auf dem Feld im Erntematerial (EM) auf 38 % erhöht wurde. Aus den Angaben zur Fraktionierung des Rohproteins können die Gehalte an UDP für die Ausgangsmaterialien und die Konservierungsprodukte der Luzerne sowie des Rotklee-Gras-Gemisches abgeleitet werden. Hierbei erreichten die Silagen mit durchschnittlich 16 % den geringsten Wert an UDP. Das Luzernetrockengut erreicht im Mittel mit 39 % und das Trockengut des Rotklee-Gras-Gemenges mit 40 % den höchsten Gehalt an UDP aller Konservate. Das Heu der Luzerne und des Rotklee-Gras-Gemenges erreichen im Mittel einen UDP-Gehalt von 30 %. Konservierungsprodukte aus Luzerne und Rotklee weisen insbesondere bei den Kennzahlen des Rohproteins, vor allem im Gehalt an UDP, sehr differenzierte Werte auf. Entsprechend des betrieblichen Fütterungskonzeptes kann durch die Art der Konservierung eine bessere Nutzung des betrieblich erzeugten Eiweißes aus dem Grobfutter erfolgen.

## **Ergebnisse der Behandlung von Erbsen, Lupinen und Leinsamen mittels Mikrowelle auf den Futterwert der Produkte**

**Heiko Scholz<sup>1</sup>, Petra Kühne<sup>1</sup>, Wolfram Richardt<sup>2</sup>, Lutz Walzel<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Hochschule Anhalt, Fachbereich Landwirtschaft, Ökotrophologie und Landschaftsentwicklung, Bernburg; <sup>2</sup> LKS Lichtenwalde, Niederwiesa, OT Lichtenwalde; <sup>3</sup> BASU Mineralfutter, Bad Sulza

*heiko.scholz@hs-anhalt.de*

In Deutschland wurden in den letzten 15 Jahren durchschnittlich 35-45 % der eiweißhaltigen Kraftfutterkomponenten für die Tierernährung importiert. Dagegen nahm der Anbau an einheimischen Leguminosen in Deutschland aufgrund der geringen Wettbewerbsfähigkeit ab und beträgt aktuell etwa 100.000 ha. Eine weitere Optimierung vor allem für die Tierernährung steht im Fokus, was auch für die antinutritiven Substanzen zutrifft. Vor diesem Hintergrund wurden Untersuchungen zum Einsatz einer Mikrowelle zur Verbesserung des Futterwertes der Körnerleguminosen durchgeführt und deren Einsatz in Rationen bei Schweinen geprüft. Bei den Erbsen und Lupinen konnte die Behandlung mittels Mikrowelle keine wirklichen Effekte auf die behandelten Samen ausüben. Dagegen zeigte sich beim Leinsamen eine signifikante Verminderung der Strukturkohlenhydrate nach der Behandlung mittels Mikrowelle, was im praktischen Einsatz bei Schweinerationen von Vorteil sein könnte. Insgesamt waren aber die Effekte der Behandlung nur gering ausgeprägt und für die praktische Fütterung nicht unbedingt von ausschlaggebender Bedeutung.

# The forage as a part of the modern concept of ruminant nutrition

Vlada Pantelić, Milan Petrović, Olga Devečerski

Institut for Animal Husbandry Belgrade – Zemun, Serbia

*biotechnology.izs@gmail.com*

The efficient and profitable cattle and sheep production is based on the maximum use of the fodder, which is significantly cheaper than the concentrate feeds. In countries with large areas under grassland, grazing of animals allows cheapest production of milk and meat. However, the productivity of animals that feed on the pasture, in spite of its maximum quality is quite limited and far below the genetic potential of modern breeds. There are many reports and studies showing that the maximum milk productivity of cows on sown pastures is limited to 22 kg/day and the maximum daily gain of fattening cattle on pasture is about 1,000 g. In order to realize higher production, it is necessary to provide additional feed to the animals on pasture, primarily concentrates, and other nutrients, especially because of the variable quality and quantity of pasture during the year. Countries with limited land resources are forced to base the nutrition of ruminants on green or conserved feeds produced on arable land. Time constraints in relation to the preservation of the chemical composition of green food, high transport costs of mass with 75-80% moisture and impact of weather conditions on the possibility of daily harvesting, more often eliminate this type of feed in the intensive cattle breeding. Contrary to this, in countries with intensive cattle breeding, the conserved fodder/roughage is mostly used during the whole year, in combination with concentrates, i.e. hay and silage. In this paper, the basic concept of modern ruminant nutrition is presented, as well as the issue of forage quality (hay and silage) in regard to high, stabile and economic production of meat and milk in cattle and sheep production. Hay and silage are main forms of conserved forages. The influence of weather condition on the quality of hay is the reason why it is considered to be a feedstuff of most variable chemical composition and nutritive value. This is the reason why in the modern cattle production hay is used only in small amounts that are necessary for normalization of the rumination process, and the ensiled feeds are used as much as possible. The use of conserved feedstuffs of the highest quality is enabling more cost efficient production, better health and fertility and reduced use of concentrates. In the ensiling technology the main emphasis today is in the breeding of maize hybrids of increased digestibility, and selection and breeding of legumes for ruminal digestion/degradation and genetic manipulations to decrease proteolysis. The use of modern additives to improve aerobic stability of silages is enabling its use during the whole year, independently of the season, silo type, the way of silage extraction and other factors.

The quality of each feedstuff is defined by its chemical composition and nutritional value, organoleptic and physical properties, as well as the health safety. Methods for assessing the chemical composition and nutritional value are indispensable part of modern standards that take into account the physiological specificities and requirements of individual species and categories of ruminants. However, the possibility to formulate the optimum ration that would satisfy the nutritional requirements of high-yielding animal depends both on the chemical and physical properties, and the degree of fragmentation of nutrients. This parameter is becoming an essential part of the feeding technology of high – yielding animals

Key words: hay, silage, quality, diet, milk, meat

# Food Insecurity Assessment and Food Security Policy Simulation – A Framework

**Marcus Marktanner**

Kennesaw State University, Georgia (USA)

*mmarktanner@kennesaw.edu*

When Norman Borlaug brought the Green Revolution to developing countries, he was awarded the Nobel Peace Prize in 1970 for saving millions of lives. While enough food supply is a necessary condition for food security, it is not a sufficient one. Roughly half a century after the Green Revolution was made accessible to many countries around the world, at least in theory, almost one out of seven earthlings still suffers from food insecurity. Today food insecurity is no longer a problem of global availability, but lack of access, utilization, and stability on national and subnational levels. In order to create greater awareness for the complexity of food insecurity, a food insecurity assessment tool was developed which allows for the visualization of food insecurity along the four dimensions of availability, access, utilization, and stability in a radar plot. The radar plot allows for the comparison of the food insecurity profiles of different countries. The food insecurity radar plot is also used to derive a food insecurity score. This food insecurity score is then linked to a simulatable economic growth model. The relationship between food insecurity and economic growth is indirectly channeled through an empirically strong relationship between the food insecurity score and total factor productivity. The simulatable economic growth model allows a user to estimate the economic dividend of investments in greater food security. The simulation model suggests that public investments in food insecurity carry a considerable economic growth dividend.

