

**Pflanzen für die Bioökonomie –
Welche Herausforderungen ergeben sich für
die Qualität nachwachsender Rohstoffe?**

50. Vortragstagung



Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung
(Pflanzliche Nahrungsmittel) e.V.
in Zusammenarbeit mit der Dechema e.V.
ProcessNet-Fachgruppe
Phytoextrakte – Produkte und Prozesse

14. – 15. März 2016
Julius Kühn-Institut
Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen
in Berlin-Dahlem

- Abstracts -



Berichte aus dem Julius Kühn-Institut

183

Kontaktadresse und Organisation vor Ort

Dr. Hartwig Schulz
Julius Kühn-Institut
Institut für ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz
Königin-Luise-Str. 19
14195 Berlin
Tel.: 030 8304-2500
Fax: 030 8304-2503
hartwig.schulz@jki.bund.de

Veranstalter

DGQ, Deutsche Gesellschaft für Qualitätforschung (Pflanzliche Lebensmittel) e.V.
Präsident: Prof. Dr. Karl-Hermann Mühling
Geschäftsstelle:
Christian-Albrechts-Universität Kiel
Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde
Hermann-Rodewald-Str. 2
24118 Kiel
Tel.: +49 (0)431 880 3189
Fax: +49 (0)431 880 1625

DECHEMA, Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V.
ProcessNet - Fachgruppe Phytoextrakte - Produkte und Prozesse
Theodor-Heuss-Allee 25, D-60486 Frankfurt am Main
Kontakt: Dr. Leo Nick

Wir unterstützen den offenen Zugang zu wissenschaftlichem Wissen.
Die Berichte aus dem Julius Kühn-Institut erscheinen daher als OPEN ACCESS-Zeitschrift. Alle Ausgaben stehen kostenfrei im Internet zur Verfügung:
<http://www.jki.bund.de> Bereich Veröffentlichungen – Berichte.

We advocate open access to scientific knowledge. Reports from the Julius Kühn Institute are therefore published as open access journal. All issues are available free of charge under <http://www.jki.bund.de> (see Publications – Reports).

Herausgeber / Editor

Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Braunschweig, Deutschland
Julius Kühn Institute, Federal Research Centre for Cultivated Plants, Braunschweig, Germany

Vertrieb

Saphir Verlag, Gutsstraße 15, 38551 Ribbesbüttel
Telefon +49 (0)5374 6576
Telefax +49 (0)5374 6577

ISSN 1866-590X

DOI 10.5073/berjki.2016.183.000



© Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, 2016
Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersendung, des Nachdrucks, des Vortrages, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.
©Julius Kühn-Institut, Federal Research Centre for Cultivated Plants, 2016
Copyrighted material. All rights reserved, especially the rights for conveyance, reprint, lecture, quotation of figures, radio transmission, photomechanical or similar reproduction and data storage, also for extracts.

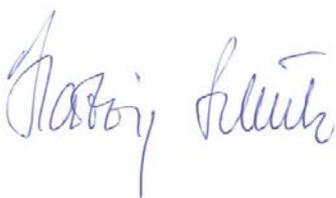
Vorwort zur 50. DGQ-Vortragstagung

Die Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung (Pflanzliche Nahrungsmittel) DGQ e.V. hat gemeinsam mit der Dechema-ProcessNet-Fachgruppe „Phytoextrakte - Produkte und Prozesse“ im März 2016 nach Berlin-Dahlem zur 50. Vortragstagung eingeladen, um innovative und nachhaltige Ansätze zur stofflichen Nutzung von Biomasse entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu diskutieren. Hierbei sollen vor allem die spezifischen Qualitätsanforderungen bei der Beschaffung und Verarbeitung pflanzlicher Ressourcen näher erörtert werden. Die hohe Beteiligung mit insgesamt 52 Vortrags- und Posterbeiträgen zur Jubiläumsveranstaltung in Berlin zeigt, dass das Tagungsthema sehr aktuell ist und bereits einige Netzwerke aus KMU und Forschungseinrichtungen existieren, die sich dieser interessanten Aufgabenstellung widmen.

Im Rahmen der „Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“ der Bundesregierung wird der schrittweise Wandel von einer erdölbasierten hin zu einer biobasierten Wirtschaft beschrieben. In diesem Zusammenhang kommt der effizienten Nutzung von Pflanzen eine zentrale Bedeutung zu, da die zur Verfügung stehende landwirtschaftliche Fläche zukünftig immer weiter zurückgehen wird und fossile Energieträger in absehbarer Zeit aufgebraucht sein werden. Es wird daher erforderlich sein, nachwachsende Rohstoffe durch innovative Verfahren nachhaltiger als bisher zu nutzen. Dies bezieht sich nicht nur auf pflanzliche Nahrungsmittel, sondern auch auf Non-Food-Produkte mit Verwendung u.a. in der Phytopharma- und Kosmetikindustrie. Die stoffliche Nutzung reicht dabei von der Gewinnung von Farbstoffen, arzneilich wirksamen Komponenten bzw. deren Präkursoren, biobasierten Pflanzenschutzmitteln, diversen Ausgangsstoffen zur Gewinnung von Basischemikalien bis hin zur Isolierung von pflanzlichen Ölen, Aromaextrakten und bioaktiven Nutraceuticals. Um eine nachhaltige Produktion sicher zu stellen, bezieht sich die Verwertung nicht nur auf die Verarbeitung von Nutzpflanzen, sondern auch auf Erntereste sowie Abfall-Bioressourcen. Ebenso zielt die Bioökonomie darauf ab, bestehende technologische Verfahren weiter zu optimieren und hierbei auch vorrangig „grüne Extraktionstechniken“ (z.B. Verwendung von überkritischem CO₂) einzusetzen. Auch neue effiziente Analysetechniken zur schnellen und umfassenden Charakterisierung pflanzlicher Rohstoffe einschließlich deren Extrakte (Metaboliten-Profilierung, zerstörungsfreie Analysetechniken) liefern wesentliche Impulse, um die zukünftigen Potentiale der Bioökonomie optimal ausschöpfen zu können.

Allen, die bei der Vorbereitung der Tagung mitgewirkt haben, möchte ich an dieser Stelle ganz herzlich für ihr Engagement danken. Ebenso gilt mein Dank den Sponsoren, die mit ihrer großzügigen finanziellen Unterstützung wesentlich zum Gelingen dieser Veranstaltung mit beigetragen haben.

Berlin-Dahlem, im März 2016



Dr. Hartwig Schulz



Inhaltsverzeichnis

VORTRÄGE

Arzneipflanzen als Baustein der Bioökonomie – aktuelle Forschungsförderung des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft Wenke Stelter	8
Bioeconomy Science Center – Innovative Konzepte und Ausbildung für eine nachhaltige Bioökonomie Sira Groscurth	9
Neue Arzneimittel pflanzlichen Ursprungs Hansjörg Hagels	10
Lupine - Forschung vom Samenkorn bis zum Zukunftspreis Christian Zacherl	12
Von der Bohne bis zum Endprodukt Karsten Kraatz	13
Bedeutung der Qualität von pflanzlichen Drogen für die Entwicklung Phytopharmazeutika Michael Kemmler	14
Qualitätssicherung durch Rösten von Sibirischen Spitzklettenfrüchten (<i>Fructi xanthii</i>) Heidi Heuberger, Maximilian Pöhlmann, Karina Killermann, Dirk Rehmann, Stefanie Nikles, Rudolf Bauer	16
Polyphenole als Qualitätskriterium für die Beurteilung von <i>Cistus incanus</i> Tees und ihre antibakterielle Wirkung auf <i>Streptococcus mutans</i> Isabelle Kölling-Speer, G. Wittpahl, S. Basche, C. Hannig, K. Speer	18
Neue Möglichkeiten in der Pflanzenanalytik - Grundlagen und Anwendungen der numares NMR-Plattform Roland Geyer	19
Blattduftstoffe und Spinnmilbenresistenz bei Erdbeere - Signalstoffanalytik in der Pflanzenzüchtung H. Wagner, V. Waurich, K. Weiß, D. Voigt, K. Olbricht, D. Ulrich	21

Ungerichtete Metabolomanalysen pflanzlicher Lebensmittel mithilfe der zwei-dimensionalen Gaschromatografie - Anwendungen in der Sicherheits- und Qualitätsforschung Christoph H. Weinert	22
Production of Plant Extracts – from Evolution to Revolution Resource Efficient Manufacturing in Regulated Industries J. Strube, M. Tegtmeier	23
Market, trends and applications of phytoextracts produced by supercritical CO ₂ M. Klasik, N. Igl, A. Wuzik	25
Modellbasierte systematische Auslegung der Extraktion und Aufreinigung von 10-Deacetylbaecatin III aus <i>Taxus baccata</i> I. Koudous, M. Sixt, J. Strube	26
Extraktive Gewinnung von pflanzlichen Wirkstoffen durch innovativen Technologien S. Bachtler, H.-J. Bart	27
Pektin: Vom klassischen Biorecycling zum funktionellen Lebensmittelinhaltsstoff Sebastian Schalow, Friederike Gutöhrlein, Stephan Drusch	29
Faserreiche Nebenprodukte der Pflanzenextraktion als Rohstoffquelle für Verpackungen und verstärkte Kunststoffe Stefan Hanstein, Carsten Gellermann	31
OrCaCel - OrganoCat plant and pulping combinations for the full valorisation of lignocellulose from marginal land grown perennial plants T. Damm, P. M. Grande, N. D. Jablonowski, P. Domínguez de María, B. Usadel, U. Schurr, W. Leitner, H. Klose	33
Verwertung von Reststoffen aus der Kaffeeproduktion als Kohlenstoffquellen in der fermentativen Milchsäureproduktion Daniel Pleissner, Anna-Katrin Neu, Joachim Venus	35
Improving dietary glucosinolate production, processing and characterization of potential health effects for the prevention of colon cancer Inga Mewis, Hansruedi Glatt, Regina Brigelius-Flohe, Michael Blaut, Sascha Rohn, Lothar Kroh, Dietrich Knorr, Melanie Wiesner, Monika Schreiner	36
Der Wunderbaum <i>Moringa oleifera</i> – Ideale Quelle für aromatische Glucosinolate mit antikanzerogenem Potential Nadja Förster, Christian Ulrichs, Hansruedi Glatt, Michael Haack, Regina Brigelius-Flohé, Inga Mewis	37
Einfluss einer N-Spättdüngung unter verschiedenen N-Versorgungsstufen auf die Proteinmenge und Proteinzusammensetzung in Winterweizen A. Roßmann, K. H. Mühling	38
Variabilität der Antioxidativen Kapazität von <i>Origanum vulgare</i> L. in Abhängigkeit von Herkunft und Lichtintensität Feng Yan, Marzieh Shafiee-Hajjabad, Bernd Honermeier	40

Stress-induzierte Steigerung der Produktqualität von nachwachsenden Rohstoffen am Beispiel von Arznei- und Gewürzpflanzen Elke Bloem, Silvia Haneklaus, Maik Kleinwächter, Jana Paulsen, Dirk Selmar, Ewald Schnug	42
---	----

POSTER

High genotypic variation of cocktail tomato yield and quality under different potassium supply Frederike Wenig, Marcel Naumann, Bernd Steingrobe, Elke Pawelzik, Inga Smit	45
Qualitätsanforderungen von kruziferen Zwischenfrüchten als Co-Substrate für die Methanproduktion Bettina Leschhorn	47
Pollination as a key factor for strawberry fruit physiology and quality A. Wietzke, C. Westphal, M. Kraft, P. Gras, T. Tschardtke, E. Pawelzik, I. Smit	49
Metabolische Veränderungen während der Reifung von Kiwifrüchten (<i>Actinidia deliciosa</i> cv. Hayward) C. I. Mack, D. Wefers, P. Schuster, C. H. Weinert, B. Egert, S. Bliedung, B. Trierweiler, C. Muhle-Goll, M. Bunzel, B. Luy, S. E. Kulling	51
Dietary tocotrienol/gamma-cyclodextrin complex increases mitochondrial membrane potential and ATP concentrations in the brain of aged mice Anke Schloesser, Naoko Ikuta, Keiji Terao, Seiichi Matsugo, Gerald Rimbach	53
Entwicklung einer NIRS-basierten Vorhersage für die Gasausbeutequalität von Durchwachsener Silphie (<i>Silphium perfoliatum</i> L.) A. Krähmer, A. Biertümpfel, J. Köhler, C. Rehse, W. D. Blüthner	54
A quality assessment of diverse Lupin proteins from Germany Christian Zörb, Katrin Koritnik, Nicole Pilz, Gisela Jansen	56
NOSHAN - Sustainable Production of Functional and Safe Feed from Food Waste János-István Petrusán, Nadine Klinkwitz, Uwe Lehrack	57
<i>Silphium perfoliatum</i> – Resource Evaluation And Development (SPREAD) Anne Lunze, Nico Anders, Martin Höller, Ralf Pude, Christian Wever, Elena Pestsova, Peter Westhoff, Antje C. Spieß	58
INUS – Innovationsnetzwerk Upcycling und stoffliche Nutzung Ann-Catrin Hoffrichter, Kristin Hofmann, Alexander Schank	60
Beeinflusst die Lichtqualität die Anthocyan synthese von Bleichspargel (<i>Asparagus officinalis</i> L.)? Susanne Huyskens-Keil, Karin Hassenberg, Werner B. Herppich	62
Reducing postharvest losses by film packaging of African nightshade (<i>Solanum scabrum</i> Mill.) – improvement of storability and postharvest quality Elisha O. Gogo, Bernhard Trierweiler, Arnold M. Opiyo, Christian Ulrichs, Susanne Huyskens-Keil	64

Postharvest treatments to improve functional plant compounds and storability of Vegetable amaranth (<i>Amaranthus cruentus</i> L.) Elisha O. Gogo, Arnold M. Opiyo, Christian Ulrichs, Susanne Huyskens-Keil	66
Einsatz nicht-invasiver Analysemethoden bei der Charakterisierung pflanzlicher Rohstoffe und in der Prozesskontrolle G. Gudi, A. Krähmer, H. Krüger, I. Koudous, J. Strube, H. Schulz	68
Einfluss von Kalium und Magnesium auf Prozesse der Qualitätsbildung in der Kartoffel Mirjam Koch, Marcel Naumann, Inga Smit, Elke Pawelzik	70
Molekulare und sensorische Charakterisierung des Metaboloms abiotisch gestresster Karotten (<i>Daucus carota</i> L.) C. Dawid, T. Nothnagel, D. Ulrich, A. Dunkel, D. Günzkofer, S. Baur, T. Hofmann	72
Einfluss von Vegetationskomplexität auf Wirtspflanzenchemie und multitrophische Interaktionen in anthropogen beeinflussten Landschaften Torsten Meiners, Nicole Wäschke	74
EU-OPENSSCREEN – New tools for life science research in Europe Torsten Meiners, Philip Gribbon	75
Entwicklung von LC/MS-basierten Methoden zum umfassenden Metaboliten-Profilung von Zwiebeln (<i>Allium cepa</i>) Christoph Böttcher, Andrea Krähmer, Hartwig Schulz	77
Fenchel als nachwachsender Rohstoff Hans Krüger	78
Authentication of <i>Actaea racemosa</i> L. (black cohosh) raw material by a resilient RP-PDA-HPLC method coupled to chemometrics Marian Bittner, Matthias F. Melzig	79
Neue Trends & Alte Probleme: Das Leguminosenmykotoxin Phomopsin A in einer „worst case“-Betrachtung Svenja Schloß, Matthias Koch, Sascha Rohn, Ronald Maul	81
Vergleich von herkömmlichen und neugezüchteten Apfelsorten mithilfe ungerichteter, GC-basierter Metabolomanalysen M. Ehlers, C.I. Mack, C.H. Weinert, B. Egert, B. Trierweiler, G. Baab, S. E. Kulling	83
Identification of physiological and quality aspects by applying different nitrogen forms on grapes Carina Paola Lang, Nikolaus Merkt, Christian Zörb	85
Biofortifikation von Erdbeeren mit Iod durch eine Boden- und Blattdüngung Diemo Daum, Christian Meinecke, Christoph Budke, Rudolf Faby, Ketut A. Wijaya	86
Fortifikation von Äpfeln mit Iod durch eine Nachernte-Tauchbehandlung Christoph Budke, Stephanie thor Straten, Karl H. Mühling, Diemo Daum	88

Reduktion der Verluste bei Süßkirschen (<i>Prunus avium</i> L.) durch Essigsäurebehandlung	90
Karin Hassenberg, Felix Schuhmann, Nadja Förster, Werner B. Herppich, Martin Geyer, Christian Ulrichs, Susanne Huyskens-Keil	
Chlordioxidbehandlung als Beitrag zur Qualitätserhaltung von Bleichspargel (<i>Asparagus officinalis</i> L.)	92
K. Hassenberg, W.B. Herppich, S. Huyskens-Keil	

VORTRÄGE



DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR QUALITÄTSFORSCHUNG
(PFLANZLICHE NAHRUNGSMITTEL) e.V.

50. Vortragstagung, 14./15.März 2016
Julius Kühn-Institut, Berlin

**Arzneipflanzen als Baustein der Bioökonomie – aktuelle
Forschungsförderung des Bundesministeriums für Ernährung und
Landwirtschaft**

Wenke Stelter

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. Gülzow



DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR QUALITÄTSFORSCHUNG
(PFLANZLICHE NAHRUNGSMITTEL) e.V.

50. Vortragstagung, 14./15. März 2016
Julius Kühn-Institut, Berlin

Bioeconomy Science Center – Innovative Konzepte und Ausbildung für eine nachhaltige Bioökonomie

Sira Groscurth

BioSC Geschäftsstelle, Forschungszentrum Jülich, c/o IBG-2: Pflanzenwissenschaften, 52425 Jülich
Email: s.groscurth@fz-juelich.de

Für die großen Herausforderungen des 20. Jahrhunderts werden interdisziplinäre und innovative Lösungsansätze zur nachhaltigen Produktion von Nahrungsmitteln und Rohstoffen, biobasierten Materialien, Chemikalien und Kraftstoffen benötigt, die auf der Nutzung des Wissens über Organismen und biologischen Prozessen beruhen. Daher haben sich die Universitäten Bonn und Düsseldorf, die RWTH Aachen und das Forschungszentrum Jülich 2010 zu einem Kompetenzzentrum für nachhaltige Bioökonomie – dem Bioeconomy Science Center (BioSC) – zusammengeschlossen. Im BioSC werden Lösungsansätze für den Aufbau einer wissensbasierten und nachhaltigen Bioökonomie in einem integrativem, disziplinübergreifenden Ansatz erarbeitet: von der ressourceneffizienten Produktion von Pflanzen als Nahrungs- und Futtermittel und Biomasse bis zu neuen bio-/chemokatalytischen und biotechnologischen Methoden und Prozessen zur Umsetzung von nachwachsenden Rohstoffen in Wertstoffe, wie z.B. Feinchemikalien, Proteine, Enzyme, Biopolymere oder Biokraftstoffe. Ebenso werden Fragestellungen der wirtschaftlichen Umsetzbarkeit der Bioökonomie und ihrer gesellschaftlichen Akzeptanz bearbeitet. So werden in über 35 Forschungsprojekten unter anderem Anbaumethoden und Qualitätseigenschaften von mehrjährigen Pflanzen analysiert und Prozesse zum Abbau und Verwertung ihrer Biomasse für die stoffliche und energetische Nutzung optimiert, es werden günstige Synthesewege für die Produktion Biomasse-abbauender Enzyme aus Mikroorganismen etabliert und auch die Verwertung von Restströmen zur Gewinnung von Sekundärmetaboliten oder als Ausgangsstoff für Bioraffinerien wird verfolgt. In der Präsentation werden Beispiele von BioSC-Projekten zu verschiedenen Fragestellungen mit Pflanzenbezug dargestellt.



Neue Arzneimittel pflanzlichen Ursprungs

Hansjörg Hagels

Boehringer Ingelheim Pharma GmbH & Co.KG
Binger Straße 173, D-55216 Ingelheim

Naturstoffe und partialsynthetische Derivate dieser sind bislang die Hauptquelle für die Wirkstofffindung. In den 1990ern bis etwa 2000 gab es, stimuliert durch Automatisierung der Wirkstofffindung (High Throughput Screening) einen wahren ‚Green rush‘ unter dem Nehmen „Bioprospecting“ [1]. Jedoch reduzierte sich sukzessive der Anteil der naturstoffbasierten Wirkstoffe seit Beginn dieses Jahrhunderts. Gründe dafür sind u. A. die Überlegenheit hinsichtlich eines Hit-Fundes der kombinatorischen Chemie, verbunden mit High-Throughput Screenings.

Die Stärken der Naturstoffe bleiben jedoch die sehr hohe chemische Diversität sowie ihre biochemische Spezifität, evolutionär entwickelt im Laufe der letzten 3 Milliarden Jahre – dies hebt sie von synthetischen Stoffbibliotheken und kombinatorischen Substanzen ab. Neuere Technologien, wie Genomics und strukturelle Biologie ermöglichen mittlerweile einen tieferen Einblick in die Vielfalt der Proteine, die Interaktionen mit Naturstoffen eingehen [2].

Erwähnenswerte neue Arzneistoffe aus pflanzlichen Naturstoffen sind u. A. der Diterpen-Ester Ingenol-Mebutat aus *Euphorbia peplus* L. (Picato[®]), welcher als Dermatikum zur Therapie der Aktinokeratose 2012 eine FDA Zulassung erhielt.

Aus der bereits lange eingesetzten Gruppe der Derivate der Vinca-Alkaloide wurde 2010 Vinflunin (Javlor[®]) zur Therapie des Urethalkarzinoms von der FDA zugelassen. Mit Maytansin wurde 2014 ein nicht wirklich pflanzliches, sondern endophytisches hochtoxisches Zytostatikum aus dem äthiopischen Baum *Maytenus serrata* (Hochst. ex A. Rich), mit dem monoklonalen Antikörper Trastuzumab (Herpectin[®]) verlinkt [3], zugelassen. Trastuzumab bindet auf Epitopen von Brustkrebs -Tumorzellen,, wo Maytansin als ‚Magic bullet‘ hochselektiv die Tumorzellen abtötet.

Aktuell sind weiterhin 70 % der Weltbevölkerung, die keinen Zugriff auf die westliche Pharmazie haben, unmittelbar auf Arzneipflanzen angewiesen, was die WHO auch empfiehlt [4]. Auch Phytoextrakte spielen weiterhin, trotz der schwierigen Charakterisierung und Standardisierung, eine große Rolle im Arzneischatz. So wurde 2013 mit Acheflan[®] in Brasilien ein neues anti-inflammatorisches Arzneimittel mit einem Extrakt aus den Blättern von *Cordia verbenacea* DC. zugelassen [5].

In den USA wurde mit Veregen[®] eine Zubereitung aus seiner Tee-Catechin Fraktion zur Behandlung von Warzen [6] und Fulyzaq[®] mit einem Extrakt aus dem roten Saft aus *Croton lechleri* Müll.Arg. für die Behandlung von HIV assoziierter Diarrhoe (FDA 2013). Sativex[®], eine standardisierte Zubereitung mit Δ -9-Tetrahydrocannabinol (psychoaktiv) und Cannabidiol (anti-inflammatorisch) aus *Cannabis sativa* L. wurde seit 2005 in vielen Ländern zugelassen. Es wird zur Behandlung von Spasmen bedingt durch MS eingesetzt [7]. Marinol[®] (Dronabinol) und Cesamet[®] (Nabilone) werden in Nordamerika gegen Erbrechen und Schwindel bei der Chemotherapie von Krebs verwendet. Und 2012 ließ die niederländische Gesundheitsbehörde einen Trockenextrakt aus *Dioscorea nipponica* Makino eine traditional Chinesische Arzneizubereitung zur Linderung von Kopfschmerz, Muskelschmerz und Krämpfen zu [8]. Mit der Weiterentwicklung der medizinischen Chemie bleibt abzuwarten, ob der Fokus einst wieder auf das Potential des immensen Naturstoffschatz gelegt werden wird.

Literatur

- [1] David B, Wolfender J-L, Dias D A: The pharmaceutical industry and natural products: historical status and new trends, *Phytochem Rev* 2015 (14) 299–315
- [2] Siddiqui A A., Iram F, Siddiqui, S, Sahu K: Role of natural products in drug discovery process; *International journal of drug development and research*, 2014 6(2)172-204
- [3] Newman D J, Cragg G M; Chapter 13. Natural Product Scaffolds of Value in Medicinal Chemistry; *RSC Drug Discovery Series*; 2016 (50) 348-378
- [4] 'Beijing declaration' 2008
http://www.who.int/medicines/areas/traditional/congress/beijing_declaration/en
(Stand 06.02.2016)
- [5] Matias EFF, Alves EF, Santos BS et al (2013) Biological activities and chemical characterization of *Cordia verbenacea* DC. as tool to validate the ethnobiological usage. *Evid Based Complement Alternat Med* 2013:164215
- [6] Chen ST, Dou J, Temple R: New therapies from old medicines. *Nat Biotechnol* 262008 (26) 1077–1083
- [7] Sativex <http://www.sativex.co.uk/healthcare-professionals> (Stand 07.02.2016)
- [8] Gilbert N; Chinese herbal medicine breaks into EU market. *Nature News Blog*, <http://blogs.nature.com/news/2012/04/chinese-herbal-medicine-breaks-into-eu-market.html> (Stand 06.02.2016)



Lupine - Forschung vom Samenkorn bis zum Zukunftspreis

Christian Zacherl

Fraunhofer Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung, Freising

Lupine gehören zur Familie der Hülsenfrüchtler. Als solche zeigt die Pflanze aufgrund ihrer geringen Anforderungen hinsichtlich Bodenbeschaffenheit und Dünger, sowie ihrer sehr eiweißreichen Saaten ein großes Potential als nachhaltige, ökonomische und regionale Proteinquelle. Um diese einem breiten Anwendungsspektrum in der Lebensmittelproduktion zugänglich zu machen, wurden in den letzten Dekaden zahlreiche Forschungsaktivitäten im Bereich der Saatzüchtung und -kultivierung, der Saatenverarbeitung, sowie der Aufbereitung hin zu funktionellen und bioaktiven Lebensmittelzutaten durchgeführt, die letztendlich im Jahr 2014 zur Prämierung der Forschungsarbeiten mit dem deutschen Zukunftspreis geführt haben.

Im Vortrag werden beispielhaft die spezifischen Herausforderungen skizziert, die sich im Laufe der Entwicklungsarbeiten vom Rohstoff Lupinensaat bis hin zur Vermarktung der Lupinenhaltigen Lebensmittel ergeben haben. Dabei wird besonderes Augenmerk auf die Komplexität der Struktur-Wirkungsbeziehungen gelegt, die letztendlich für bioaktive, techno-funktionelle sowie sensorische Eigenschaften von Lupinenprodukten ausschlaggebend sind.



DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR QUALITÄTSFORSCHUNG
(PFLANZLICHE NAHRUNGSMITTEL) e.V.

50. Vortragstagung, 14./15.März 2016
Julius Kühn-Institut, Berlin

Von der Bohne bis zum Endprodukt

Karsten Kraatz

AUGUST STORCK KG, R&D Chocolates, Waldstraße 27, 13403 Berlin, Germany
Email: karsten.kraatz@de.storck.com

Der Vortrag „Von der Bohne bis zum Endprodukt“ soll einen Überblick über den gesamten Verarbeitungs- und Herstellprozess bei der Schokoladenproduktion geben. Dabei wird der Weg vom Ursprung und der Ursprünglichkeit des Rohstoffes bis zum perfekten Produkt im Genussmittelregal durch die Teilnehmer buchstäblich „durchlebt“. Neben einer kurzen Einführung über Herkunft, Anbauggebiete und Nach-erntebehandlung, werden die komplexen Prozesse der Kakaoverarbeitung bis zum wohlschmeckenden Schokoladenprodukt aufgezeigt. Der Vortrag macht deutlich, wie aus einem natürlichen Rohstoff mit seiner qualitativen Schwankungsbreite durch gezielte technologische Schritte eine gleichbleibende hohe Qualität sichergestellt wird. Die Teilnehmer können mit der Bohne auf die Reise gehen und durch Verkostungen auch sensorisch den Verarbeitungsprozess erleben.



Bedeutung der Qualität von pflanzlichen Drogen für die Entwicklung Phytopharmazeutika

Michael Kemmler

Alpinia Institute of Phytopharmaceutical Sciences, Walenstadt, Schweiz
Email: Michael.Kemmler@alpinia institute.com, Tel.: +41 81 720 23 17, www.alpinia institute.com

Pflanzliche Produkte prägen seit jeher die Ernährung des Menschen und kamen stets auch zur Prävention, Linderung oder Heilung von Krankheiten zum Einsatz. Diese Umschreibung entspricht im weitesten Sinn dem modernen Heilmittelbegriff und es ist daher nur konsequent, dass derartige Produkte im Bereich der besonderen Therapierichtungen als Phytotherapeutika Eingang in die Arzneimittelversorgung gefunden haben. Der Gesetzgeber hat dementsprechend in verschiedenen Richtlinien die Anforderungen an Qualität, Wirksamkeit und Unbedenklichkeit solcher phytotherapeutischer Produkte klar definiert.

Im Gegensatz zu Einzelverbindung handelt es sich bei den betreffenden Wirkstoffen meist um komplexe Gemische strukturell vielfältiger Primär- und Sekundärmetabolite aus dem Stoffwechsel der Ursprungspflanze, welche analytisch qualitativ und quantitativ schwer fassbar sind und zudem in Ihrer Zusammensetzung einer natürlichen Variabilität unterliegen. Der Qualität der Ausgangsdroge kommt hier eine herausragende Bedeutung zu und zusammen mit einem umfassend validierten Herstellungsprozess ist sie maßgeblich für die Qualität des Fertigproduktes verantwortlich.

Folgerichtig liegen demnach auch umfangreiche Vorschriften zu Qualitätsanforderungen an pflanzlichen Drogen vor wie zB der Weltgesundheitsorganisation (WHO) [1], der Europäischen Arzneimittel-Agentur (EMA) [2] sowie weiterführende Richtlinien zur Qualität der pflanzlichen Arzneimittel des Herbal Medicinal Product Committee (HMPC) [3, 4, 5]. In der Präsentation soll die Bedeutung der Qualität von pflanzlichen Drogen für die Entwicklung neuartiger Phytopharmazeutika aus Sicht eines forschenden phytopharmazeutischen Unternehmens diskutiert und anhand eines Beispiels illustriert werden [6].

Literatur

- [1] WHO guidelines on good agricultural and collection practices (GACP) for medicinal plants, World Health Organization (WHO), Geneva, 2003.
- [2] Committee on Herbal Medicinal Products (2005). Guideline on Good Agricultural and Collection Practice (GACP) for Starting Materials of Herbal Origin. EMEA/HMPC/246816/2005

- [3] Committee on Herbal Medicinal Products (2011). Guideline on quality of herbal medicinal products/traditional herbal medicinal products, EMA/CPMP/QWP/2819/00 Rev. 2.
- [4] Committee on Herbal Medicinal Products (2015) 'Questions & Answers on quality of herbal medicinal products/traditional herbal medicinal products (EMA/HMPC/41500/2010 Rev. 5).
- [5] Committee on Herbal Medicinal Products (2005)'Guideline on specifications: test procedures and acceptance criteria for herbal substances, herbal preparations and herbal medicinal products/traditional herbal medicinal products (CPMP/QWP/2820/00 Rev. 2).
- [6] Stuerner, K. H., Stellmann, J. P., Paul, F.,Dorr, J. M., Martin,R., Heesen, C., **SA**fety, tolerability and efficacy of **Boswellic Acids** in relapsing remitting multiple sclerosis: the **SABA** proof of concept Trial, Joint ACTRIMS-ECTRIMS Meeting, (MSBoston 2014) *Multiple Sclerosis Journal Online*, 20 (S1), 67-284, Poster Session 1: P49.



Qualitätssicherung durch Rösten von Sibirischen Spitzklettenfrüchten (*Fructi Xanthii*)

Heidi Heuberger¹, Maximilian Pöhlmann², Karina Killermann², Dirk Rehmann²,
Stefanie Nikles³, Rudolf Bauer³

¹Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising;

²Institut für Lebensmitteltechnologie, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Freising;

³Institut für Pharmazeutische Wissenschaften, Department für Pharmakognosie, Karl Franzens
Universität Graz, Graz

Email*: Heidi.Heuberger@LfL.bayern.de

Die Phytotherapie ist ein wesentlicher Bestandteil der Traditionellen Chinesischen Medizin (TCM). Dabei werden sowohl Rohdrogen als auch Drogen, die nach traditionellen Methoden, den PaoZhi-Verfahren behandelt werden, verwendet. Dazu gehören Kochen, Rösten, Braten in verschiedenen Stärken und wahlweise unter Zugabe von Honig, Essig, Wein u.a. Die PaoZhi-Behandlungen dienen dazu, die Wirkrichtung der Droge zu fördern oder zu ändern, die Bekömmlichkeit zu verbessern oder Giftstoffe abzubauen.

Die Früchte der Spitzklette *Xanthium sibiricum* Patr. ex Widder (Asteraceae) sind in China bekannt als „Cang'erzi“ und werden in der TCM zur Behandlung von Nasennebenhöhlenentzündungen, Nasenverstopfung und Nasenausfluss eingesetzt. Die frischen, getrockneten Früchte enthalten die toxischen Diterpenglykoside Atractylosid (ATR) und Carboxyatractylosid (CATR). Durch Rösten soll die toxische Wirkung abgemildert werden.

Das Ziel der Arbeit war, die Prozessparameter für die Röstung in einem Labor-Trommelröster zu ermitteln, mit der CATR vollständig abgebaut werden kann. Eine vollständige Decarboxylierung von CATR zu ATR konnte durch Rösttemperaturen zwischen 115 ± 5 °C und 175 ± 5 °C mit Röstdauern von ≤ 30 min realisiert werden, wobei der vollständige CATR-Abbau bei niedrigen Rösttemperaturen nicht sicher reproduzierbar war. Der ATR-Gehalt stieg in Folge der Röstung an bis kein CATR mehr vorhanden war und nahm bei höheren Temperaturen und längeren Röstdauern wieder ab. Ein vollständiger ATR-Abbau wurde bei einer Rösttemperatur von 175 ± 5 °C mit einer Röstdauer von 20 min erreicht.

Ein Vergleich zwischen den CATR- bzw. ATR-Gehalten und Lab-Farbwerten der Fruchtoberfläche lieferte keinen grundlegenden Zusammenhang. Allerdings erscheint es aussichtsreich, dass sich auf der Basis weiterer Chargendaten Grenzwerte für L und b ableiten lassen, bei deren Unterschreitung die Abwesenheit von CATR erwartet werden kann.

Ein Rösten bei 140 °C für 12 Minuten, wie es für das traditionelle Rösten mit Sand im Wok empfohlen wird [2], führte bei der Trommelröstung zum vollständigen Abbau von CATR und Aufbau von ATR. Ähnliche CATR/ATR-Verhältnisse waren in gerösteter Handelsware zu finden [1], so dass nun Röstungen in größeren Batches mit diesen Prozessparametern geprüft werden sollen.

Literatur

- [1] Nikles S, Heuberger H, Hilsdorf E, Schmücker R, Seidenberger R, Bauer R. Influence of processing on the content of toxic carboxyatractyloside and atractyloside and the micro-biological status of *Xanthium sibiricum* fruits (Cang'erzi). *Planta Medica* 2015; 51: 1213-1220. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0035-1546207>
- [2] Wang, Ying; Fu, Bin; Zhang, Hongqi; Xiao, Anju. Optimizing the toxicity reduction of sand fried Fructus Xanthii. *Yiyao Daobao* 2014, 33(1), 93-96.



Polyphenole als Qualitätskriterium für die Beurteilung von *Cistus incanus* Tees und ihre antibakterielle Wirkung auf *Streptococcus mutans*

Isabelle Kölling-Speer¹, G. Wittpahl¹, S. Basche², C. Hannig², K. Speer^{1*}

¹Professur für Spezielle Lebensmittelchemie und Lebensmittelproduktion, TU Dresden;

²Poliklinik für Zahnerhaltung, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden

Email*: karl.speer@chemie.tu-dresden.de

Zistrosentee besteht aus den oberirdischen Teilen der Art *Cistus incanus* und erfreut sich in den letzten Jahren aufgrund seiner beschriebenen vielseitigen pharmakologischen Wirkungen einer großen Beliebtheit. Da die positiven Effekte hauptsächlich auf die Polyphenole zurückgeführt werden, sind diese Substanzen von erheblicher Bedeutung für die Qualitätsbeurteilung der Tees. Im Rahmen dieser Arbeit wurden die Polyphenole in vier verschiedenen Handelsproben von *Cistus incanus* untersucht. Zusätzlich wurden die Extrakte *in vitro* auf ihre antibakterielle Aktivität gegen *Streptococcus mutans*, den Leitkeim der Kariogenese, geprüft [1].

Mit Hilfe von LC-DAD-MS/MS-Messungen konnten 29 Polyphenole identifiziert werden, wobei Ellagitannine und Flavonol-Glycoside dominierten. Zwölf Verbindungen konnten erstmals für *Cistus incanus* beschrieben werden. Zwischen den vier Handelsproben waren kaum Unterschiede hinsichtlich der Anzahl der detektierten Substanzen zu beobachten, die jeweiligen Gehalte waren allerdings in den vier Tees recht unterschiedlich.

Zur Untersuchung der antibakteriellen Wirkung gegen *S. mutans* wurde ein Vitalfärbetest (BacLight™) eingesetzt, der durch Differenzierung in lebende und tote Bakterien eine Einschätzung der Bakterien-Vitalität nach Exposition mit den *Cistus incanus* Extrakten ermöglicht. Dabei konnte deutlich eine von der Polyphenolkonzentration abhängige antibakterielle Wirkung belegt werden.

Literatur

- [1] Wittpahl, G., Kölling-Speer, I., Basche, S., Herrmann, E., Hannig, M., Speer, K., Hannig, C. 2015: The Polyphenolic Composition of *Cistus incanus* Herbal Tea and Its Antibacterial and Anti-adherent Activity against *Streptococcus mutans*. *Planta medica* 81: 1727-1735



Neue Möglichkeiten in der Pflanzenanalytik - Grundlagen und Anwendungen der numares NMR-Plattform

Roland Geyer

numares AG, Josef-Engert-Str. 9, 93053 Regensburg
E-Mail: roland.geyer@numares.com, Tel.: 0941/280 949 21, www.numares-plants.com

Die numares AG nutzt einen neuen, innovativen Ansatz, basierend auf der Kernspinresonanzspektroskopie (NMR), um Pflanzenzüchter und die verarbeitende Industrie bei der Analyse und Optimierung von Züchtungsprojekten, Prozessabläufen oder in der Qualitätskontrolle zu unterstützen. Numares-Systeme sind in der Humandiagnostik mittlerweile im Routineeinsatz und erlauben die Analyse von mehreren hundert Proben pro Tag. Auch für die Pflanzenanalytik sind erste Projekte erfolgreich umgesetzt und zeigen das Potenzial der numares-Technologie, die etablierten Methoden, sinnvoll zu ergänzen. Insbesondere die außergewöhnliche Robustheit und Effizienz des Verfahrens ermöglicht eine umfangreichere Analytik und damit verbunden neue Möglichkeiten für Züchtung und Qualitätskontrolle.

Mit Hilfe der numares-Plattform können in nur einer Messung alle organischen Inhaltsstoffe in einer Probe simultan, in identischer Matrix und über einen großen dynamischen Konzentrationsbereich von 6 Größenordnungen erfasst werden. Frischpflanzenmaterial kann ebenso verarbeitet werden wie Droge oder Extrakt. Die Messung dauert nur wenige Minuten und liefert qualitative und quantitative Information. Mittels numares-Software werden im Folgenden Signalüberlagerungen verrechnet und so die Signale einzelner Substanzen zugänglich. Nach einmaliger Signalzuordnung mittels Referenzspektren/oder der numares-Datenbank, kann eine voll automatisierte Quantifizierung erfolgen.

Neben der quantitativen Erfassung einzelner Wertkomponenten im Multiparameteransatz, werden mit Hilfe dieser Analyse-Technik auch qualitative Fingerprints der detektierten Pflanzeninhaltsstoffe aufgezeichnet. Diese tiefergehende Charakterisierung von Pflanzenextrakten dient beispielsweise der Klassifizierung einer bestimmten Droge bzw. eines Pflanzenextraktes (z.B. im Vergleich zu einer Referenz-Probe). Auf diese Weise kann z.B. sehr schnell erkannt werden, ob die analysierte Probe unerlaubte Zusätze enthält oder ein von der Spezifikation abweichendes Inhaltsstoff-Profil aufweist. Die Summe an Informationen kann weiterhin genutzt werden, um Stoffwechselprofile zu erstellen und mit eigenen automatisierten Auswerteverfahren relevante Zusammenhänge zu extrahieren. In diesem Rahmen sind neben zielgerichteten Analysen, auch Metabolom-Analysen möglich und erlauben die Beantwortung komplexer Fragestellungen (agronomische Merkmale, Herkunft, Sorten, kontrollierte Replikation, u.v.m.).

numares unterstützt bereits verschiedene Projekte und Kundenlabore und liefert Daten zur Qualität von pflanzlichen Rohstoffen oder Selektionskriterien im Züchtungsprozess. Module zur Multiparameter-Quantifizierung in Arnika, Stevia, Löwenzahn, Oregano oder diversen Fermentationsmedien laufen bereits im Routinebetrieb und können als Dienstleistung abgerufen werden. Sie ermöglichen die automatisierte Analyse von bis zu 94 Proben am Tag. Die vollautomatisierte Messung dauert 5-15 min pro Probe. Ohne Hands-on time können ca. 500 Proben vermessen werden. Weiterhin wurden diverse Projekte erfolgreich abgeschlossen, in denen die Gesamtheit der spektralen Information genutzt wurde. So konnten Modelle abgeleitet werden, die beispielsweise nach heterotischen Gruppen in der Hybridroggenzüchtung klassifizieren können, Informationen zu Trockenstresstoleranz von Futtergräsern liefern oder in der Produktion von fraktionierten Algenextrakten über einen Musterabgleich die nötige Reproduzierbarkeit zwischen Ernten und Produktionschargen sicherstellen.

Die bisherigen Arbeiten zeigen das große Potenzial der NMR auch für die Pflanzenanalytik. Das analytische Repertoire, das nötig ist um aktuelle aber auch neue Aufgabenstellungen und höhere Probenzahlen bearbeiten zu können, wird in den nächsten Jahren durch diese Technologie sicherlich um einen weiteren vielfältigen Player ergänzt.



Blattduftstoffe und Spinnmilbenresistenz bei Erdbeere - Signalstoffanalytik in der Pflanzenzüchtung

Wagner, H.^{1,2}, Waurich, V.¹, Weiß, K.⁴, Voigt, D.¹, Olbricht, K.³, Ulrich, D.⁴

¹Technische Universität Dresden, Institut für Botanik, 01062 Dresden;

²Humboldt-Universität zu Berlin, Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und
Gartenbauwissenschaften, 10115 Berlin;

³Hansabred GmbH & Co.KG, Radeburger Landstraße 12, 01108 Dresden;

⁴Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für ökologische Chemie,
Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Erwin-Baur-Str. 27, 06484 Quedlinburg

Der Befall von Erdbeerpflanzen mit der Gemeinen Spinnmilbe (*Tetranychus urticae* Koch) kann zu erheblichen Ertragsausfällen führen. Untersuchungen zur Anfälligkeit und Resistenz (Toleranz) sind komplex und bisher fragmentarisch. In aktuellen Züchtungsprogrammen wird versucht, Resistenzen durch die Einkreuzung von Wildarten in neuen Sorten zu etablieren.

Beobachtungen des Befalls der Laubblätter von Pflanzen im Gewächshaus führten zu der Hypothese, dass Blattduftstoffe (VOCs) fördernde oder antagonistische Wirkungen auf Spinnmilben ausüben können. Im Rahmen eines Projektes zur integrierten Erdbeerzüchtung wurde deshalb eine Methode auf der Basis einer Headspace-Stirbar-Sorptive-Extraktion (HS-SBSE-GC-qMS) an die Erfordernisse der Selektion angepasst. Mit dieser Methode wurden Sorten, Wildarten, Zuchtklone und eine F2-Population hinsichtlich der Duftstoffmuster der Blätter untersucht. Mit Hilfe der HS-SBSE-GC-qMS-Technik wurden bis zu 200 Peaks von VOCs in den Chromatogrammen erfasst, wovon bis zu 70 mittels MS identifiziert oder vorläufig identifiziert werden konnten. Korrelationen zu Resistenz- und Befallsdaten mit Spinnmilben wurden geprüft.

Zwischen den Duftstoffmustern nichtbefallener Blätter und der Resistenz wurde keine Korrelation gefunden. Damit konnte die Hypothese der Förderung oder der Abwehr der Spinnmilben durch VOCs in diesen Experimenten nicht bestätigt werden. Allerdings zeigen anfällige Typen bei dem Befall mit Spinnmilben eine komplexe Veränderung des VOC-Musters der Blätter. Es werden erhöhte Gehalte von Terpenoiden und sog. „Cry-For-Help-Compounds“ nachgewiesen (z. B. (Z)-Ocimen, Hexylacetat, (Z)-3-Hexenylacetat, Cadinen, Farnesen, Methylsalicylat und (Z)-3-Hexenylbenzoat).

In weiterführenden Arbeiten wird geprüft, ob sich die HS-SBSE-GC-qMS-Methode als Test auf Spinnmilbenanfälligkeit im Selektionsprozess für die Erdbeerzüchtung eignet und inwieweit das Verhalten natürlicher Gegenspieler der Spinnmilben durch die Veränderung des VOC-Musters der Erdbeerblätter beeinflusst wird.

Förderung: BMBF-Verbundprojekt SPIRED (FKZ 031A216A und B).



Ungerichtete Metabolomanalysen pflanzlicher Lebensmittel mithilfe der zweidimensionalen Gaschromatografie - Anwendungen in der Sicherheits- und Qualitätsforschung

Christoph H. Weinert

Institut für Sicherheit und Qualität bei Obst und Gemüse, Max Rubner-Institut Karlsruhe

Ungerichtete Metabolomanalysen dienen der effizienten Identifikation und relativen Quantifizierung möglichst vieler niedermolekularer Verbindungen in einem biologischen System. Sie gewähren umfassende Einblicke in die komplexe Zusammensetzung biologischer Proben und ermöglichen so ein tieferes Verständnis der Vorgänge auf molekularer Ebene. Im Bereich der pflanzlichen Lebensmittel gibt es vielversprechende Anwendungsfelder für Metabolomanalysen, so z.B. für umfassende Sortenvergleiche, für Fragestellungen der Nacherntephysiologie, zur Identifikation von Resistenz- oder Verderbsmarkern oder zur Bewertung der Auswirkungen lebensmitteltechnologischer Verfahren.

Metabolomanalysen werden mithilfe moderner, leistungsfähiger analytischer Gerätesysteme durchgeführt. Am Max Rubner-Institut in Karlsruhe wurde in den letzten Jahren eine Metabolomics-Plattform etabliert, bei der die sog. umfassende zweidimensionale Gaschromatografie/Massenspektrometrie (GCxGC-MS) eine zentrale Rolle spielt. Neben der analytischen Methodenentwicklung wurde ein Workflow zur automatisierten Verarbeitung der umfangreichen Messdaten entwickelt [1, 2].

Die Eignung der Plattform für die Durchführung von Metabolomanalysen pflanzlicher Lebensmittel wurde in mehreren Studien nachgewiesen. Im Rahmen dieses Vortrags werden nach einer kurzen Vorstellung der Plattform ausgewählte Anwendungsbeispiele präsentiert, darunter die Ergebnisse einer Studie zur Lagerung von Äpfeln, eines Sortenvergleichs von Küchenkräutern oder einer Untersuchung zum Einfluss der Ultraschallbehandlung auf das Inhaltsstoffprofil von Sojamilch.

Literatur

- [1] Weinert C et al., Journal of Chromatography A, 1405, 156-167
- [2] Egert B et al., Journal of Chromatography A, 1405, 168-177



Production of Plant Extracts – from Evolution to Revolution Resource Efficient Manufacturing in Regulated Industries

J. Strube¹, M. Tegtmeier²

¹Institute for Separation and Process Technology, Clausthal University of Technology,
38678 Clausthal-Zellerfeld, Email: strube@itv-tu-clausthal.de;

²Schaper & Brümmer GmbH & Co.KG, 38259 Salzgitter-Ringelheim

Plants come back into focus also of the chemical industry in a time of increasing impact for sustainability and environmental compatibility. Plant constituents substitute basic chemicals of petrochemical origin more and more. The first step for preparing the desired natural constituents is always an extraction. Today the central aim for research and development of extraction procedures are careful, efficient and successful processes. Only this will guarantee the necessary high quality and attractive economic efficiency in the use of plant extracts. In the last years, process design as well as optimization of existing processes is supported by modeling the unit operations. Therefore, model parameters must be determined in lab scale [1].

On the other hand, new principles in the research are generated, which allow a rapid screening of possible conditions for extraction in the view of basic proceedings, solvents, temperatures and pressures. So also the complex character of plant extracts is considered, which is determined by the multicomponent mixture existing of the group of the interesting constituents and also the side-fractions. The extraction process has to guarantee that side-fractions are not critical in the following use of the plant extract. For that all problematic fractions should not be extracted which will be achieved by selective extractions. [2, 3] Concepts and cost structures for further product purification will be discussed with regard to innovative resource efficient manufacturing technologies. [4]

In addition, the activities of the German Dechema/ProcessNet working group on “plant-based extraction – products and processes” are presented and thereby opened for any participation. [5]

Literatur

- [1] S. Both, I. Koudous, U. Jenelten, J. Strube. Model-based equipment-design for plant-based extraction processes- considering botanic and thermodynamic aspects. C. R. Chimie (2013). <http://dx.doi.org/10.1016/j.crci.2013.11.004>
- [2] I. Koudous, S. Both, G. Gudi, H. Schulz, J. Strube. Process design based on physicochemical properties for the example of obtaining valuable products from

plant based extracts. C. R. Chimie (2013).
<http://dx.doi.org/10.1016/j.crci.2013.11.003>

- [3] Tegtmeier, M. (2012). Plant Extraction: Key Technology for Sustained Use of Bio-Ressources; Chemie Ingenieur Technik 84 (6)
- [4] Chem. Ing. Tech. 2014, 86, No. 5, 1–9; Efficient Engineering and Production Concepts for Products in Regulated Environments – Dream or Nightmare?, Jochen Strube, Reinhard Ditz, Holger Fröhlich, Dirk Köster, Thomas Grützner, Jörg Koch, and Rüdiger Schütte, DOI: 10.1002/cite.201300081
- [5] http://www.processnet.org/en/Plant+based+Extracts+_+Products+and+Processes-p-222.html



Market, trends and applications of phytoextracts produced by supercritical CO₂

M. Klasik, N. Igl, A. Wuzik

NATECO₂ GMBH & Co. KG, Auenstr. 18-20, 85283 Wolnzach, Germany
contact@NATECO2.de, Phone: (+49) 8442-660, www.NATECO2.de

Introduction

NATECO₂ installed the first industrial plant for CO₂ extraction already over four decades ago. In the meantime a great variety of natural substances are refined using supercritical (sc) CO₂ in tons scale as well as numerous R&D trials have been conducted. But next to the classical extraction process also new applications and trends for critical fluids appear on the market to gain high-valuable phytoextracts.

Market figures

Actually approx. 170 companies are engaged in scCO₂ processes and the global market is increasing. The preferred fields of application can be found in the food & beverage, cosmetic and pharmaceutical industries. Thus for the scCO₂-extraction of plant materials a growth rate of over 25 % from 2013 to 2018 is predicted, whereas alternative extraction technologies show significant lower rates.

Trends and applications

Due to ongoing globalization, purification procedures gain more and more importance and the reduction of pesticides or odors by scCO₂ is of increasing interest. Additionally individual customer requirements are rising and therefore product diversity, supplementary certifications and services are essential. Consequently tailor-made solutions can be generated by using new technologies and coupling their respective capabilities adapted to product or process requirements.

Accordingly the application of ultra-high pressure of around 1000 bar enables the economic extraction of up till now challenging plant ingredients. Thus antioxidants like the carotenoid luteine from calendula, anti-inflammatory triterpenes from barks or even anti-cancerogenic polyphenols from hops become extractable. Also continues rectifications or the creation of well defined powders are economically realizable by using novel critical fluid technologies.

Conclusion

Detailed market figures and data based on actual studies and internal long-lasting industrial experience of using supercritical fluids will be presented in the respective lecture. Furthermore innovative technologies related to scCO₂, their field of application and first results will be demonstrated.



Modellbasierte systematische Auslegung der Extraktion und Aufreinigung von 10-Deacetylbaecatin III aus *Taxus baccata*

I. Koudous, M. Sixt, J. Strube

Institute for Separation and Process Technology,
Clausthal University of Technology, 38678 Clausthal-Zellerfeld, Germany

Der Bedarf an natürlichen, aus Pflanzen gewonnenen Produkten in den Bereichen Lebensmittel, Duft- und Aromastoffe sowie der Pharmazie ist seit vielen Jahren stetig im Wachstum [1]. Um diesen Bedarf auch in Zukunft decken zu können, sind Verbesserungen in der Extraktion und der anschließenden Verarbeitung der wertgebenden Komponenten unabdingbar. So stellt beispielsweise 10-Deacetylbaecatin III, welches aus der Europäischen Eibe (*Taxus baccata* L.) gewonnen wird, einen wichtigen Rohstoff zur halbsynthetischen Herstellung des Krebsmedikaments Paclitaxel dar.

In dieser Arbeit soll im Rahmen einer Prozessauslegung ein methodisches Vorgehen zur Extraktion und Aufreinigung von 10-Deacetylbaecatin III als typisches Beispielsystem dargestellt werden. Hierzu hat sich die Kombination aus Stoffdatenbestimmung und der modellbasierten Auslegung der Apparate als optimal herausgestellt. Der Ansatz beinhaltet quantenchemische Berechnungsmethoden mittels COSMO-RS [2] zur Bestimmung relevanter Stoffdaten [3], wie beispielsweise der Löslichkeit. Die ermittelten Daten zur Löslichkeit fließen ebenfalls in die Auslegung des Aufreinigungsprozesses ein. Ein valides physikochemisches Modell der Feststoffextraktion beruhend auf dem DPF-Modell (Distributed Plug Flow) [4] und einem modifizierten Porendiffusionsmodell, wird zur Optimierung der Extraktion eingesetzt.

Die experimentelle und modellbasierte Prozessentwicklung soll dargestellt und diskutiert werden. Durch eine Kostenabschätzung erfolgt der Vergleich zwischen bereits vorhandenen und dem in dieser Arbeit neu entwickelten Prozess.

Literatur

- [1] Kaßing, M. et al.: *Chem. Eng. Technol.* 2012, 35 (1), 109-132
- [2] Klamt, A. et al.: *J. Chem. Soc. Perkin Trans. 2.* 1993, 799-805
- [3] Koudous, I. et al. : *C. R. Chimie* 2014, 17 (3), 218-231
- [4] Both, S. et al.: *Chem. Eng. Technol.* 2013, 36 (12), 1-13



Extraktive Gewinnung von pflanzlichen Wirkstoffen durch innovativen Technologien

S. Bachtler, H.-J. Bart

Lehrstuhl für Thermische Verfahrenstechnik, TU Kaiserslautern, Deutschland
Email: bart@mv.uni-kl.de

Für die Gewinnung und Nutzung von pflanzlichen Wirkstoffen steigt seit jeher das pharmakologische, lebensmitteltechnologische und kosmetische Interesse [1]. Historisch bedingt werden extraktive Prozesse, wie die Fest/Flüssig-Extraktion, durch die geeignete Auswahl an Extraktionsmitteln und Betriebsparametern je nach Beschaffenheit von Pflanze und Wirkstoff im diskontinuierlichen oder kontinuierlichen Rührkessel oder Perkolator empirisch ausgelegt. Aufgrund von geringen Ausbeuten und niedriger Selektivität, welche vor allem durch die biologischen, aber auch chemischen und physikalischen Eigenschaften festgelegt sind, ist ein Einsatz von hocheffizienten Technologien und innovativen Prozessmethoden erforderlich. Hierbei sind die Kenntnisse der Extraktionskinetik und des Pseudo-Gleichgewichts zur späteren Apparateauslegung und dabei die Implementierung von innovativen Technologien, wie Mikrowelle, Ultraschall, Hochspannungsimpulse und Kombinationen von diesen von großem Interesse.

In der vorliegenden Arbeit werden als beispielhafter Anwendungsfall rote Weinrebenblätter (*Vitis vinifera*), welche als sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe polyphenolische Verbindungen wie Flavonoide, Flavone, Anthocyane, Tannine und Resveratrol enthalten, verwendet. Für die optimale Probenvorbereitung werden die Wirkstoffe lokalisiert und die roten Weinrebenblätter durch verschiedene Methoden in Bezug auf die Extraktionsausbeute vorbehandelt. Des Weiteren werden Ergebnisse von vollautomatischen Screening-Versuchen (durchgeführt mit Hilfe eines Extraktionsroboters, Fa. Zinsser Analytic) im Vergleich zu einer 1 L-Standardanlage dargestellt. Hierzu werden verschiedene konventionelle Extraktionsmittel, angepasst an die biologische Matrix, verwendet. Um die komplex aufgebaute Membran der Pflanzenzellen für den diffusiven Stofftransport zu permeabilisieren oder zu zerstören, werden die intensivierenden Technologien (Mikrowelle, Ultraschall, Hochspannungsimpulse, etc.) in ihrer Extraktionskinetik im Vergleich zu einer Standardextraktion im Rührkessel diskutiert. Hierbei wird die Extraktionsausbeute mit Hilfe der Folin-Ciocalteu Methode [2] als Summe der Polyphenole und mittels HPLC zur Bestimmung des Anthocyan- und Flavonoid-Gehaltes in den roten Weinrebenblättern ermittelt.

Ziel ist es letztendlich verfahrenstechnische Erkenntnisse aus den experimentellen Untersuchungen abzuleiten, umso tiefergehende Einblicke in den Stofftransport, insbesondere zur Standardisierung der Prozessauslegung für Naturstoffextraktionen zu erhalten.

Literatur

- [1] H.-J. Bart, in *Industrial scale natural products extraction*, Vol. 1 (Eds: H.-J. Bart, S. Pilz), Wiley-VCH. Weinheim **2011**.
- [2] E. A. Ainsworth, K. M. Gillespie, *Nat Protoc* **2007**, 2 (4), 875.



Pektin: Vom klassischen Biorecycling zum funktionellen Lebensmittelinhaltsstoff

Sebastian Schalow, Friederike Gutöhrlein und Stephan Drusch*

Technische Universität Berlin, Fakultät III Prozesswissenschaften, Institut für Lebensmitteltechnologie und Lebensmittelchemie, Fachgebiet Lebensmitteltechnologie und –materialwissenschaften, Königin-Luise-Straße 22, D-14195 Berlin
Email*: s.schalow@tu-berlin.de

Hinter dem Sammelbegriff „Pektin“ verbirgt sich eine heterogene Gruppe von Polysacchariden, welche vorrangig in den Zellwänden höherer Pflanzen vorkommen und dort im Verbund mit Hemicellulosen und Cellulose eine wichtige Rolle beim Strukturerehalt pflanzlicher Gewebe spielen [1]. Pektine können prinzipiell aus verschiedenen Rohstoffen isoliert werden, wobei als wichtigste Quellen für die industrielle Pektinengewinnung die Schalen von Citrusfrüchten sowie die festen Rückstände der Apfelsaftherstellung (Trester) zu nennen sind [2] und damit ein klassisches Beispiel für die Nebenproduktverwertung im Bereich der Lebensmittelverarbeitung darstellen. Die notwendigen technologischen Prozesse basieren im Wesentlichen auf der Extraktion des jeweiligen Rohmaterials, gefolgt von der Fällung, Aufreinigung, Trocknung und Standardisierung der isolierten Pektine [3]. Des Weiteren können durch gezielte Modifizierung (Entesterung, Amidierung) Pektine mit unterschiedlichsten Funktionalitäten hergestellt werden, die eine breite Palette an Applikationsmöglichkeiten für den Lebensmittelsektor bieten. Dazu zählt traditionell vor allem die Herstellung von Konfitüren, Fruchtzubereitungen, Süßwaren und Milchprodukten, wo sie als Gelbildner sowie Viskositäts- und Texturgeber dienen [4].

Neuere Forschungsarbeiten fokussieren zudem auf die emulgierenden Eigenschaften von Pektinen [5, 6]. Insbesondere sind Zuckerrübenpektine aufgrund ihrer spezifischen molekularen Feinstruktur (höherer Anteil an Proteinen sowie Anwesenheit von Ferulasäure- und Acetylgruppen) geeignet, Öl-Wasser-Grenzflächen zu stabilisieren. Daraus resultiert unter anderem die Möglichkeit, in Kombination mit Sprühtrocknungsverfahren oxidationsempfindliche Öle, reich an mehrfach ungesättigten Fettsäuren, in einfachen Lebensmittelmatrixen zu mikrokapseln [7].

Weiterhin finden Pektine auch im Nicht-Lebensmittelbereich, z.B. in Kosmetika, oder in der Pharmaindustrie Anwendung. So ist deren ernährungsphysiologische Wirkung als löslicher Ballaststoff weithin anerkannt. Aktuelle Studien deuten jedoch darauf hin, dass bestimmte niedermolekulare (modifizierte) Pektine zudem in der Lage sind, spezifisch an solche Proteine zu binden, die eine zentrale Rolle in der Karzinogenese spielen [8].

Der vorliegende Beitrag gibt einen in tieferen Einblick in Herkunft, Gewinnung und Anwendung von Pektinen im Bereich der modernen Lebensmitteltechnologie. Anhand aktueller Forschungsergebnisse werden Nutzungspotentiale alternativer Rohstoffquellen (Leguminosen) und Extraktionsverfahren für die Pektingewinnung näher beleuchtet. Des Weiteren werden Möglichkeiten zur gleichzeitigen Wertstoffgewinnung aus den dabei anfallenden Nebenprodukten (Faserstoffe) dargestellt und damit Wege für eine nachhaltigere Nutzung sowie erhöhte Wertschöpfung bei der Verarbeitung pflanzlicher Lebensmittel aufgezeigt.

Literatur

- [1] Voragen, A. G. J., Pilnik, W., Thibault, J. F., Axelos, M. A. V., Renard, C. M. G. C. (1995) Pectins. In: Stephen, A. M. (ed.) Food polysaccharides and their applications. Marcel Dekker Inc., New York, 287-339.
- [2] Thibault, J.-F., Ralet, M.-C. (2003) Physico-chemical properties of pectins in the cell walls and after extraction. In: Voragen, F., Schols, H., Visser, R. G. F. (eds.) Advances in Pectin and Pectinase Research, Springer Science+Business Media Dordrecht, pp. 91-105
- [3] Rolin, C. (2002) Commercial pectin preparations. In: Seymour, G. B., Knox, J. B. (eds.) Pectins and their manipulation. CRC Press Blackwell Publishing, Oxford, 222-241
- [4] May, C. D. (1990) Industrial pectins: sources, production and applications. Carbohydrate Polymers, 12, 79-99
- [5] Ngouémazon, E. D., Christiaens, S., Shpigelman, A., Van Loey, A., Hendrickx, M. (2015) The emulsifying and emulsion-stabilizing properties of pectin: a review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 14, 705-718
- [6] Schmidt, U. S., Schmidt, K., Kurz, T., Endreß, H.-U., Schuchmann, H. P. (2015) Pectins of different origin and their performance in forming and stabilizing oil-in-water-emulsions. Food Hydrocolloids, 46, 59-66
- [7] Drusch, S. (2007) Sugar beet pectin: A novel emulsifying wall component for microencapsulation of lipophilic food ingredients by spray-drying. Food Hydrocolloids, 21, 1223-1228
- [8] Maxwell, E. G., Belshaw, N. J., Waldron, K. W., Morris, V. J. (2012) Pectin – an emerging new bioactive food polysaccharide. Trends in Food Science & Technology 24, 64-73



Faserreiche Nebenprodukte der Pflanzenextraktion als Rohstoffquelle für Verpackungen und verstärkte Kunststoffe

Stefan Hanstein^{}, Carsten Gellermann*

Fraunhofer-Projektgruppe für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie IWKS in Alzenau und Hanau, Brentanostraße 2, 63755 Alzenau
^{*}Email: stefan.hanstein@isc.fraunhofer.de

Faserreiche Nebenprodukte der Pflanzenextraktion werden für Anwendungen in der Nahrungsmittel-, Papier- und Kunststoffindustrie genutzt. Daneben werden jedoch erhebliche Mengen immer noch der Kompostierung zugeführt. Für eine stoffliche Nutzung der Fasern sind ökonomische Verfahren zur Stabilisierung des Materials wichtig, zu denen ein kurzer Überblick gegeben wird. Für diverse biogene Reststoffe hat die Papiertechnische Stiftung die Aufarbeitung zu Faserqualitäten gezeigt, die für die Herstellung von Papier und Karton geeignet sind [1]. Die Aufarbeitung beinhaltet das Entfernen von Begleitsubstanzen und die Zerfaserung in flüssigem Medium. Für die weiteren Verwendungsmöglichkeiten in Kunststoffen sind die ISO-konforme Bestimmung der Fasermorphologie, die Messung der Hitzebeständigkeit und der chemischen Zusammensetzung bedeutsam. Mithilfe von darauf abgestimmten Extrudern werden die Pflanzenfasern in Kunststoffe mit geeigneter Schmelztemperatur eingearbeitet. Auf dem Kunststoffmarkt sind beispielsweise faserverstärkte Thermoplaste erfolgreich, in denen Fasern aus Reishülsen oder aus den Schalen von Sonnenblumenkernen die mechanischen Eigenschaften verbessern.

Auch wenn das biogene Material keine Fasern liefert, bleiben zwei weitere Wertschöpfungsoptionen: (1) Für Hemicellulosen werden derzeit kommerzielle Anwendungen im Bereich der Barrierschichten auf Verpackungsmaterial erschlossen. Für die industrielle Gewinnung von Hemicellulosen aus Haferspелzen mittels alkalischer Extraktion und alkoholischer Fällung wurden in einem FNR-Verbundprojekt (FKZ 22008606) Herstellungskosten unter 2 € ermittelt. Für die Kontrolle der Hemicellulose-Zusammensetzung haben sich chromatographische Verfahren bewährt, die sowohl für die Zuckermonomere als auch für die aromatischen Substituenten feine Unterschiede zwischen Pflanzenmaterialien erfassen [2]. (2) Für Cellulose wird derzeit ein chemikalienfreies Verfahren zur Gewinnung von Nanocellulose auf dem europäischen Markt eingeführt, in dem pulverisiertes Material mittels Hochdruckwasserstrahl in Nanocellulose zerlegt wird. Der Einsatz von Nanocellulose in Papierprodukten, verstärkten Kunststoffen und in medizinischen Produkten stellt nach Einschätzungen aus der Zellstoff- und Chemie-Branche einen Zukunftsmarkt dar.

Literatur

- [1] Dietz, W., Steger, L., Schütt, F., und S. Schramm 2014: Ersatz klassischer Faserstoffe durch biogene Reststoffe. *Wochenblatt für Papierfabrikation* 5:267-273
- [2] Uddin, N., Hanstein, S., Faust, F., Eitenmüller, P., Pitann, B., und S. Schubert 2014: Diferulic acids in the cell wall may contribute to the suppression of shoot growth in the first phase of salt stress in maize. *Phytochemistry* 102: 126-136.



OrCaCel - OrganoCat plant and pulping combinations for the full valorisation of lignocellulose from marginal land grown perennial plants

*T. Damm*¹, *P. M. Grande*², *N. D. Jablonowski*³, *P. Domínguez de María*²,
B. Usadel^{1,3}, *U. Schurr*³, *W. Leitner*^{2,4}, *H. Klose*^{1*}

¹Institute of Botany and Molecular Genetics IBMG, RWTH Aachen University, Germany;

²Institute for Technical and Macromolecular Chemistry ITMC, RWTH Aachen University, Germany;

³Institute of Bio- and Geosciences, IBG-2: Plant Sciences, Research Center Jülich, Germany;

⁴Max-Planck-Institut für Kohlenforschung, 45470 Mülheim an der Ruhr, Germany

Email*: h.klose@bio1.rwth-aachen.de

For a reliable and sustainable production of bio-based chemicals and fuels, the development and enhancement of next generation bio-refineries is of great importance. Lignocellulose represents a valuable resource for these purposes but the full valorisation of lignocellulosic residues is a crucial step to obtain ecological and economic figures. The recently developed OrganoCat process is a promising alternative to deliver non-degraded fractions of the three main carbon components of lignocellulose. The OrCaCel project aims to combine plant science with analytics and chemical engineering to adapt the OrganoCat process for different types of plant biomass obtained from perennial plants growing in low-input production to minimize environmental footprint. Avoiding the competition with food and feed, alternative cultivation strategies such as usage of marginal lands is essential for a sustainable biomass valorisation. An important aspect is the effect of cultivation and harvesting conditions of the biomass and if it affects the composition of the produced biomass and thus the subsequent disintegration and fractionation. Within the OrCaCel project we focus on perennial plants such as *Sida hermaphrodita* and *Silphium perfoliatum*, which can be cultivated on marginal lands and produce high amounts of biomass. Especially favourable, these plants are not competing with food or feedstock, e.g. corn or sugar beet. Plants are monitored over a complete life cycle and feedstock qualities were determined by the ratios of the main cell wall components (e.g. pentose-hexose ratio, cellulose-hemicellulose–lignin ratio) in a particular harvest, i.e. plant development stage. The project integrates cultivation of biomass and disintegration of lignocellulose to develop an overall improved production-utilisation system. To understand the influence of growth stages on the perennial plant biomass, compositional analyses were conducted. These facilitate the selection of the appropriate harvest time point to obtain the most suitable biomass composition for the OrganoCat process. Vice versa, the pre-treatment efficiency and the fractionation of the OrganoCat process was improved.

Literatur

- [1] Grande, P., Viell, J., Theyssen, N., Marquardt, W., Domínguez de María, P., Leitner, W. (2015) Fractionation of lignocellulosic biomass using the OrganoCat process. *Green Chem.*, 2015, 17:3533



Verwertung von Reststoffen aus der Kaffeeproduktion als Kohlenstoffquellen in der fermentativen Milchsäureproduktion

*Daniel Pleissner**, *Anna-Katrin Neu*, *Joachim Venus*[#]

Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e. V., Abteilung Bioverfahrenstechnik,
Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam
Email*: dpleissner@atb-potsdam.de, Email[#]: jvenus@atb-potsdam.de

Weltweit fallen bei der Kaffeeproduktion 15 Millionen Tonnen Reststoffe (z.B. Schleimschicht und Pulpe) pro Jahr an. Ziel der Studie war es, diese Reststoffe auf ihre Eignung als Substrate (C-Quelle) in der fermentativen Milchsäureproduktion hin zu untersuchen. Pulpe bildet das faserhaltige Fruchtfleisch der Kaffeekirsche, welches die Kaffeebohnen umschließt. Die Schleimschicht hingegen ist flüssig und weist eine hohe Zuckerkonzentration auf.

Die getrocknete Pulpe wurde zunächst gemahlen, um die Fasern für die Hydrolyse zugänglich zu machen. Mittels chemisch-thermischer Hydrolyse mit $0,18 \text{ mol L}^{-1} \text{ H}_2\text{SO}_4$ für 30 min bei 121°C und anschließender enzymatischer Hydrolyse mit Accelerase®1500 konnten 87,9% der theoretisch vorhandenen Zucker verfügbar gemacht werden. Die Schleimschicht bedurfte keiner Vorbehandlung. In der flüssigen Schleimlösung wurde eine Gesamtzuckerkonzentration von ca. 60 g L^{-1} und eine Glucosekonzentration von 22 g L^{-1} gemessen. Die Fermentationen wurden für beide Substrate mit thermotoleranten Milchsäurestämmen im Batchverfahren und mit Hefextrakt als zusätzliche Stickstoffquelle durchgeführt.

Die höchste Milchsäurekonzentration für Schleim als Substrat wurde für den *Bacillus coagulans* Stamm A107 mit $40,4 \text{ g L}^{-1}$ bei einer maximalen volumetrischen Produktivität von $5,1 \text{ g L}^{-1} \text{ h}^{-1}$ erzielt. *B. coagulans* Stamm A116 erzielte mit Pulpe als Substrat eine maximale Milchsäurekonzentration von $45,6 \text{ g L}^{-1}$ bei einer maximalen volumetrischen Produktivität von $3,4 \text{ g L}^{-1} \text{ h}^{-1}$. Es konnte weiterhin gezeigt werden, dass die Milchsäureproduktion von Schleim keine Zugabe von Hefextrakt benötigt, um vergleichbare Konzentrationen zu erhalten. Nach der Aufreinigung der Milchsäure mittels Mikro- und Nanofiltration, Elektrodialyse und Ionenaustauscher, und anschließender Aufkonzentrierung konnte eine Milchsäurelösung mit einer Konzentration von 930 g L^{-1} und einer optischen Reinheit von 99,8% für L(+)-Milchsäure erhalten werden.

Die Studie konnte das Potenzial von Kaffeereststoffen als alternative Kohlenstoff- aber auch Stickstoffquellen in der fermentativen Milchsäureproduktion aufzeigen. Die Ergebnisse bilden die Grundlage für die Entwicklung von Prozessen, um Reststoffe gewinnbringend zu verwerten.



Improving dietary glucosinolate production, processing and characterization of potential health effects for the prevention of colon cancer

Inga Mewis¹, Hansruedi Glatt², Regina Brigelius-Flohe², Michael Blaut²,
Sascha Rohn³, Lothar Kroh⁴, Dietrich Knorr⁵, Melanie Wiesner⁶, Monika Schreiner⁶

¹Julius-Kühn Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Berlin;

²Deutsches Forschungsinstitut für Ernährungsforschung, Potsdam-Rehbrücke;

³Universität Hamburg, Fachbereich Chemie, Hamburg;

⁴Technische Universität Berlin, Institut für Lebensmitteltechnologie und Lebensmittelchemie, Berlin;

⁵Technische Universität Berlin, Lebensmittelbiotechnologie und –prozessechnik, Berlin;

⁶Leibniz-Institut für Gemüse und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt e.V., Großbeeren

The joint interdisciplinary BMBF-funded project focused on the identification of factors influencing the biosynthesis of glucosinolates (GS) in plants, on the design and optimization of food processing procedures stabilizing GS, and on the characterization of mechanisms underlying the molecular effects of GS and their metabolites in cellular systems and animal models. Results on the crops plants *Brassica italica* (broccoli) and *Brassica chinensis* (pak-choi) provide new insights in nutrition-based strategies for an effective prevention of colon cancer. GS are the characteristic secondary plant metabolites in the order Brassicales. After tissue damage the GS come in contact with the enzyme myrosinase and the hydrolysis products are released with the actual biological activities. UV-B and methyl jasmonate elicited expression of CYP450 monooxygenases belonging to the CYP79 and CYP83 gene family and especially methylthioalkyl or indole GS accumulated in broccoli and pak-choi sprouts respectively. Differently treated sprouts with resulting distinct GS profile were mixed in diets and used in *in vitro* and *in vivo* studies. The bioactivity of GS in control and elicited broccoli (glucoraphanin: GRA) and pak-choi (neoglucobrassicin: nGBS) sprouts was investigated in a model of inflammation-triggered colon carcinogenesis. Both, colitis and tumor number, were drastically reduced after feeding the GS-rich pak-choi diet while the other three diets had no effect. Levels of 1-methoxyindolyl-3-methyl-histidine adducts derived from neoglucobrassicin were highest in the GS-rich pak-choi group and were absent in germ-free mice. In the colon, the GS-rich broccoli and the GS-rich pak-choi diet up-regulated the expression of different sets of typical Nrf2 target genes. In regard to food processing, GS have been found to be temperature dependent, whereby this effect was promoted by alkaline conditions. Thereby nitriles as hydrolysis products were dominantly produced and only little amounts of isothiocyanates. Huge quantities of GS can be mined from plant material after myrosinase inactivation by steaming and processing in a decanter centrifuge by using 50% ethanol. Overall the results revealed protective and adverse effects of GS.



Der Wunderbaum *Moringa oleifera* – Ideale Quelle für aromatische Glucosinolate mit antikanzerogenem Potential

Nadja Förster^{1*}, Christian Ulrichs¹, Hansruedi Glatz^{2,3}, Michael Haack²,
Regina Brigelius-Flohé², Inga Mewis⁴

¹Humboldt-Universität zu Berlin, Urbane Ökophysiologie der Pflanzen;

²Deutsches Institut für Ernährungsforschung Potsdam – Rehbrücke;

³Bundesinstitut für Risikobewertung, Abteilung Lebensmittelsicherheit, Berlin;

⁴Julius Kühn-Institut Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz

*Email: nadja.foerster@hu-berlin.de

Moringa oleifera ist eine Baumart, welche ursprünglich aus dem Sub-Himalaya-Gebirge stammt, heute in den Tropen und Subtropen jedoch weit verbreitet ist. Neben der Verwendung als Nahrungsmittel, wird *M. oleifera* als traditionelle Heilpflanze genutzt. Analysen verschiedener Autoren zeigten, dass wässrige, ethanolische sowie methanolische Blattextrakte ein antioxidatives, entzündungshemmendes sowie antikanzerogenes Potential besitzen. Ähnliche Effekte wurden auch nach einem erhöhten Verzehr von *Brassica*-Arten, so z. B. *Brassica oleracea* var. *italica*, dem Brokkoli, beobachtet. Ein erhöhter Verzehr dieser Gemüse wurde mit einem verminderten Risiko an Krebs zu erkranken in Verbindung gebracht. Das antikanzerogene Potential wird auf die in der Pflanze enthaltenen sekundären Inhaltsstoffe, die Glucosinolate, zurückgeführt. Da *M. oleifera* Glucosinolate mit einer seltenen Molekularstruktur besitzt und diese in der Pflanze in sehr hohen Konzentrationen vorliegen, wird vermutet, dass die beschriebenen heilenden Effekte von *M. oleifera* auf diese Glucosinolate zurückgeführt werden könnten.

Zur Verifizierung des antikanzerogenen Potentials wurden in dieser Studie die zwei Hauptglucosinolate aus den Blättern von *M. oleifera*, α -4-Rhamnopyranosyloxy-Benzylglucosinolat und ein Isomer des Acetyl- α -4-Rhamnopyranosyloxy-Benzylglucosinolates, extrahiert, purifiziert und fraktioniert. Folgend wurden die bioaktiven Eigenschaften dieser Glucosinolate in *in vitro* Bioassays getestet. Hierbei wurden die Effekte auf die Promotoren von zwei Nrf2-Zielgenen, NAD(P)H:Chinon-Oxidoreduktase 1 (*NQO1*), Glutathionperoxidase 2 (*GPX2*), in Reporterassays analysiert. Diese Gene kodieren für Enzyme, welche, wenn induziert, anti-inflammatorische und/oder antikanzerogene Effekte vermitteln können. Bereits bei einer Konzentration von 1 μ M hydrolisiertem Glucosinolat von *M. oleifera* konnte ein signifikanter Anstieg der Genpromotoraktivität festgestellt werden. Des Weiteren wurde der Einfluss der Glucosinolate von *M. oleifera* auf die Genexpression von *NQO1* und *GPX2* mittels real time-PCR untersucht. Alle Ergebnisse weisen darauf hin, dass die Glucosinolate von *M. oleifera* ein antikanzerogenes Potential besitzen.



Einfluss einer N-Spät Düngung unter verschiedenen N-Versorgungsstufen auf die Proteinmenge und Proteinzusammensetzung in Winterweizen

A. Roßmann und K. H. Mühling

Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel,
Hermann Rodewald Straße 2, 24118 Kiel

Weizen stellt nach Reis das wichtigste Nahrungsmittel weltweit dar. Ein Großteil der Produktionsmenge findet in der Herstellung von Backwaren Verwendung. Dabei ist die Backqualität, welche durch die Proteinzusammensetzung maßgeblich beeinflusst wird, von entscheidender Bedeutung. Im Rahmen dieser Untersuchung wurde geprüft, welchen Einfluss eine späte N-Düngung im Winterweizen auf die Speicherproteinmenge sowie deren Zusammensetzung und somit auf die bäckereitechnologischen Eigenschaften des Mehls hat. Es wird angenommen, dass die späte N-Applikation nur bei geringer N-Versorgung einen Effekt auf die Proteinzusammensetzung hat.

In einem Mitscherlich-Gefäßversuch mit der Sorte JB Asano wurden unter weitestgehend natürlichen Bedingungen in fünffacher Wiederholung vier Gesamt-N-Mengen getestet. Die Düngung wurde jeweils in zwei bzw. drei Applikationen (EC 01, EC 31/32, EC 49) durchgeführt. Es ergeben sich daraus folgende acht Düngungsstufen: DS 1: 0,75-0,05-0; DS 2: 0,75-0,025-0,025; DS 3: 0,75-0,25-0; DS 4: 0,75-0,125-0,125; DS 5: 0,75-0,45-0; DS 6: 0,75-0,225-0,225; DS 7: 0,75-0,65-0; DS 8: 0,75-0,325-0,325 (sämtliche Angaben in g N/Gefäß). Es wurden Ertragsparameter erhoben sowie die N-Mengen im Pflanzenmaterial mittels Massenspektrometer ermittelt. Weiterhin wurden die Speicherproteine aus dem Mehl extrahiert und mittels SDS-PAGE nach ihrem Molekulargewicht aufgetrennt.

Weder die N-Menge noch die Anzahl der Applikationen hatte einen signifikanten Einfluss auf den Kornertrag. Allerdings führte ein steigendes N-Angebot zu erhöhten Proteinkonzentrationen im Weizenkorn. Wie erwartet hatte die geteilte N-Düngung lediglich in der niedrigsten N-Stufe einen positiven Einfluss auf die Proteinkonzentration. Die Menge der Gliadine wurde durch die N-Düngung nicht signifikant beeinflusst, die Menge der Glutenine stieg jedoch mit steigenden N-Angebot leicht an. In der Glutenin-Fraktion wurden durch die N-Steigerung 6 von 21 Proteinbanden signifikant in ihrem Anteil an der Fraktion erhöht. 4 Proteinbanden wurden mit steigenden N-Angebot signifikant reduziert. Von den 16 Gliadin-Banden wurden mit steigenden N-Angebot 3 Banden in ihrem Anteil an der Gliadin-Fraktion signifikant erhöht, 4 Banden wurden in ihrem Anteil reduziert. Die Bewertung dieser Ergebnisse mit Hilfe von Backtests und 2D-SDS-PAGE steht noch aus.

Aus den bisher vorliegenden Ergebnissen kann geschlossen werden, dass eine qualitätsorientierte, späte N-Düngung lediglich bei geringer N-Versorgung einen positiven Effekt auf die Proteinkonzentration im Weizenkorn hat. Ein Effekt der späten N-Applikation auf die Proteinzusammensetzung ist vermehrt innerhalb der Gliadin-Fraktion zu beobachten.



Variabilität der Antioxidativen Kapazität von *Origanum vulgare* L. in Abhängigkeit von Herkunft und Lichtintensität

Feng Yan, Marzieh Shafiee-Hajiabad und Bernd Honermeier

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung I, Professur für Pflanzenbau,
Justus-Liebig-Universität Gießen, Schubertstraße 81, D-35392 Gießen

Oregano (*Origanum vulgare* L.) ist eine Gewürzpflanze, die für die Zubereitung von Lebensmitteln verwendet wird. Die Qualität von Oregano wird hauptsächlich von dem Gehalt an ätherischem Öl und dessen Zusammensetzung bestimmt. Darüber hinaus weist Oregano auch einen hohen Gehalt an phenolischen Verbindungen auf, die als natürliche Antioxidantien für die Lebensmittelherstellung und für die gesunde Ernährung des Menschen an Bedeutung gewinnen. Als phenolische Verbindungen kommen in Oregano Phenolsäuren (vor allem Rosmarinsäure und Kaffeesäure) und Flavonoide vor. Der Gehalt dieser antioxidativ wirkenden Verbindungen in Oregano hängt sehr stark vom Genotyp sowie von den Anbaubedingungen ab.

Um einen Überblick über die Variabilität der Gehalte an Antioxidantien in Oregano zu gewinnen, wurden in einem Gefäßversuch insgesamt 42 Akzessionen aus der Genbank des IPK Gatersleben untersucht. Die untersuchten Akzessionen lassen sich fünf verschiedenen Subspezies zuordnen. Die antioxidative Kapazität der Krautproben wurde mit zwei Methoden erfasst: ORAC (oxygen radical absorbance capacity) und Gesamtphenolgehalt (TPC, total phenolic content). Weiterhin wurde der Gehalt an Rosmarinsäure und ätherischem Öl bestimmt.

Innerhalb der 42 Akzessionen variierten die ORAC-Werte von minimal 1,6 mmol TE/g TM (Akzession 43) bis maximal 3,4 mmol TE/g TM (Akzession 50). Die Rosmarinsäuregehalte der Proben lag in der Spannweite von 7,2 mg/g TM bis 41 mg/g TM. Eine sehr hohe Variation war auch im Gehalt an ätherischem Öl zu beobachten (von 0,04% bis 3,84%). Zwischen den *Origanum*-Subspezies bestanden signifikante Unterschiede in den Gehalten an Rosmarinsäure und ätherischem Öl sowie in der antioxidativen Kapazität (ORAC, TPC). Die nachgewiesenen Unterschiede an ätherischem Öl können auf die spezifische Dichte der glandulären Trichome in den *Origanum*-Blättern zurückgeführt werden. Zwischen den ORAC-Werten und TPC-Werten bestand eine lineare Korrelation ($r=0,60$, $n=352$).

In einem weiteren Gefäßversuch wurde der Einfluss der Lichtintensität auf die Qualität von *Origanum* untersucht. Es wurde beobachtet, dass der Einfluss der Lichtintensität auf ORAC, TPC, Rosmarinsäure-Gehalte und Gehalt an ätherischem Öl sehr stark vom Genotyp abhängig ist.

Insgesamt zeigen die Untersuchungsergebnisse eine große Variabilität der antioxidanten Kapazität innerhalb von *Origanum vulgare* L., die in der Selektion und Züchtung sowie in der Kultivierung von Origanum berücksichtigt werden sollte.



Stress-induzierte Steigerung der Produktqualität von nachwachsenden Rohstoffen am Beispiel von Arznei- und Gewürzpflanzen

Elke Bloem^{1}, Silvia Haneklaus¹, Maik Kleinwächter², Jana Paulser², Dirk Selmar², Ewald Schnug¹*

¹Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde, Braunschweig;
²TU Braunschweig, Institut für Pflanzenbiologie, Braunschweig
Email*: elke.bloem@jki.bund.de

Wenn Pflanzen unter Stress geraten, finden Veränderungen im Primär- und Sekundärmetabolismus statt, die sich direkt auf die pflanzliche Qualität auswirken. So weisen Gewürzpflanzen aus dem mediterranen Klima häufig ein stärkeres Aroma auf als heimische Kräuter, was vermutlich auf Trockenstress in Verbindung mit höherer Sonneneinstrahlung zurückzuführen ist. Im vorliegenden Beitrag wurde der Frage nachgegangen, ob die Synthese wertgebender Inhaltsstoffe durch gezielt angelegten leichten Stress erhöht werden kann. Als Versuchspflanzen dienten Thymian, Schöllkraut, Kapuzinerkresse, Senf, Petersilie und Johanniskraut, womit verschiedene Klassen an Inhaltsstoffen erfasst wurden (ätherische Öle, Glucosinolate, Polyphenole, Alkaloide, Hypericin). Stress wurde im Gefäßversuch in Form von Trocken- und Salzstress angelegt sowie durch die Applikation der Phytohormone Methyljasmonat (MeJA) und Salicylat (SA), die beide in die Pathogenabwehr involviert sind. Die Pflanzen wurden zu unterschiedlichen Zeitpunkten geerntet und hinsichtlich ausgewählter Stressparameter sowie ihrer Inhaltsstoffe analysiert.

Die Ergebnisse zeigen, dass durch leichten Trockenstress oder MeJA-Applikation in fast allen untersuchten Pflanzen die Konzentration der jeweiligen Zielkomponente erhöht werden konnte [1, 2, 3]. Trockenstress führte jedoch zu einer reduzierten Biomasseentwicklung, so dass die Gesamtausbeute eines Stoffes durch Trockenstress nicht erhöht werden konnte. Nur durch Applikation von MeJA oder SA konnte bei einigen Pflanzen sowohl die Konzentration in der Trockenmasse als auch die Gesamtausbeute eines Wirkstoffes signifikant erhöht werden.

Literatur

- [1] Bloem, E., Haneklaus, S., Kleinwaechter, M., Paulsen, J., Schnug, E. and D. Selmar 2014: Stress-induced changes of bioactive compounds in *Tropaeolum majus* L. *Industrial Crops and Products* 60:349-359
- [2] Kleinwaechter, M., Paulsen, J., Bloem, E., Schnug, E. and D. Selmar 2015: Moderate drought and signal transducer induced biosynthesis of relevant secondary metabolites in thyme (*Thymus vulgaris*), greater celandine (*Chelidonium majus*) and parsley (*Petroselinum crispum*). *Industrial Crops and Products* 64:158-166
- [3] Paulsen, J., Kleinwaechter, M., Selmar, D., Bloem, E. and E. Schnug 2014: Beneficial Impacts of Drought Stress on the Contents of secondary metabolites in plant-derived Commodities. *Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen* 19:193-195

POSTER



High genotypic variation of cocktail tomato yield and quality under different potassium supply

Frederike Wenig¹, Marcel Naumann¹, Bernd Steingrobe², Elke Pawelzik¹ and Inga Smit^{1}*

¹Quality of Plant Products, Department of Crop Sciences, University of Göttingen, Carl-Sprengel-Weg 1, 37075 Göttingen;

²Plant Nutrition and Crop Physiology, Department of Crop Sciences, University of Göttingen, Carl-Sprengel-Weg 1, 37075 Göttingen
Email*: ismit@gwdg.de

There is evidence that potassium (K) fertilization enhances the yield of medium and large-sized tomato cultivars. Many authors observed positive effects of K fertilization on fruit color, texture, total soluble solids (TSS) and titratable acids (TA) [3, 6]. The market for small-sized cocktail tomatoes is currently growing due to their preferable taste [5] which is positively related to increasing levels of TSS and TA [1, 2, 4].

We hypothesize, that K improves yield and quality of cocktail tomatoes. In order to test our assumption, we carried out pot experiments in two consecutive years. In a pot (6 L) experiment, three cocktail tomato cultivars (Primavera, Resi and Yellow Submarine) were fertilized with five K levels (3.1, 6.3, 9.4, 12.5 and 18.7 g K/pot applied in total over 19 weeks) to find out ideal dosages for well and deficient fertilized plants. Interestingly, the K effect on yield and most quality parameters was highly cultivar specific: while Primavera and Yellow Submarine reached a yield increase of more than 100% from the lowest to the highest K dose, no response of Resi was observed. In contrast to Primavera and Yellow Submarine, Resi showed only weak K fertilization effects on fruit quality aspects. Therefore, in a second experiment we grew the cultivars Primavera and Resi with two K doses (deficient and well-fertilized). In a third treatment, we interrupted K fertilization in order to induce a response in the cv. Resi to a sudden shortage of K. In contrast to Primavera, Resi showed no yield response to K fertilization like in the first experiment. The low yielding cv. Resi seemed to be more K efficient compared to Primavera. We conclude that the effect of K on yield and quality of cocktail tomatoes depends on the cultivar.

Literatur

- [1] Beckles, D.M. (2012): Factors affecting the postharvest soluble solids and sugar content of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 63, pp 129–140.

- [2] Fontes, P.C.R., Sampaio, R.A. and Finger, F.L. (2000): Fruit Size, Mineral Composition and Quality of Trickle-irrigated Tomatoes as affected by Potassium Rates. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35, pp 21 – 25.
- [3] Hartz, T.K., Johnstone, P.R., Francis, D.M. and Miyao, E.M. (2005): Processing Tomato Yield and Fruit Quality Improved with Potassium Fertigation. *HortScience*, 40 (6), pp 1862 – 1867.
- [4] Javaria, S., Khan, M.Q. and Bakhsh, I. (2012): Effect of Potassium on chemical and sensory attributes of tomato fruit. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 22 (4), pp 1081 – 1085.
- [5] Laber, H. and Lattauschke, G. (2014): *Gemüseanbau*. 2. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart (Hohenheim)
- [6] Liu, K., Zhang, T.Q., Tan, C.S. and Astatkie, T. (2011): Responses of Fruit Yield and Quality of Processing Tomato to Drip-Irrigation and Fertilizers Phosphorus and Potassium, *Agronomy Journal*, 103 (5), pp 1339 – 1345.



Qualitätsanforderungen von kruziferen Zwischenfrüchten als Co-Substrate für die Methanproduktion

Bettina Leschhorn

Institut für Pflanzenbau & Pflanzenzüchtung I, Justus-Liebig-Universität Gießen

Einleitung

Die Bedeutung von nachwachsenden Rohstoffen (NaWaRo) hat in den letzten Jahren in Deutschland deutlich zugenommen [1]. So wurden im Jahr 2015 in Deutschland auf insgesamt fast 2,5 Mio. ha Pflanzen als NaWaRo angebaut, davon mehr als die Hälfte für die Biogasgewinnung. Somit stellt die Biogasproduktion mit über 8005 Biogasanlagen in Deutschland im Jahr 2015 einen wirtschaftlich wichtigen Produktionszweig für die Landwirtschaft dar [2].

Als Hauptsubstrat für Biogasanlagen wird in der Regel Rindergülle eingesetzt, die mit pflanzlichen Co-Substraten, hauptsächlich Mais vermischt wird. Da durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz [3] der Maisanteil seit 2012 nur noch 60 % des Co-Substrat-Einsatzes ausmachen darf, werden Alternativen gesucht. Alternative Rohstoffe für die Methanproduktion sollten daher eine ähnliche Gasausbeute wie Mais haben. Um eine gute Auslastung der Biogasfermenter über das ganze Jahr zu ermöglichen, ist eine kontinuierliche Bereitstellung der Substrate in guter Qualität erforderlich. Um dieser Forderung zu entsprechen, können auch Winter- und Sommerzwischenfrüchte genutzt werden. Zahlreiche Pflanzenarten, die als Zwischenfrüchte genutzt werden, gehören zur Familie der *Brassicaceae*, deren Biomasse Glucosinolate (GSL) unterschiedlicher Konzentration und Zusammensetzung enthält. Diese GSL werden bei Zerstörung der Zelle durch Erntevorgänge oder Insektenbefall zu Isothiocyanaten (ITC) abgebaut, welche zum Teil antimikrobielle Wirkung besitzen [5]. Ob dies auch zu einer Hemmung der Methanbildung in einem Biogasfermenter führen kann, wurde bislang nicht untersucht. Das Ziel der durchgeführten Versuche bestand deshalb darin zu untersuchen, ob kruzifere Zwischenfrüchte sich zur Methanproduktion eignen.

Material und Methoden

In den Jahren 2009 und 2010 wurden dazu vier zweifaktorielle Parzellenversuche (8 Pflanzenarten je 2 Arten, 2-N-Düngungsstufen) mit ausgewählten Zwischenfrüchten (Sommer- und Winterraps, Winter- und Chinakohlrüben, Wasserrübe, Weißen und Sareptasenf und Ölrettich) bei normaler und verzögerter Aussaatzeit durchgeführt. Die Zwischenfrüchte wurden nach einer Wachstumszeit von elf Wochen geerntet. Die entnommenen Pflanzenproben wurden gehäckselt und eingefroren. Diese Proben wurden sowohl für die Isothiocyanat-Analyse als auch für

die Batchversuche verwendet. Die Bestimmung der Isothiocyanat-Gehalte wurde mit Hilfe der GC-MS-Analyse durchgeführt. Die Methan- und Biogaserträge wurden in Batch-Versuchen nach der VDI-Richtlinie 4630 [4] ermittelt. Die Vergärung wurde im mesophilen Bereich über 24 Tage durchgeführt. Dabei wurden die Gasmenge, der Methan-Anteil und die Schwefelwasserstoff-Konzentration gemessen.

Ergebnisse und Diskussion

Die Gehalte der Zwischenfrucht-Arten an Isothiocyanaten (ITC) wurden durch die Art und Dauer der Proben-Lagerung, aber auch durch höhere Stickstoffverfügbarkeit und Frosteinwirkung während der Vegetationszeit negativ beeinflusst. Die Zwischenfrüchte wiesen je nach Versuch einen Gesamt-ITC-Gehalt von 0,0 bis maximal 1243,8 $\mu\text{mol } 100 \text{ g}^{-1} \text{ TM}$ auf. Die meisten Arten erreichten während der Versuche eine höhere oder vergleichbare Methanausbeute, wie sie auch für Mais festgestellt wurde. Mit 812 $\text{L}_n \text{ Biogas kg}^{-1} \text{ oTM}$ erreichte die Wasserrübe 'Agressa' die höchsten Gasertrag, während Mais einen Wert von 644 $\text{L}_n \text{ Biogas kg}^{-1} \text{ oTM}$ erzielte. Eine deutlich geringere Methanausbeute wurde bei den teilweise schon zur Ernte blühenden Senfsorten 'Tango' und 'Sirtaki' beobachtet. Die H_2S -Konzentrationen lagen bei den meisten Proben im Mittel zwischen 30 mg L^{-1} und 60 mg L^{-1} mit Maximalwerten von etwa 100-160 mg L^{-1} an einzelnen Messtagen. Zwischen den Pflanzenarten bzw. -sorten wurden keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Schwefelwasserstoffemissionen festgestellt, ebenso wenig konnte ein Zusammenhang zwischen Schwefelwasserstoffbildung und Methanbildung nachgewiesen werden. Insgesamt war die Biogasausbeute der kruziferen Zwischenfrüchte somit vergleichbar mit jener der Maisvariante. Es scheint, dass die Isothiocyanate und der Schwefelwasserstoff während der Fermentation keine inhibierenden Effekte auf die Gasbildung ausüben. Das Entwicklungsstadium und somit der Rohfasergehalt der Arten spielen hingegen eine entscheidende Rolle.

Es wird geschlussfolgert, dass Nutzpflanzen aus der Familie der Brassicaceae das Potenzial für hohe Methan- und Biogaserträge besitzen. Infolge des geringen TM-Gehaltes ist es empfehlenswert, diese Arten in Mischung mit Stroh oder anderen Substraten mit höherem TM-Gehalt zu verwenden.

Literatur

- [1] Fachverband Biogas, 2013: Branchenzahlen - Prognose 2013/2014. [http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen/\\$file/13-11-11_Biogas%20Branchenzahlen_2013-2014.pdf](http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen/$file/13-11-11_Biogas%20Branchenzahlen_2013-2014.pdf), Fachverband Biogas.
- [2] FNR, 2015: Entwicklung der Anbaufläche für nachwachsende Rohstoffe, Grafik der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., <https://mediathek.fnr.de/anbauflaeche-fur-nachwachsende-rohstoffe.html>, Stand: 28.01.2016
- [3] EEG, 2012: Erneuerbare-Energien-Gesetz (§27 (5) Nr.1)
- [4] VDI Richtlinie 4630, 2006: Fermentation of organic materials - Characterisation of the substrate, sampling, collection of material data, fermentation tests, VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt.
- [5] Vig, A.P., Rampal, G., Thind, T.S., Arora, S., 2009: Bio-protective effects of glucosinolates - A review. *Lwt-Food Science and Technology* 42(10): 1561-1572



Pollination as a key factor for strawberry fruit physiology and quality

A. Wietzke^{1,2}, C. Westpha², M. Kraft¹, P. Gras², T. Tscharnke², E. Pawelzik¹,
I. Smit^{1*}

¹Quality of Plant Products, Department of Crop Sciences, University of Göttingen,
Carl-Sprengel-Weg 1, 37075 Göttingen;

²Agroecology, Department of Crop Sciences, University of Göttingen,
Grisebachstrasse 6, 37077 Göttingen
Email*: ismit@gwdg.de

Insect pollination improves fruit quality [2, 5] by increasing the amount of fertilized achenes [4]. The achenes are considered to be the place of indolyl-3-acetic acid (IAA, phytohormone) formation [3] which is associated with receptacle development of non-climacteric strawberry fruits [1]. Exclusion of pollinating insects (mainly bees) bears the risk of marketable yield decline [2], which highlights the ecological and economic importance of insect pollination for strawberries. Our study evaluates the effects of pollination on IAA formation and quality parameters during strawberry fruit development and ripening. Pollination treatments included autonomous self-pollination (SP), hand pollination (HP) and open pollination (OP) by insects and wind. We harvested and analysed fruits in three developmental stages indicated by colour (green, white and red).

SP led to lowered pollination success, a non-typical phytohormone formation and a predominant share of deformed fruits (> 90%). SP plants produced the smallest and lightest fruits which reached by far the lowest commercial value. Moreover, shelf life decline of SP fruits during storage was accelerated. Compared to OP fruits, HP fruits reached the lowest ratio of total soluble solids to titratable acid, but showed no increase in commercial value calculated based on visible quality aspects. This study underlines the importance of maintaining ecosystem services like insect pollination for agricultural production.

Literature

- [1] Given NK, Venis MA, Grierson D (1988) Hormonal regulation of ripening in the strawberry, a non-climacteric fruit. *Planta* 174: 402–406.
- [2] Klatt BK, Holzschuh A, Westphal C, Clough Y, Smit I, Pawelzik E, Tscharnke T (2014) Bee pollination improves crop quality, shelf life and commercial value. *Proc. R. Soc. B* 281 (1775), 20132440.

- [3] Nitsch JP (1950) Growth and morphogenesis of the strawberry as related to auxin. *Am. J. Bot.* 37: 211–215.
- [4] Svensson B (1991) The importance of honeybee-pollination for the quality and quantity of strawberries (*Fragaria x ananassa*) in central Sweden. *Acta Hort.* 288: 260–264.
- [5] Zebrowska J (1998) Influence of pollination modes on yield components in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Plant Breed.* 117: 255–260.



Metabolische Veränderungen während der Reifung von Kiwifrüchten (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward)

C. I. Mack^{1*}, D. Wefers², P. Schuster³, C. H. Weinert¹, B. Eger¹, S. Bliedung⁴,
B. Trierweiler¹, C. Muhle-Goll³, M. Bunzel², B. Luy³, S. E. Kulling¹

¹Institut für Sicherheit und Qualität bei Obst und Gemüse, Max Rubner-Institut Karlsruhe;

²Institut für angewandte Biowissenschaften und

³Institut für organische Chemie, Karlsruher Institut für Technologie Karlsruhe.

⁴Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt, Technische
Universität München

Email*: Carina.Mack@mri.bund.de

Hintergrund: Kiwifrüchte sind beim Verbraucher sehr beliebt. Seit ihrer Einführung auf dem Weltmarkt kam es zu einem stetigen Wachstum des Anbaus und der Nachfrage. Kiwis werden für den Export unreif geerntet und erst im Zielland zur Reife gebracht. Dabei stellt das Erreichen einer vom Verbraucher erwarteten Qualität hinsichtlich Geschmack und Festigkeit häufig ein Problem dar. Zugleich ist oft die Initiation und Geschwindigkeit der Reifung für die einzelnen Früchte unterschiedlich [1]. In der Literatur wurde bisher bei Metabolomanalysen die Fruchtentwicklung, nicht jedoch der Reifungsverlauf nach der Ernte, thematisiert [2, 3]. Im Rahmen dieser Arbeit wurden die metabolischen Veränderungen in Kiwifrüchten während des Reifungsverlaufes nach Abschluss des Fruchtwachstums analysiert.

Methode: Australische Kiwifrüchte wurden nach initialer Kaltlagerung bei 20 °C gereift und anhand der Fruchtfleischfestigkeit in sechs Reifestadien eingeteilt. Zur Erreichung eines überreifen Stadiums war eine einmalige Ethylengabe notwendig. Zusätzlich wurden zwei Sonderstadien mit Früchten, die den Reifungsprozess nicht vollendeten und langsam dehydrierten, definiert. Nach der Festigkeitsmessung wurden Perikarpschnitte von fünf Kiwis zu einer Probe vermischt, lyophilisiert und vermahlen. Das Metabolom der Kiwifrüchte wurde mittels GCxGC-MS, GC-MS und NMR analysiert. Zusätzlich wurden Modifikationen der Zellwandpolysaccharide mittels verschiedener chromatographischer Ansätze verfolgt.

Ergebnisse: Mithilfe verschiedener, komplementärer Ansätze konnten die metabolischen Veränderungen während der Reifung nach der Ernte gut verfolgt werden. Für die unreifen Stadien waren v.a. organische Säuren charakteristisch und für die reifen Stadien v.a. verschiedene Zuckerverbindungen. Insbesondere Zuckerverbindungen nehmen während der Reifung zu, während insbesondere organische Säuren abnehmen. Nicht alle Vertreter der organischen Säuren bzw. Zuckerverbindungen zeigten jedoch dieses Verhalten, so nahm Galactinol während der Reifung ab und Shikimisäure nahm zu. Für einige Analyten wurden

ungewöhnliche Reifungsverläufe beobachtet: Während z.B. Methanol ein Maximum im mittelreifen Stadium zeigte, war Galacturonsäure lediglich im überreifen Stadium nachweisbar. Beide Verbindungen hängen mit der Abnahme der Festigkeit während der Reifung zusammen. Veränderungen in den Nicht-Stärke-Polysacchariden waren durch einen kontinuierlichen Verlust an neutralen Pektinseitenketten gekennzeichnet.

Literatur

- [1] Pratt, H.K., Reid M.S. 1974. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 25(7):747-757
- [2] Capitani, D. et al. 2010. *Talanta* 82(5):1826-1838
- [3] Nardoza, S. et al. 2013. *Journal of Experimental Botany* 64(16):5049-5063



Dietary tocotrienol/gamma-cyclodextrin complex increases mitochondrial membrane potential and ATP concentrations in the brain of aged mice

Anke Schloesser¹, Naoko Ikuta², Keiji Terao^{2,3}, Seiichi Matsugo⁴, Gerald Rimbach^{1}*

¹Institute of Human Nutrition and Food Science, University of Kiel, Germany;

²Graduate School of Medicine, Kobe University, Japan;

³Cyclochem Bio Co., Ltd., Kobe, Japan;

⁴School of Natural System, Kanazawa University, Japan

Email*: rimbach@foodsci.uni-kiel.de

Brain aging is accompanied by a decline in mitochondrial function. In vitro studies suggest that tocotrienols, including gamma- and delta-tocotrienol (T3), may exhibit neuroprotective properties [1]. However little is known about the effect of dietary T3 on mitochondrial function in vivo. In this study we monitored the effect of a dietary T3/gamma-cyclodextrin complex (T3CD) on mitochondrial membrane potential and ATP levels in the brain (cortex) of 21 month old aged mice. Mice were fed either control diet or a diet enriched with T3CD providing 100 mg T3 per kg diet for 6 months. Dietary T3CD significantly increased mitochondrial membrane potential and ATP levels as compared to controls. The increase of MMP and ATP due to dietary T3CD was accompanied by an increase in the protein levels of the mitochondrial transcription factor A (TFAM). Furthermore dietary T3CD slightly increased mRNA levels of superoxide dismutase, gamma-glutamyl cysteinyl synthetase and heme oxygenase 1 in the brain. Overall, present data suggest that T3CD increases TFAM, mitochondrial membrane potential and ATP synthesis in the brain of aged mice.

Literatur

- [1] S. G. Khee, Y. A. Yusof, S. Makpol, "Expression of senescence-associated microRNAs and target genes in cellular aging and modulation by tocotrienol-rich fraction," *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 725929, 2014, doi:10.1155/2014/725929.



Entwicklung einer NIRS-basierten Vorhersage für die Gasausbeutequalität von Durchwachsener Silphie (*Silphium perfoliatum* L.)

A. Krähmer¹, A. Biertümpfel², J. Köhler², C. Rehse³, W. D. Blüthner³

¹Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Königin-Luise-Str. 19, 14195 Berlin;

²Thüringer Landesanstalt Für Landwirtschaft (TLL), Referat 430 Nachwachsende Rohstoffe, Naumburger Str.98, 07743 Jena;

³N.L. Chrestensen Samenzucht und Produktion GmbH, Witterdaer Weg 6, 99092 Erfurt

Die Durchwachsene Silphie (*Silphium perfoliatum* L.) erfüllt mit hohen Biomasseerträgen und guter Silierfähigkeit wesentliche Voraussetzungen für die wirtschaftliche Nutzung als Koferment in Biogasanlagen. Zudem weist sie eine hohe Standort-variabilität auf und bereichert als langlebige Staude mit langer Blütezeit die Kulturlandschaft. Entscheidend für eine erfolgreiche Einführung in die landwirtschaftliche Produktion sind neben einem praxistauglichen Anbauverfahren, hochqualitativem Saatgut und homogenem Pflanzenmaterial mit hohen Erträgen auch eine optimierte Inhaltsstoffzusammensetzung in Hinsicht auf die erzielbare Biogasausbeute und Fermentationsqualität.

Als Indikatoren für die spätere Biogasausbeute können Parameter wie Trockensubstanz (TS), Rohasche (RA), Acid Detergent Fibre (ADF) oder Acid Detergent Lignin (ADL) betrachtet werden. Besonders der Lignin-Gehalt (ADL) sollte im Interesse eines optimalen bakteriellen Abbaus bestimmte Konzentrationen in der Pflanze nicht überschreiten.

RA, ADF und ADL werden üblicher Weise nasschemisch mit großem Personal- und Materialaufwand ermitteln [1, 2, 3].

Da aber bereits das Alter der Pflanzen, Erntezeitpunkt, Klima zur Ernte etc. entscheidend die inhaltstoffliche Zusammensetzung der Silphie beeinflussen können, ist es ein Ziel im Rahmen des „Verbundvorhaben: Durchwachsene Silphie – Anbauoptimierung, Sätechnik und Züchtung“ (01.01.2015-31.12.2017, Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe, FNR, Förderkennzeichen 22027012) eine Schnellmethode zur Bestimmung von TS, RA, ADF und ADL in getrocknetem Pflanzenmaterial der Silphie mittels Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) zu entwickeln.

Anhand eines Probensets aus den Anbaujahren 2012, 2014 und 2015 werden erste Ergebnisse bezüglich der Methodenentwicklung und NIRS-basierter Vorhersage dieser Qualitätsparameter gezeigt.

Über Hauptkomponentenanalyse (PCA, principal component analysis) wurden Einflüsse durch Probenlagerung und Probennahme identifiziert und werden hinsichtlich einer optimalen Synchronisation von NIRS und Referenzanalytik diskutiert.

Mittels multivariater Statistik (PLS, partial least squares algorithm) könnten erste robuste Vorhersagemodelle für ADF und RA ($R^2 > 0,90$) erzeugt werden. Für den Ligningehalt (ADL) und den Trockensubstanzgehalt sind diese Modelle noch von unzureichender Qualität.

Literatur

- [1] VDLUFA. (1976a). Methode Nr. 6.4.1 Bestimmung von Lignin. In C. Naumann, R. Bassler, R. Seibold & C. Barth (Eds.), *Methodenbuch Band III*. Darmstadt: Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten VDLUFA-Verlag
- [2] VDLUFA. (1976b). Methode Nr. 6.5.2 Säure-Detergentien-Faser (ADFom) In C. Naumann, R. Bassler, R. Seibold & C. Barth (Eds.), *Methodenbuch Band III 8. Ergänzung 2012*. Darmstadt: Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten VDLUFA-Verlag.
- [3] VDLUFA. (1976c). Methode Nr. 6.5.3 Säure-Detergentien-Lignin (ADL). In C. Naumann, R. Bassler, R. Seibold & C. Barth (Eds.), *Methodenbuch Band III 8. Ergänzung 2012*. Darmstadt: Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten VDLUFA-Verlag.



A quality assessment of diverse Lupin proteins from Germany

Christian Zörb^{1}, Katrin Koritnik¹, Nicole Pilz¹, Gisela Jansen²*

¹University of Hohenheim, Institute of Crop Science, Quality of plant Products (340e),
70593 Stuttgart, Fon: +49 711 45922520; Fax: +49 711 45923946, ; www.uni-hohenheim.de;
²Julius Kühn-Institute, Institute for Resistance Research and Stress Tolerance, Rudolf-Schick-Platz 3,
18190 Sanitz/OT Groß Lüsewitz
Email*: christian.zoerb@uni-hohenheim.de

In this work the protein composition and quantity of diverse lupin species is presented. For this purpose protein of lupin was extracted by a fractionation. The quantity of the different protein fractions such as globulins and albumins were measured by an adequate photometric test. The protein fractions were then separately analyzed by SDS-PAGE. Afterwards the SDS gels were scanned and quantitatively evaluated by an adequate software. Every single protein band were analyzed according there changes of their i) different species, ii) different management (org./conv.). Results were shown at the poster. The further plan is to analyze interesting protein fractions by high resolution two dimensional gel electrophoresis to evaluate possible potentials to change single proteins or protein fractions by management or the choice of specific lupin species or varieties.



NOSHAN - Sustainable Production of Functional and Safe Feed from Food Waste

János-István Petrusán, Nadine Klinkwitz, Uwe Lehrack

IGV Institut für Getreideverarbeitung GmbH, Email: janos.petrusan@igv.de

Food processing activities in Europe produce large amounts of by-products and wastes. Roughly one third of the food produced in the world for human consumption every year (approximately 1.3 billion Tn) gets lost or wasted, according to a FAO-commissioned study. Such waste streams are only partially valorized. Food loss and waste also amount to a major squandering of resources, including water, land, energy, labour and capital and needlessly produce greenhouse gas emissions, contributing to global warming and climate change.

NOSHAN was launched in the summer of 2012 to develop process and technologies needed to use food waste for feed production at low cost, low energy consumption and with maximal valorisation of starting wastes materials.

The main focus of NOSHAN is to address the process and technologies needed to use food waste for feed and feed additives production at low cost, low energy consumption with maximal valorisation of starting wastes materials.

Nutritional value and functionality according to animal needs as well as safety and quality issues were investigated and addressed as main leading factors for the feed production using food-derived waste (fruit/vegetable/plant and dairy). Not only wastes were characterized for their nutritional potential, but also suitable technologies to stabilize them and convert them into suitable raw materials for bulk feed are investigated.

Obtaining functional feed ingredients (additives) from these wastes were also targeted as it was an important factor determining final feed cost and functionality in animals.

All initiatives have been validated in *in vitro* and *in vivo* tests to the final animal derived products intended for human consumption. Therefore, a whole value chain from starting raw materials to exploitable products and technologies was fully covered and monitored via LCA, and with further validation using the novel European Technology Validation platform.

Literatur

www.noshan.eu



***Silphium perfoliatum* – Resource Evaluation And Development (SPREAD)**

Anne Lunze^{1,2*}, Nico Anders^{1,2}, Martin Höller^{3,2}, Ralf Pude^{3,2}, Christian Wever^{4,2},
Elena Pestsova^{4,2}, Peter Westhoff^{4,2} und Antje C. Spieß^{1,5,2}

¹Aachener Verfahrenstechnik – Enzymprozesstechnik, RWTH Aachen, 52074 Aachen, Deutschland;

²Bioeconomy Science Center;

³Campus Klein-Altendorf, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, 53359 Rheinbach,
Deutschland;

⁴Entwicklungs- und Molekularbiologie der Pflanzen, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf,
40225 Düsseldorf, Deutschland

⁵ibvt, Institut für Bioverfahrenstechnik, 38106 Braunschweig, Deutschland
Email*: anne.lunze@avt.rwth-aachen.de

Die Nutzung von Biomasse als Rohstoff für den industriellen Gebrauch und für die Herstellung von Biokraftstoffen ist durch den Rückgang fossiler Brennstoffe stetig gewachsen. Ein vielversprechender Kandidat als Ausgangsstoff für einen industriellen Prozess basierend auf nachwachsenden Rohstoffen ist *Silphium perfoliatum*. Diese mehrjährige Pflanze, die eine vergleichbare Menge an Biomasse liefert wie etablierte Energiepflanzen [1], besticht durch ihren hohen ökologischen Wert, resultierend aus der langen Blütezeit und einem positiven Einfluss auf die Bodenfruchtbarkeit. Im Projekt „SPREAD“ soll sowohl ein Zuchtprogramm für die Pflanze entwickelt, als auch das Potential für den Industriegebrauch abgeschätzt werden. Dazu werden weitere Ökotypen erworben und molekulare Werkzeuge für die Pflanzenzüchtung etabliert. Um eine möglichst effektive Kaskadennutzung der Biomasse zu ermöglichen, werden analytische Verfahren für die vollständige Charakterisierung von *S. perfoliatum* entwickelt, Abbauprodukte identifiziert und die Pflanze hinsichtlich ihrer Nutzung in Bioraffinerieprozessen untersucht.

Um den ersten Schritt der Kaskadennutzung zu realisieren, wurden mittels Soxhletextraktion Flavonoide aus getrockneter Biomasse von *S. perfoliatum* extrahiert und mittels der 4-Dimethylaminocinnamaldehyd-Methode [2] auf Flavonidgehalt untersucht. Weiterhin wurde der Extraktionsrückstand unter Anwendung der NREL/TP-510-42518 Methode hydrolysiert [3]. Die löslichen Komponenten im Hydrolysat wurden mittels Anionenaustauschchromatographie mit gepulster amperometrischer Detektion identifiziert und quantifiziert [4].

Zunächst konnte der Cellulose- Hemicellulose- und Ligningehalt der *S. perfoliatum* Lignocellulose bestimmt sowie die Hydrolysatzusammensetzung charakterisiert werden. In Extrakten aus verschiedenen Pflanzenteilen wurden signifikant unterschiedliche Flavonidgehalte detektiert. Die Kombination der analytischen Methoden ermöglicht die umfangreiche Charakterisierung von *S. perfoliatum*

sowie die Identifizierung und Quantifizierung einzelner Komponenten, die in eine industrielle Nutzung basierend auf nachwachsenden Rohstoffen integriert werden können.

Literatur

- [1] Gansberger et al. *Ind Crop Prod* (2015) 63, 362–372.
- [2] Prior et al. *J Sci Food Agr* (2010) 90, 1473–1478.
- [3] Sluiter et al. *Laboratory Analytical Procedure* (2008).
- [4] Anders et al. *Anal Methods* (2015) 7, 7866-7873.



INUS – Innovationsnetzwerk Upcycling und Stoffliche Nutzung

Ann-Catrin Hoffrichter, Kristin Hofmann, Alexander Schank

abc GmbH – advanced biomass concepts, Weinsbergstr. 190, 50825 Köln
Email: info@abc-loesung.de

Gesellschaftlich relevante Themen wie Umweltbewusstsein und Nachhaltigkeit gewinnen in Produktionsunternehmen immer mehr an Bedeutung. In Konsequenz müssen Unternehmen deshalb das Ausmaß der negativen Umwelteinwirkungen ihrer Produktionsprozesse, Produkte und Dienstleistungen reduzieren. Neben der unternehmensexternen Kontrolle von Lieferanten und Vorketten kann unternehmensintern ein hoher Stellenwert auf die Verwertung von Produktionsausschüssen und dem Recycling von Abfällen liegen. Für die gewinnbringende Verwertung & Aufwertung von Produktionsausschüssen (Kuppel- & Nebenprodukten) sind innovative Technologien gefragt. Diesem Prozess des „Upcyclings“ widmet sich das vom Bundeswirtschaftsministerium geförderte Unternehmensnetzwerk

INUS – Innovationsnetzwerk Upcycling & Stoffliche Nutzung.

Ziel dieses Netzwerkes ist es, Neben- und Kuppelprodukte konventioneller Produktionsketten zu identifizieren und zu neuen höherwertigen stofflichen Produkten aufzuwerten. Hauptaugenmerk liegt dabei auf den konventionellen bislang kaum optimierten Verarbeitungs- & Produktionsprozessen, insbesondere aus den Bereichen landwirtschaftliche Lebensmittelproduktion und industrielle Weiterverarbeitung. Durch den Prozess des Upcyclings sollen so neue Märkte für innovative Qualitätsprodukte erschlossen und die Anzahl der stofflichen Nutzungswege für verschiedene Rohstoffe erhöht werden.

Um intelligente ganzheitliche Lösungswege zu finden, sind daher innovative mittelständische Unternehmen sowie Forschungseinrichtungen gebündelt und in einem Netzwerk zusammengeführt. Für interessierte externe Produktionsbetriebe bietet INUS mehrere Vorteile:

- Upcycling erfordert keine Änderungen des konventionellen Produktionsprozesses
- Upcycling reduziert die Entsorgungskosten und senkt dadurch die Produktionskosten
- Upcycling ermöglicht die Substitution teurer Rohstoffe in der Produktion
- Upcycling generiert Absatzmärkte für innovative Produkte
- Upcycling mindert – im Gegensatz zum Recycling - nicht die Qualität der neuen Produkte

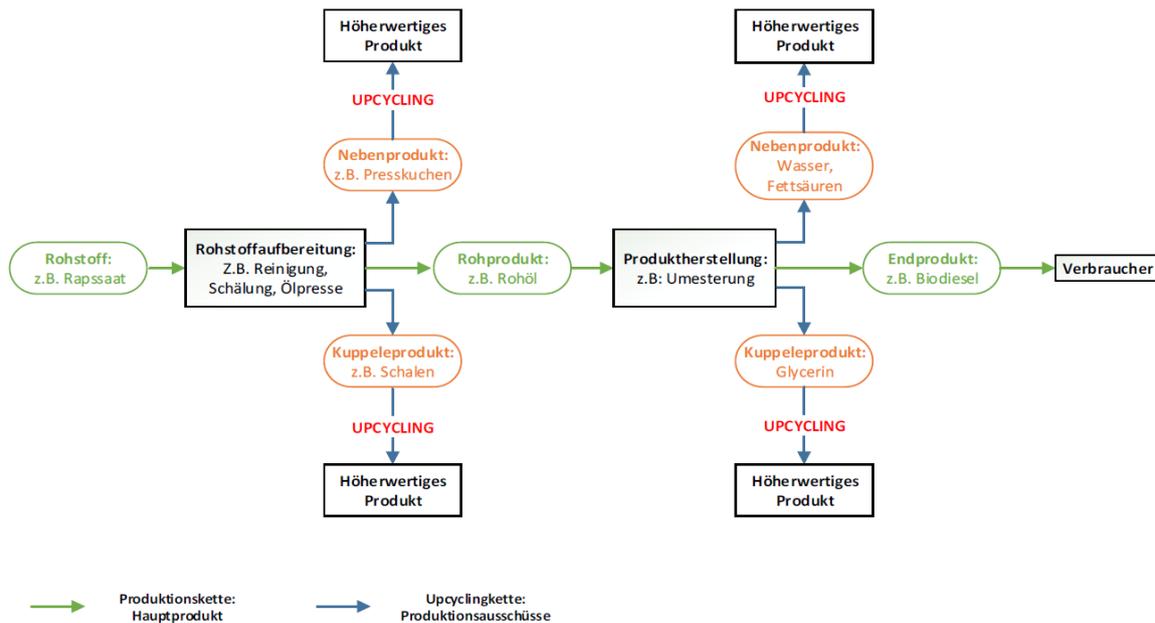


Abbildung 1: Konventionelle Produktionsketten mit upcyclbaren Produktionsausschüssen

In Abbildung 1 sind die verschiedenen Nutzungswege aufgezeigt mit denen sich das Netzwerk beschäftigt. Es wird deutlich, wie viele Ansatzpunkte für den Bereich des Upcyclings während der Produktionskette bestehen. Bei all diesen Punkten setzt das Netzwerk an und realisiert durch neue innovative Lösungsstrategien und Anlagensysteme intelligente Wertschöpfungsketten und wertet Ausschüsse auf!

Erste Ansätze für Entwicklungslinien innerhalb des Netzwerkes sind:

- Entwicklung eines neuen Bioverbundwerkstoffes aus Kuppel- und Nebenprodukten der Landwirtschaft und Nahrungsmittelindustrie
- Verwertung von Kohlenhydraten und anderen Naturstoffen aus Biomasse für fermentative Prozesse
- Nutzung landwirtschaftlicher Reststoffe in kompakterer Form für einen angenehmeren und hygienischeren Umgang mit Biomüll
- Entwicklung einer Leichtbauplatte aus Kuppelprodukten der Landwirtschaft wie Schäben, Spelzen und Maisspindeln

Literatur / Quelle:

Die abc GmbH ist u.a. eine offizielle Innovationsagentur des Bundeswirtschaftsministeriums (BMWi) und koordiniert im Auftrag des BMWi verschiedene thematische Leitnetzwerke, die sich primär aus innovativen mittelständischen Firmen zusammensetzen. Mit diesen Firmen betreibt sie aktiv Forschung & Entwicklung und bringt marktneue und innovative Technologien bei interessierten Industrieunternehmen und anderen Anwendern in die Umsetzung.

Bei Interesse und für weiterführende Informationen kontaktieren Sie uns gerne!



Beeinflusst die Lichtqualität die Anthocyansynthese von Bleichspargel (*Asparagus officinalis* L.)?

Susanne Huyskens-Keil¹, Karin Hassenberg² und Werner B. Herppich²*

¹Humboldt-Universität zu Berlin, Lebenswissenschaftliche Fakultät, Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Urbane Ökophysiologie der Pflanzen, Forschungsgruppe Produktqualität/Qualitätssicherung, Lentzeallee 55/57, 14195 Berlin;

²Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V., Abt. Technik im Gartenbau, Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam

Email*: susanne.huyskens@hu-berlin.de

In Deutschland gehört Bleichspargel zu den ökonomisch bedeutsamsten und beliebtesten Gemüsearten. Allerdings zeichnet sich Spargel durch eine hohe Stoffwechselaktivität und damit begrenzte Haltbarkeit aus. Darüber hinaus stellen Qualitätsmängel in der Vermarktung, wie Texturveränderungen als auch die unerwünschte Rotfärbung der Spargelspitzen nach wie vor ein großes Problem dar. Ursache dieser Rotfärbung ist möglicher Weise die belichtungsbedingte Induktion bzw. Beschleunigung der Anthocyansynthese [1, 5]. Es sind darüber hinaus auch eine Vielzahl anderer, die Anthocyanbiosynthese beeinflussende Faktoren dokumentiert [2, 3, 4]. Konkrete biochemische Zusammenhänge sind bislang nicht eindeutig geklärt und sind Ziel der vorliegenden Untersuchungen an Bleichspargel.

Während mehrerer Jahre wurden an frisch geerntetem Bleichspargel der Sorte 'Gijlim' der Einfluss kurzzeitig (3 h) applizierter Strahlung (ca. $30 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) aus unterschiedlichen Spektralbereichen, d.h. UV (254 nm), blaues (LED, Peakwellenlänge 420 nm) bzw. rotes Licht (LED, Peakwellenlänge 620 nm), sowie weißes Licht (HQL-Lampen bzw. diffuse Himmelsstrahlung), direkt nach der Ernte auf die Anthocyansynthese und die Aktivität relevanter Enzymsysteme während der Lagerung unter simulierten Vermarktungsbedingungen (20 °C, wasserdampfgesättigte Atmosphäre, 4 Tage) analysiert. Eine Dunkelvariante diente als Kontrolle. Des Weiteren wurden die Farbe und physiologische Kenngrößen (u.a. Respiration und Ethylenproduktion) der Spargelstangen direkt nach der Ernte und während der Lagerung erfasst. Die lichtspezifischen Ursachen einer geförderten Anthocyanbiosynthese als auch die im Vergleich zu Literaturangaben zum Teil divergierenden Ergebnisse werden umfassend diskutiert.

Literatur

- [1] Flores, F.B.; Martinez-Madrid, M.C., Oosterhaven, J. and F. Romojaro 2003: Stimulation of the pink coloration of white asparagus due to exposition to light and inhibition of this phenomenon by the use of S-carvone. *Alimentaria* 40: 55-60.

- [2] Flores, F.B., Ooserhaven, J., Martinez-Madrid, M.C. and F. Romojaro 2005: Possible regulatory role of phenylalanine ammonia-lyase in the production of anthocyanins in asparagus (*Asparagus officinalis* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85: 925-930.
- [3] Mastropasqua, L., Tanzarella, P. and C. Paciolla 2016: Effects of postharvest light spectra on quality and health-related parameters in green *Asparagus officinalis* L. *Postharvest Biology and Technology* 112: 143–151.
- [4] Sanz, S., Olarte, C., Ayala, F. and J.F. Echávarri 2009: Evolution of quality characteristics of minimally processed asparagus during storage in different lighting conditions. *Journal of Food Science* 74 (6): 296–302.
- [5] Siomos, A.S., Dogras, C.C. and E.M. Sfakiotakis 1995: Effect of temperature and light during storage on the composition and colour of white asparagus spears. *Acta Horticulturae* 379: 359-365.



Reducing postharvest losses by film packaging of African nightshade (*Solanum scabrum* Mill.) – improvement of storability and postharvest quality

Elisha O. Gogo^{1,3}, *Bernhard Trierweiler*², *Arnold M. Opiyo*¹, *Christian Ulrichs*³ and *Susanne Huyskens-Keil*^{3*}

¹Egerton University, Department of Crops, Horticulture and Soils, PO Box 536, 20115 Egerton, Kenya;

²Max Rubner-Institute, Federal Research Institute of Nutrition and Food, Institute of Safety and Quality of Fruits and Vegetables, Haid-und-Neu-Str. 9, 76131 Karlsruhe, Germany;

³Humboldt-Universität zu Berlin, Faculty of Life Sciences, Division Urban Plant Ecophysiology, Research Group Quality Dynamics/Postharvest Physiol., Lentzeallee 55-57, 14195 Berlin, Germany
Email*: susanne.huyskens@hu-berlin.de

African nightshade (*Solanum scabrum* Mill.) is becoming an important African indigenous leafy vegetable crop (ALV) for its nutrition, health, and economic importance in Kenya, contributing to secure food supply and livelihood of smallholder farmers in rural and urban/per-urban areas. Inadequate postharvest handling, facilities for storage and transport, insufficient hygiene conditions in the market, and poor infrastructure aggravate these problems causing high postharvest losses of the highly perishable ALV's comprising about 50%. To reduce postharvest losses and extend shelf life, studies were conducted to evaluate the effect of packaging material (i.e. Xtend® bags) on improving storability and nutritional as well as health promoting quality attributes of African nightshade plants cv. Olevolosi. Plants were cultivated in a climatic chamber for four weeks (20-25 °C) and three weeks under greenhouse conditions. Seven weeks after sowing, leaves were harvested and either packaged in modified atmosphere packaging bags (Xtend®) or left in the open (control). The African nightshade leaves were stored for 8 days (20 ± 2 °C and RH 60 ± 5%) and 14 days (7 ± 2 °C and RH 85 ± 5%). Weight loss, color (L*a*b*), provitamin A, antioxidative plant compounds (i.e. β-carotene, lutein, lycopene, chlorophylls), and protein content were evaluated at harvest and 2, 4, 8 and 14 days after storage. Gaseous content (CO₂ and O₂) within the packaging material was determined throughout the study. The results obtained showed that leaf color was retained by packaging being more pronounced at 7 °C. Packaging of African nightshade leaves reduced weight loss, being 1.7% at 20 °C and 0.56% at 7 °C on day 8 and 14 of storage, respectively compared with the control (28-30%). Moreover, film packed leaves maintained or even increased contents of antioxidants such as β-carotene, lutein, lycopene, chlorophylls at 7 °C for 8 days of storage, whereas at 20 °C carotenoids and protein increased within 2 days, but thereafter declined in comparison to the control. Concentration of CO₂ increased to 4.7%, while O₂ was reduced to 17%, an indication of a reduced respiration rate of leaves in film packaged material compared with ambient conditions. The findings provide potential of using

Xtend® packaging materials to improve shelf life and preserve bioactive quality compounds of African nightshade plants. This could be a vital step to improve nutritional, health and economic status of developing countries such as Kenya.

Literature

- [1] Gogo, E.O., Opiyo, A., Ulrichs, C. and S. Huyskens-Keil 2015: Postharvest treatments of African leafy vegetables for food security in Kenya: A review. African Journal of Horticultural Sciences: in press

Acknowledgement: This study was conducted within the frame of the project HORTINLEA (Horticultural Innovations and Learning for Improved Nutrition and Livelihood in East Africa) being funded by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF) and the German Federal Ministry of Economic Cooperation and Development within the framework of the program GlobE – Global Food Security.



Postharvest treatments to improve functional plant compounds and storability of Vegetable amaranth (*Amaranthus cruentus* L.)

Elisha O. Gogo^{1,2}, Arnold M. Opiyo¹, Christian Ulrichs² and Susanne Huyskens-Keif²*

¹Egerton University, Department of Crops, Horticulture and Soils, PO Box 536, 20115 Egerton, Kenya;

²Humboldt-Universität zu Berlin, Faculty of Life Sciences, Division Urban Plant Ecophysiology, Research Group Quality Dynamics/Postharvest Physiol., Lentzeallee 55-57, 14195 Berlin, Germany
Email*: elishag6@gmail.com

The diet of many African rural and urban/peri-urban inhabitants is made up largely of indigenous leafy vegetables (ALV) whose nutritional and medicinal value is well appreciated. Leafy amaranth is one of the most commonly eaten vegetables in Africa and Asia and contributes to improve food supply with essential proteins, minerals and antioxidative health promoting compounds [2]. However currently, the magnitude of postharvest losses of ALVs in Kenya can reach up to 50%. Applications of postharvest chemical (e.g. hydrogen peroxide) and physical (e.g. heat treatment, UV-C irradiation, MAP) treatments that retard ripening processes or inhibit microorganism decay has increased worldwide. So far, only limited studies have been conducted on African leafy vegetables [1]. UV-C has been used as a germicidal agent for water and surface disinfection including postharvest management of pathogens in fruits and vegetables due to its capacity to affect DNA of microorganisms. Low dosages of UV-C irradiation can trigger favourable physiological reactions in fruits and vegetables, which can lead to the improvement of shelf life and storability as well as increase of functional and health promoting components of ALV. Furthermore, product physiological adopted film packaging materials (MAP) have been developed to contribute to a prolonged shelf life and improved nutritional composition in various horticultural products.

The objective of the present study was to evaluate the impact of different postharvest treatments, such as UV-C irradiation (254 nm) and film packaging on weight loss, color and functional antioxidative plant compounds (i.e. β -carotene, lutein, lycopene, chlorophylls), and protein content of vegetable amaranth (*Amaranthus cruentus* L.) during storage at 5 °C for 14 days and at 20 °C for up to 6 days simulating retail conditions. Results revealed that both postharvest treatments are promising tools for indigenous African leafy vegetables such as vegetable amaranth to improve nutritional and health status of developing countries such as Kenya.

Literature

- [1] Gogo, E.O., Opiyo, A., Ulrichs, C. and S. Huyskens-Keil 2015: Postharvest treatments of African leafy vegetables for food security in Kenya: A review. African Journal of Horticultural Sciences: in press
- [2] Rastogi, A., and S. Shukla 2013: Amaranth: A new millennium crop of nutraceutical values. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 53:109–125.

Acknowledgement: This study was conducted within the frame of the project HORTINLEA (Horticultural Innovations and Learning for Improved Nutrition and Livelihood in East Africa) being funded by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF) and the German Federal Ministry of Economic Cooperation and Development within the framework of the program GlobE – Global Food Security.



Einsatz nicht-invasiver Analysemethoden bei der Charakterisierung pflanzlicher Rohstoffe und in der Prozesskontrolle

G. Gudi^{1,3*}, A. Krähmer¹, H. Krüger², I. Koudous⁴, J. Strube⁴, H. Schulz¹

¹Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Berlin, Königin-Luise-Str. 19, 14195 Berlin;

²Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Erwin-Baur-Str. 27, 06484 Quedlinburg;

³Freie Universität Berlin, Institut für Pharmazie, Königin-Luise-Str. 2/4, 14195 Berlin;

⁴TU Clausthal, Institut für Thermische Verfahrens- und Prozesstechnik, Clausthal-Zellerfeld
Email*: gennadi.gudi@jki.bund.de

Trotz vielfältiger Vorteile von schwingungsspektroskopischen Analysemethoden wie der Nahinfrarot- (NIRS), Mittelinfrarot- (MIRS) und Raman-Spektroskopie (RS) im Vergleich zu konventionellen, etablierten Analyse-Techniken wie GC und HPLC hat sich trotz erheblicher instrumenteller Fortschritten in den letzten Jahrzehnten die routinemäßige industrielle Anwendung der Schwingungsspektroskopie nur bedingt etabliert. Mögliche Ursachen dafür liegen oftmals in der für eine indirekte Analysenmethode immer stets noch nötigen Referenzanalytik sowie Grenzen in Robustheit und Nachweisgrenzen der Schwingungsspektroskopie.

Am Beispiel verschiedener Arznei- und Gewürzpflanzen werden Möglichkeiten und Perspektiven des Einsatzes von NIRS, MIRS und RS in der Authentizitätsprüfung, Qualitätsanalytik und Prozesskontrolle pflanzlicher Rohstoffe und deren Extraktion vorgestellt.

So können mittels NIRS schnell und zuverlässig botanische und materialbedingte Kontaminationen in pflanzlichen Rohstoffen identifiziert und quantifiziert werden.

Ebenso kann eine schnelle und zerstörungsfreie Abschätzung der Gehalte wertgebender Inhaltsstoffe für eine große Vielfalt pflanzlicher Materialien (Samen, Blätter, Nadeln...) mittels NIRS, MIRS oder RS erhalten werden, ohne eine Extraktion der Analyten aus dem Material zu erfordern [1, 2, 3, 4, 5].

Literatur:

- [1] Gudi, G.; Krähmer, A.; Krüger, H.; Schulz, H., Discrimination of fennel chemotypes applying IR and Raman spectroscopy - discovery of a new asarone chemotype. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **2014**, *62*, 3537-3547.
- [2] Gudi, G.; Krähmer, A.; Koudous, I.; Strube, J.; Schulz, H., Infrared and Raman spectroscopic methods for characterization of *Taxus baccata* L. Improved taxane isolation by accelerated quality control and process surveillance. *Talanta* **2015**, *143*, 42-49.

- [3] Gudi, G.; Krähmer, A.; Krüger, H.; Schulz, H., Attenuated Total Reflectance–Fourier Transform Infrared Spectroscopy on Intact Dried Leaves of Sage (*Salvia officinalis* L.): Accelerated Chemotaxonomic Discrimination and Analysis of Essential Oil Composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **2015**, *63*, 8743-8750.
- [4] Krähmer, A.; Gudi, G.; Weiher, N.; Gierus, M.; Schütze, W.; Schulz, H., Characterization and quantification of secondary metabolite profiles in leaves of red and white clover species by NIR and ATR-IR spectroscopy. *Vibrational Spectroscopy* **2013**, *68*, 96-103.
- [5] Krähmer, A.; Engel, A.; Kadow, D.; Ali, N.; Umaharan, P.; Kroh, L. W.; Schulz, H., Fast and neat - Determination of biochemical quality parameters in cocoa using near infrared spectroscopy. *Food Chemistry* **2015**, *181*, 152-159.



Einfluss von Kalium und Magnesium auf Prozesse der Qualitätsbildung in der Kartoffel

Mirjam Koch, Marcel Naumann, Inga Smit und Elke Pawelzik*

Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abteilung Qualität pflanzlicher Erzeugnisse,
Universität Göttingen
Email*: mirjam.koch@agr.uni-goettingen.de.

Im Zuge des sich zunehmend ändernden Verbraucherverhaltens erlangt die Qualität landwirtschaftlicher Produkte steigende Relevanz, welche insbesondere zur Sicherung einer gesunden und ausgewogenen Ernährung beitragen sollen [4]. Prozesse, die zur Qualitätsbildung führen, sind von komplexer Natur und hängen u.a. von der Sorte und dem Ernährungsstatus der Pflanze ab [1, 2, 7, 9]. Es ist hinlänglich bekannt, dass die Pflanze nur unter einer optimalen Versorgung aller essentiellen Nährstoffe ihr volles Potential hinsichtlich der Ertrags- und Qualitätsbildung ausschöpfen kann [8]. Jedoch ist nicht immer eindeutig definiert, was eine optimale Nährstoffversorgung der Pflanze darstellt.

Für die Ertrags- und Qualitätsbildung der Kartoffel ist neben anderen Nährstoffen eine ausgewogene Kalium- und Magnesiumernährung entscheidend [3, 6, 9, 10, 11]. Hierzu werden mehrjährige Feld- und verschiedene Gefäßversuche durchgeführt. Die dargestellten Ergebnisse zeigen zum einen den auf Feldversuchen aufbauenden Zusammenhang von Sorte, Standort und Düngung zwischen dem Ascorbinsäuregehalt und der Neigung zu qualitätssenkenden Verfärbungsreaktionen der Kartoffelknolle. Höhere Gehalte an organischen Säuren können zur Minderung dieser Verfärbungsreaktionen führen.

Es konnten insbesondere sortenbedingte Unterschiede im Ascorbinsäuregehalt und dem oxidativen Potential, das als Indikator für die Neigung zur Schwarzfleckigkeit diente, gefunden werden, die diesen Sachverhalt wiedergeben konnten. Auf der anderen Seite wurden mithilfe von Gefäßversuchen Einflüsse des Magnesium- und Kaliumernährungsstatus auf Kohlenhydrattransportprozesse in Pflanze, Knollen und Blättern und die dadurch beeinflusste Zucker-Synthese in der Knolle untersucht. Außerdem erfolgte in Kartoffelblättern bei unterschiedlicher Kalium- und Magnesiumernährung mittels quantitativer real time PCR (qRT-PCR) die Bestimmung der Expression verschiedener Saccharose-H⁺-Co-Transporter, die zur Beladung des Phloems mit Saccharose dienen. Aufgrund der zentralen Bedeutung von Kalium und Magnesium für Phloem-Beladungsprozesse könnte dies ein Schlüsselmechanismus sowohl für die Aufnahme als auch die Weiterleitung der entsprechenden Zuckerkomponenten sein [5, 12].

Des Weiteren erfolgte durch den Einsatz eines Enzym-Assays die Bestimmung der Zuckerkonzentrationen in den Kartoffelblättern, welche mit den qRT-PCR-Ergebnissen korreliert wurden. Darauf aufbauend kann gezeigt werden, dass mit Kalium und Magnesium mangelhaft versorgte Pflanzen eine Beeinträchtigung der Zuckertranslokationsprozesse von „source-“ zu „sink-“Organen aufweisen.

Literatur

- [1] Bouis, H.E. (2003) Micronutrient fortification of plants through plant breeding: can it improve nutrition in man at low costs? *Proceedings of the Nutrition Society*. 62: 403 – 411.
- [2] Cakmak, I. (2008) Enrichement of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? *Plant Soil*. 302: 1 – 17.
- [3] Davenport, J. R., Milburn, P. H., Rosen, C. J., und R. E. Thornton (2005) Environmental impacts of potato nutrient management. *American Journal of Potato Research*. 82: 321 – 328.
- [4] Gerendás, J. und H. Führs (2013) The significance of magnesium for crop quality. *Plant and Soil*, 368: 101-128.
- [5] Hermans, C., Bourgis, F., Faucher, M., Strasser, R.J., Delrot, S. und Verbruggen, N (2005) Magnesium deficiency in sugar beets alters sugar partitioning and phloem loading in young mature leaves. *Planta* 220: 541-549.
- [6] Klein, L .B., Chandra, S., Mondy, N. I. (1981) Effect of magnesium fertilization on the quality of potatoes. Yield, discoloration, phenols and lipids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 29: 384-387
- [7] Lee, S. K. und A. A. Kader (2000) Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content in horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*. 20: 207 – 220.
- [8] Marschner, H. (2012) *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, London.
- [9] McNabney, M., Dean, B.B., Bajema, R.W. and G.M. Hyde (1999). The effect of potassium deficiency on chemical, biochemical and physical factors commonly associated with blackspot development in potato tubers. *American Journal of Potato research*. 76: 53-60.
- [10] Mondy, N. I. und R. Ponnampalam (1986) Potato Quality as affected by source of magnesium fertilizer: Nitrogen, minerals and ascorbic acid. *Journal of Food Sciences*. 51: 352 – 354.
- [11] Westermann, D. T., Tindall, T. A., James, D. W. und R. L. Hurst (1994) Nitrogen and potassium fertilization of potassium: Yield and specific gravity. *American Potato Journal*. 71: 417 – 431.
- [12] Williams, L. und Hall, J. L. (1987) ATPase and proton pumping activities in cotyledons and other phloem-containing tissues of *Ricinus communis*. *Journal of Experimental Botany*. 38: 185-202.



Molekulare und sensorische Charakterisierung des Metaboloms abiotisch gestresster Karotten (*Daucus carota* L.)

Dawid, C.^{1*}, Nothnagel, T.², Ulrich, D.³, Dunkel, A.¹, Günzkofer, D.¹, Sebastian Baur¹,
Hofmann, T.¹

¹Lehrstuhl für Lebensmittelchemie und molekulare Sensorik, Technische Universität München,
Lise-Meitner-Str. 34, 85354 Freising;

²Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Züchtungsforschung an
gartenbaulichen Kulturen, Erwin-Baur-Str. 27, 06484 Quedlinburg;

³Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für ökologische Chemie,
Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Erwin-Baur-Str. 27, 06484 Quedlinburg
Email*: corinna.dawid@tum.de

Karotten (*Daucus carota* L.), die mit einem Produktionsvolumen von mehr als 30 Mio. Tonnen weltweit zu den zehn wichtigsten Gemüsepflanzen [1] zählen, werden insbesondere wegen ihres unverwechselbaren süßen Geschmacks geschätzt. Dennoch führt ein gelegentlich auftretender Bitterfehlgeschmack des Gemüses immer wieder zu Verbraucherreklamationen und stellt somit ein Problem für deren Produzenten dar. Dieser Fehlgeschmack kann durch zahlreiche biotische oder abiotische Stressfaktoren während der Wachstumsphase, der Ernte, der Lagerung oder des Transportes des Wurzelgemüses gebildet werden. Obwohl es in der Vergangenheit bereits gelungen ist die maßgeblich prägenden Verbindungen, die die Bitterkeit von Karotten verursachen, mittels Sensomics-basierter Arbeitstechniken ausfindig zu machen, fehlen jedoch immer noch Untersuchungen über deren stressinduzierte Bildung bzw. Hochregulierung [2, 3, 4].

Mit dem Ziel, Sekundärmetabolite der Karotten näher zu charakterisieren, die durch biotische oder abiotische Stressbedingungen, wie z.B. Wasserstress, Pilzbefall oder nacherntebedingten Transportstress, hochreguliert werden und den Bittergeschmack des Wurzelgemüses beeinflussen, wurden verschiedene Karottengenotypen mithilfe einer Kombination aus METABOLOMICS- und SENSOMICS-Arbeitstechniken untersucht. Holistische UPLC-TOF-MS- ebenso wie multiparametrische LC-MS/MS_{MRM}-Studien, Isolierungs- und Identifizierungsexperimente (MS, 1D/2D NMR, Synthesen) sowie statistischen Auswertungen und Dosis/Wirkungsüberlegungen ermöglichten dabei die Charakterisierung von neuen Stressmarker-Substanzen. Z. B. tragen Laserin und Epilaserin in nacherntebedingt, mechanisch gestressten Karotten maßgeblich zum off-Flavour von Karotten bei.

Die oben aufgeführten Erkenntnisse bilden erstmals die Grundlage zur Objektivierung der Geschmacksqualität von Karotten sowie zur wissensbasierten Optimierung von Züchtungsprogrammen zur Produktion von vornehmlich süßen und weniger bitteren Karottenprodukten.

Literatur

- [1] FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Crops, <http://faostat.fao.org/>.
- [2] Czepa, A.; Hofmann, T. Structural and sensory characterization of compounds contributing to the bitter off-taste of carrots (*Daucus carota* L.) and carrot puree. *J. Agric. Food Chem.* 2003, 51, 3865–3873.
- [3] Czepa, A.; Hofmann, T. Quantitative studies and sensory analysis on the influence of cultivar, spatial distribution, and industrial processing on the bitter off-taste of carrots (*Daucus carota* L.) and carrot products. *J. Agric. Food Chem.* 2004, 52, 4508–4514.
- [4] Schmiech, L.; Uemura, D.; Hofmann, T. Reinvestigation of the bitter compounds in carrots (*Daucus carota* L.) by using a molecular sensory science approach. *J. Agric. Food Chem.* 2008, 56, 10252–10260.



Einfluss von Vegetationskomplexität auf Wirtspflanzenchemie und multitrophische Interaktionen in anthropogen beeinflussten Landschaften

Torsten Meiners und Nicole Wäschke

Dahlem Centre of Plant Sciences, Institut für Biologie, Angewandte Zoologie u. Ökologie der Tiere,
Freie Universität Berlin, Haderslebener Str. 9, 12163 Berlin
Email: meito@zedat.fu-berlin.de

Erhöhte Landnutzungsaktivität kann die Zusammensetzung der Vegetation verändern und trophische Interaktionen durch eine veränderte Konzentration von Wirtspflanzeninhaltsstoffen beeinflussen. Wir testen hier die Hypothesen dass (1) Landnutzungsintensität und Zusammensetzung der umgebenden Vegetation den Gehalt an Pflanzenstickstoff und Sekundärmetaboliten von Spitzwegerich, *Plantago lanceolata*, verändern und (2) Veränderungen der Pflanzenchemie die Häufigkeiten von zwei Rüsselkäfern und ihres Parasitoiden beeinflussen. Dazu wurden die Pflanzendiversität, Spitzwegerichdichte, Herbivor- und Parasitoidhäufigkeiten in 77 Grasländern in drei Regionen in Deutschland aufgenommen, die sich in ihrer Landnutzungsintensität unterscheiden. Der Stickstoffgehalt wurde mittels Elementaranalyse und die Sekundärmetabolite (Iridoidglykoside Aucubin und Catalpol) mittels HPLC bestimmt.

(1) Die Konzentration an Blatt-Iridoidglykosiden korrelierte mit der Pflanzendiversität; der Blattstickstoffgehalt mit der Landnutzungsintensität. (2) Die Häufigkeit der Herbivoren korrelierte negativ mit dem Stickstoffgehalt über alle 3 Regionen, die der Parasitoiden hing vom Iridoidglykosidgehalt in einer Region ab.

Literatur

- [1] Wäschke, N., Hancock, C. Hilker, M., Obermaier, E., & Meiners T. (2015). Does vegetation complexity affect host plant chemistry, and thus multitrophic interactions, in a human-altered landscape? *Oecologia*, DOI 10.1007/s00442-015-3347-x



DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR QUALITÄTSFORSCHUNG
(PFLANZLICHE NAHRUNGSMITTEL) e.V.

50. Vortragstagung, 14./15.März 2016
Julius Kühn-Institut, Berlin

EU-OPENSSCREEN – New tools for life science research in Europe

Torsten Meiners and Philip Gribbon

FMP Leibniz-Institute of Molecular Pharmacology, EU-OPENSSCREEN, Robert-Roessle-Str. 10,
D-13125 Berlin, Germany.
Email: office@eu-openscreen.eu

EU-OPENSSCREEN is a pan-European research infrastructure initiative that aims at enabling academic chemical biology research to develop novel small molecule research 'tools' for studies in all areas of the Life Sciences. The purpose of EU-OPENSSCREEN is to provide researchers access to its shared resources, including the latest screening technologies, a unique compound collection composed of (up to 140 000) commercial and proprietary compounds, and medicinal chemistry support. Recently, we described a collaborative effort to define and apply a protocol for the rational selection of a general-purpose screening library, to be used by the screening platforms affiliated with the EU-OPENSSCREEN initiative. Chemists are invited to include their compounds into this jointly-used collection and they receive back rich information about the biological activities from the screening against a wide range of bio-assays.

EU-OPENSSCREEN builds on national networks of chemists and biologists in 16 European partner countries and takes advantage of their expertise and specialized facilities with many years of proven high quality services. This distributed network of partner sites embedded in their excellent research environments will serve as a truly pan-European infrastructure of open-access technology platforms with a broad, collaborative purpose. EU-OPENSSCREEN covers the whole range of target families, biological topics or models. The chemical tools developed within EU-OPENSSCREEN will foster a wider use of the pharmacological approach in biology and help to enter new fields beyond the parent themes of pharmacology, human and veterinary medicine, and toxicology. By testing systematically the chemical collection of EU-OPENSSCREEN in a multitude of highly standardized assays originating from very different biological themes, the screening process will generate valuable information on structure-activity relations of the substances and thereby enrich our understanding of how and where they act. Currently in its 'transition phase' EU-OPENSSCREEN will start full operations as a permanent ERIC (European Research Infrastructure Consortium) at the beginning of 2017.

Literatur

- [1] Horvath, D., Lisurek, M., Rupp, B., Kühne, R., Specker, E., von Kries, J., and Frank, R. (2014). Design of a General Purpose European Compound Screening Library for EU-OPENSREEN. ChemMedChem.
- [2] Meiners, T., Stechmann, B. and Frank, R. (2014). EU-OPENSREEN - chemical tools for the study of plant biology and resistance mechanisms. Journal of Chemical Biology DOI 10.1007/s12154-014-0118-9.



DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR QUALITÄTSFORSCHUNG
(PFLANZLICHE NAHRUNGSMITTEL) e.V.

50. Vortragstagung, 14./15.März 2016
Julius Kühn-Institut, Berlin

Entwicklung von LC/MS-basierten Methoden zum umfassenden Metaboliten-Profilung von Zwiebeln (*Allium cepa*)

Christoph Böttcher, Andrea Krähmer, Hartwig Schulz

Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für ökologische Chemie,
Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Königin-Luise-Str. 19, 14195 Berlin
Email: Christoph.Boettcher@jki.bund.de

Mit einer weltweiten Jahresproduktion von über 80 Millionen Tonnen ist die Zwiebel (*Allium cepa*) neben Möhre und Tomate eine der bedeutendsten gartenbaulichen Kulturpflanzen. Zwiebeln finden nicht nur als Nahrungs- und Würzmittel Verwendung, sondern werden bereits seit dem Altertum auch als pflanzliches Heilmittel eingesetzt. Grundlage für die zahlreichen Verwendungsmöglichkeiten der Zwiebel ist dabei ein breites Spektrum an wertgebenden primären und sekundären Inhaltsstoffen, wie z.B. Fruktooligosaccharide, proteinogene Aminosäuren, S-Alkenylcysteinsulfoxide, Flavonoide und Saponine.

Auf Basis der Flüssigchromatographie-gekoppelten Elektrosprayionisation-Quadrupol-Flugzeitmassenspektrometrie (LC/ESI-QTOFMS) wurden zwei analytische Methoden entwickelt, die in Kombination ein umfassendes qualitatives und quantitatives Profiling der wertgebenden Inhaltsstoffklassen der Zwiebel ermöglichen. Die Vorteile dieser Methoden für gerichtete und ungerichtete metabolische Analysen unterschiedlicher Zwiebel-Kultivare werden vorgestellt, sowie analytische Details zur Extraktion, Chromatographie und Strukturaufklärung einzelner Inhaltsstoffe näher erläutert.



DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR QUALITÄTSFORSCHUNG
(PFLANZLICHE NAHRUNGSMITTEL) e.V.

50. Vortragstagung, 14./15.März 2016
Julius Kühn-Institut, Berlin

Fenchel als nachwachsender Rohstoff

Hans Krüger

Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für ökologische Chemie,
Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Erwin-Baur-Str. 27, 06484 Quedlinburg
Email: hans.krueger@jki.bund.de

Am Beispiel von Fenchel lässt sich sehr gut der Nutzen biologischer Diversität nachweisen, weil diese auch mit einer Vielzahl an Chemotypen im Bereich der Sekundärstoffe verbunden ist. Sekundärstoffe in Arznei- und Gewürzpflanzen sind gewöhnlich wegen ihrer physiologischen oder sensorischen Wirkungen von besonderem Interesse. Die Qualität orientiert sich daher oftmals an der Konzentration dieser speziellen Substanzen in der Droge. Die Verwendung von Arznei- und Gewürzpflanzen als nachwachsende Rohstoffe wurde daher meist unter pharmazeutischen Gesichtspunkten betrachtet. Die Verwendung als Pflanzenschutzmittel, Antioxidans, technischem Hilfsstoff oder Synthesebaustein spielte bisher nur eine untergeordnete Rolle. Für diese Nutzung kommen auch Chemotypen oder Arten in Betracht, von denen bisher bestenfalls eine chemotaxonomische Beschreibung vorliegt. Bei der Sichtung von Fenchel- und anderen Genbankbeständen wurden Typen entdeckt, die völlig außerhalb des pharmazeutischen oder sensorischen Interesses liegen, die aber gerade bzgl. der oben genannten Nutzungsgebiete interessante Alternativen für die industrielle Verwertung darstellen.



Authentication of *Actaea racemosa* L. (black cohosh) raw material by a resilient RP-PDA-HPLC method coupled to chemometrics

Marian Bittner, Matthias F. Melzig

Freie Universität Berlin, Institute of Pharmacy, Königin-Luise-Str. 2+4, 14195 Berlin

The North American medicinal plant *Actaea racemosa* L. (Ranunculaceae, syn. *Cimicifuga racemosa*, aka black cohosh) is widely used to treat climacteric complaints. It's a safer alternative to hormone substitution, which comes along with possible severe side effects. Some recent trials demonstrate the efficacy and safety of approved herbal products of pharmaceutical quality [1].

Today, the sales of *A. racemosa* herbal products are increasing. In 2014 the plant was ranked 4th in the list of the 40 top-selling herbal dietary supplements in the United States [2]. Even in 2010 about 63 medicinal products made from *A. racemosa* extracts were approved or registered in the European Union [3]. The increasing demand for the plant material leads to problems with accidental as well as economically motivated adulteration [4]. Therefore reliable tools for herbal raw material authentication prior to manufacturing procedures are crucial.

Contrary to most published methods, the aim of this study was to develop an economical and plain method to distinguish between closely related American and Asian *Actaea* species. Securely established and resilient analytical methods were coupled to a chemometric evaluation of the resulting data.

We developed and validated a RP-PDA-HPLC method to determine the partly hydrolysis-sensitive polyphenols in *A. racemosa* roots and rhizomes, and applied it to a large set of 174 samples consisting of six *Actaea* species. By a chemometric evaluation of the dataset, we were able to differentiate between Asian *Actaea* species (sheng-ma), one American *Actaea* species (Appalachian bugbane) and *A. racemosa*.

Hence, the developed RP-PDA-HPLC method is an excellent tool for authentication of the corresponding herbal raw material, and can be a powerful addition to the thin layer chromatography methods used in the dedicated pharmacopoeias.

Literatur

- [1] Beer, A.M. and A. Neff, *Differentiated Evaluation of Extract-Specific Evidence on Cimicifuga racemosa's Efficacy and Safety for Climacteric Complaints*. Evidence-based Complementary and Alternative Medicine: eCAM, 2013. 2013: p. 860602.
- [2] Smith, T., *Herbal dietary supplement sales in US increase 6.8 percent in 2014*. HerbalGram, 2015(107): p. 52-59.
- [3] Knoess, W., *Assessment report on Cimicifuga racemosa (L.) Nutt., rhizoma*. European Medicines Agency, Committee on Herbal Medicinal Products (HPMC), 2010.
- [4]. Foster, S., *Exploring the Peripatetic Maze of Black Cohosh Adulteration: A Review of the Nomenclature, Distribution, Chemistry, Market Status, Analytical Methods, and Safety*. HerbalGram, 2013(98): p. 32-51.



Neue Trends & Alte Probleme: Das Leguminosenmykotoxin Phomopsin A in einer „worst case“-Betrachtung

Svenja Schloß^{1,2}, Matthias Koch¹, Sascha Rohr² und Ronald Maul^{2*}

¹Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung (BAM), Fachbereich Lebensmittelanalytik;

²Hamburg School of Food Science, Institut für Lebensmittel-chemie, Universität Hamburg

Email*: ronald.maul@chemie.uni-hamburg.de

Leguminosen wie z.B. Bohnen, Erbsen und Soja leisten aufgrund ihrer Fähigkeit über symbiotische Rhizobien N₂-Fixierung zu betreiben einen wichtigen Beitrag zur effizienten Nutzung armer Böden als Nahrungs- oder Futterquelle sowie für die Gründüngung. Ferner liefern Leguminosen aufgrund ihres hohen Proteingehaltes einen wertvollen Beitrag zu einer veganen oder vegetarischen Ernährung. Zunehmend werden auch die Samen der Süßlupine zu Lebensmitteln verarbeitet. Jedoch sind Lupinen anfällig für Infektionen mit dem saprophytisch oder parasitär wachsenden Pilz *Diaporthe toxica*. Seine hepatotoxischen Metabolite, sog. Phomopsine, sind für die als Lupinose bezeichnete Mykotoxikose von Schafen verantwortlich. Toxische Effekte auf den Menschen sind bislang wenig untersucht.

Für die Überwachung zukünftiger Grenzwerte des Hauptmetaboliten Phomopsin A (PHO-A) in Leguminosenprodukten fordert das aktuelle EU-Mandat M/520 die Entwicklung eines empfindlichen und robusten Analysenverfahrens. Ziel der vorgestellten Arbeiten war die Gewinnung und Anwendung eines optimalen internen Standards für die LC-MS-Analyse dieses Toxins, sowie die Quantifizierung der Toxinbildung in einem „worst case“-Szenario, das den Befall ungünstig gelagerter Leguminosen abbildet.

In einem zweistufigen Prozess wurde ein vollständig ¹⁵N-markierter Isotopenstandard für PHO-A biosynthetisiert, welcher Analytverluste bei der Probenaufarbeitung und Ionensuppression oder -verstärkung bei der LC-MS/MS-Analyse kompensieren kann. Der Isotopenstandard wurde anschließend in eine Stabilisotopenverdünnungsanalytik-LC-MS/MS-Methode implementiert. Die Vielseitigkeit der Methode wurde an unterschiedlichen Probenmaterialien gezeigt. Im Zuge der Methodenentwicklung wurden Lupinen-, Erbsen- und Bohnensamen sowie Lupinenpflanzen mit *D. toxica* beimpft.

Für alle vier authentischen Matrices wurde eine hohe Toxinproduktion durch *D. toxica* festgestellt, die während einer ungünstigen Lagerung der Samen oder anderer Pflanzenteile, bei der sich eine Pilzinfektion ausbreiten kann, denkbar ist. Eine Kontamination aller untersuchten Leguminosen mit PHO-A erscheint somit möglich.

Literatur

- [1] Schloß, S., Koch, M., Rohn, S. and Maul, R. 2015: Development of a SIDA-LC-MS/MS Method for the Determination of Phomopsis A in Legumes. J. Agric. Food Chem. 63 (48):10543-49



Vergleich von herkömmlichen und neugezüchteten Apfelsorten mithilfe ungerichteter, GC-basierter Metabolomanalysen

M. Ehlers^{1*}, C. I. Mack¹, C. H. Weinert¹, B. Ebert¹, B. Trierweiler¹, G. Baab²,
S. E. Kulling¹

¹Institut für Sicherheit und Qualität bei Obst und Gemüse, Max Rubner-Institut Karlsruhe;

²DLR Rheinpfalz, Ahrweiler

Email*: Ehlers.Mona@mri.bund.de

Hintergrund: Der Apfel (*Malus x domestica* Borkh) ist die am meisten produzierte und konsumierte Frucht Deutschlands [1]. Die Vielfalt an hochwertigen Sorten wird ständig durch Neuzüchtungen erweitert, um die Anforderungen von Produzenten und Konsumenten zu erfüllen. Ein wichtiges Züchtungskriterium ist z.B. die Pathogenresistenz [2]. Umfassende Inhaltsstoffanalysen sind erforderlich, um die Qualitätsunterschiede zwischen Sorten hinsichtlich Geschmack, Lagerfähigkeit und Resistenzen gegenüber Schaderregern zu verstehen. Bisherige Sortenvergleichsstudien betrachten jedoch meist nur einzelne Substanzklassen, z.B. Polyphenole [3]. Daher wurde im Rahmen dieser Arbeit eine umfassende Charakterisierung der Metabolitenprofile von 14 überwiegend neugezüchteten Apfelsorten mittels GCxGC-MS- und GC-MS-Analysen durchgeführt.

Methode: Für den Sortenvergleich wurden die Referenzsorte Elstar und 13 neugezüchtete Sorten aus pestizidreduziertem Anbau verwendet. Pro Sorte wurden zehn gemischte Proben aus fünf Äpfeln gewonnen, wobei Schale und Fruchtfleisch getrennt beprobt wurden. Die lyophilisierten, vermahlenden Proben wurden mit Methanol extrahiert, eingeeengt und derivatisiert (Methoximierung und Trimethylsilylierung). Die ungerichtete Analyse der Proben erfolgte mittels GCxGC-MS und GC-MS.

Ergebnisse: Mithilfe der GCxGC-MS- und GC-MS-Analysen konnte das Apfel-Metabolitenprofil umfassend beschrieben (Zucker, organische Säuren, Amino- und Fettsäuren sowie phenolische und lipophile Verbindungen) und dabei markante Unterschiede in der Zusammensetzung von Schale und Fruchtfleisch nachgewiesen werden. Während das Fruchtfleisch eine deutlich höhere Anzahl an Zuckerverbindungen und organischen Säuren enthielt, wurden in der Schale zusätzlich Wachsverbindungen und Triterpene nachgewiesen. Die Unterschiede der Metabolitenprofile der Sorten waren bei der Schale ausgeprägter. Neben den quantitativen Unterschieden im Metabolitenprofil der verschiedenen Sorten wurden z.T. auch sortenspezifische Marker nachgewiesen. Die vorliegenden Metabolitenprofildaten können nun als Grundlage für eine umfassende Bewertung der neugezüchteten Sorten dienen.

Literatur

- [1] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. *Statistisches Jahrbuch*, Kapitel D V, 4040800. Letzter Zugriff am 22.12.2015. Internetadresse: <http://berichte.bmel-statistik.de/SJT-4040800-0000.pdf>.
- [2] Sansavini, S. *et al.* *Advances in apple breeding for enhanced fruit quality and resistance to biotic stresses: new varieties for the European market*. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 2004. 12: S. 13-52.
- [3] Tsao, R. *et al.* *Polyphenolic Profiles in Eight Apple Cultivars Using High-Performance Liquid Chromatography (HPLC)*. *J. Agric. Food Chem.*, 2003. 51(21): S. 6347-6353.



Identification of physiological and quality aspects by applying different nitrogen forms on grapes

Carina Paola Lang, Nikolaus Merkt, Christian Zörb

Institute of Crop Science, Quality of Plant Products (340e), University of Hohenheim,
Emil-Wolff-Str. 25, 70599 Stuttgart
Email: langca@uni-hohenheim.de

Nitrogen (N) is the most common soil-borne macronutrient and simultaneously the most limiting factor in grapevines [1]. It plays an important role in many biochemical and physiological processes in the plant. Especially in viticulture, N is an important factor in many fermentative microorganisms that optimizes must composition. The N translocation and its utilization within the plant depends on the applied dose, as well as on the used N form. As a result, nitrogen nutrition has a high potential to affect high-quality components such as secondary metabolites, e.g. resveratrol and phenolic compounds, including beneficial substances in the grape and the resulting wine. These metabolites are very important for the vinification process including fermentation and formation of aromatics.

The final aim of this study is to detect the impact of different nitrogen forms such as ammonium, nitrate, urea, glutamine and arginine on yield, N uptake, N use efficiency and metabolites in leaves, berries and finally in the resulting wine. First results indicate a huge impact of rootstocks on N uptake and plant growth besides the given N- form.

Literatur

- [1] BELL, S-Y., HENSCHKE, P.A. (2005) Implications of nitrogen nutrition for grapes, fermentation and wine, Au. J. Grape Wine Res. (2005), 11, S. 242-295



Biofortifikation von Erdbeeren mit Iod durch eine Boden- und Blattdüngung

Diemo Daum^{1}, Christian Meinecke¹, Christoph Budke¹, Rudolf Faby² und Ketut A. Wijaya³*

¹Hochschule Osnabrück, Fachgebiet Pflanzenernährung;

²Versuchs- und Beratungsstation für Obst- und Gemüseanbau Langförden;

³University of Jember, Faculty of Agriculture, Indonesien

Email*: d.daum@hs-osnabrueck.de

Iod ist ein essentielles Spurenelement für den Menschen, da es für eine normale Schilddrüsenfunktion unentbehrlich ist. In vielen Regionen der Welt wird dieser Mineralstoff mit der Nahrung nicht ausreichend aufgenommen [1]. Grund hierfür ist, dass Ackerböden oft nur wenig pflanzenverfügbares Iod enthalten. Durch eine Düngung mit iodhaltigen Salzen kann der Iodgehalt in Nahrungspflanzen erhöht werden, wie z.B. Untersuchungen an Gemüse zeigen [2]. Im Rahmen der hier vorgestellten Untersuchungen wurde geprüft, ob auch Früchte von Erdbeeren während des Anbaus gezielt mit Iod angereichert werden können.

Der Versuch erfolgte im Freiland mit Erdbeeren der Sorten 'Elsanta' (gepflanzt als A+-Frigopflanzen, 1. Standjahr) und 'Senga Sengana' (im 3. Standjahr), die auf einem sandigen Lehmboden kultiviert wurden. Die Iodapplikation geschah einmal als Bodendüngung 14 Tage nach der Pflanzung im Gießverfahren mit KIO_3 (0; 1,0; 2,5 bzw. 7,5 kg I ha^{-1}) und zum anderen als Blattdüngung ab dem Ballonstadium durch Spritzung mit KI (1x oder 4x mit 0,05 – 0,2 kg I ha^{-1}) unter Zusatz des Netzmittels BREAK-THRU[®] S 240 (0,02 Vol.-%). Das Versuchsdesign entsprach einer randomisierten Blockanlage mit 4 Wiederholungen je Variante. Neben dem Fruchtertrag wurden der Zucker- und Säuregehalt, die Fruchtfleischfestigkeit sowie der Botrytisbefall der Früchte erfasst und das Auftreten von Blattschäden bonitiert. Der Iodgehalt wurde im Boden nach CaCl_2 -Extraktion und in der Trockensubstanz der Früchte nach TMAH-Extraktion mittels ICP-MS bestimmt (DIN EN 15111:2007-06).

Die Bodendüngung mit KIO_3 führte nur zu einer relativ geringen Anreicherung von Iod in den Erdbeerfrüchten (maximal 12 $\mu\text{g I (100 g FM)}^{-1}$), da das gedüngte Iod im Boden sehr rasch in nicht mehr pflanzenverfügbare Formen überführt wurde. Durch eine KI-Blattdüngung mit 0,2 kg I ha^{-1} , die einmalig kurz vor der Ernte der Früchte bzw. wiederholt in der Blüte erfolgte, konnte der angestrebte Iodgehalt in den Erdbeeren erreicht werden (bis 55 $\mu\text{g I (100 g FM)}^{-1}$). Die Ioddüngung hatte keinen Einfluss auf den Fruchtertrag, die Fruchtfleischfestigkeit und den Säuregehalt der Früchte. Eine wiederholte Blattdüngung zur Blüte führte allerdings zu einem leicht reduzierten Zuckergehalt in den Erdbeeren und verursachte rötlich-violette Blattver-

färbungen. Die Blattdüngung zu der Erdbeerkultur im 3. Standjahr (4x KI während der Blüte mit insgesamt 0,3 kg I ha⁻¹) reduzierte den Botrytisbefall an den Früchten um rund 30 % im Vergleich zur Kontrolle (4x Spritzung mit Wasser). In praxisüblich mit Fungiziden (2 x Switch[®], 2x Teldor[®] + Ortivia[®]) behandelten Parzellen war der Botrytisbefall um rund 75 % gegenüber der Kontrolle vermindert.

Literatur

- [1] Andersson, M., Karumbunathan, V. and M. B. Zimmermann 2012: Global iodine status in 2011 and trends over the past decade. *J. Nutr.* 142:744-750. doi: 10.3945/jn.111.149393
- [2] Lawson, P. G., Daum, D., Czauderna, R., Meuser, H. and J.W. Härtling 2015: Soil versus foliar iodine fertilization as a biofortification strategy for field-grown vegetables. *Front. Plant Sci.* 6:450. doi: 10.3389/fpls.2015.00450



Fortifikation von Äpfeln mit Iod durch eine Nachernte-Tauchbehandlung

Christoph Budke^{1}, Stephanie thor Straten², Karl H. Mühling² und Diemo Daum¹*

¹Hochschule Osnabrück, Fachgebiet Pflanzenernährung;

²Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde
Email*: c.budke@hs-osnabrueck.de

In Deutschland sind derzeit noch rund 30 % der Bevölkerung unzureichend mit dem essentiellen Spurenelement Iod versorgt [1]. In Ergänzung zu beste-henden Prophylaxemaßnahmen, wie der Verwendung von iodiertem Speisesalz, kommt die Iod-Fortifikation von frischen Lebensmitteln wie z.B. Äpfeln in Betracht. Vor der Vermarktung von Äpfeln findet häufig eine Sortierung mittels Schwemmen-leerung statt, die zur Tauchbehandlung mit Iod genutzt werden könnte. Hierzu wurden erste grundlegende Untersuchungen durchgeführt.

Die Untersuchungen erfolgten mit Äpfel der Sorte 'Golden Delicious' aus dem gartenbaulichen Versuchsbetrieb der Hochschule Osnabrück. Nach der Ernte wurden die Früchte für ca. 3 Wochen bei 2 °C gelagert. Das Standardprozedere bezog Äpfel der Kaliber 65 – 70 mm ein, beinhaltete eine 2-minütige Tauchbe-handlung mit 375 mg Iod L⁻¹ als KI oder KIO₃ unter Zusatz des Netzmittels BREAK-THRU[®] S 240 (0,02 Vol.-%) und erfolgte bei einer Wassertemperatur von 5 °C. Weitere Versuchsvarianten bestanden aus einer Tauchbehandlung mit 125 und 250 mg Iod L⁻¹, einer 10-minütigen Tauchzeit, einer Wassertemperatur von 20 °C, dem Verzicht auf das Netzmittel bzw. der Verwendung von größeren Äpfeln (75 - 80 mm). Alle Untersuchungen wurden mit 4 Wiederholungen à 5 Äpfeln durchgeführt. Nach dem Tauchen erfolgte eine Lagerung der Früchte für 6 Tage bei 2 °C und für weitere 6 Tage bei 20 °C (Simulation des Distributionsweges). Anschließend wurden die Äpfel in Segmente zerteilt und gewaschen (Standardprozedere) bzw. blieben ungewaschen oder wurden geschält. Das Probenmaterial wurde bei 55 °C getrocknet, fein vermahlen, mit TMAH extrahiert und der Iodgehalt mittels ICP-MS nach DIN EN 15111:2007-06 bestimmt.

Eine Steigerung der Iodkonzentration in der Tauchlösung führte zu höheren Iodgehalten in den Äpfeln. Das angestrebte Niveau von 50 - 100 µg Iod (100 g FM)⁻¹ wurde mit einer Iodkonzentration von 375 mg Iod L⁻¹ erreicht. Die Fruchtgröße hatte bei KIO₃-Angebot keinen Einfluss auf den Iodgehalt, während dieser bei KI-Angebot in großen Früchten vermindert war. Das eingesetzte Netzmittel führte zu keiner weiteren Steigerung des Iodgehaltes in den Äpfeln. Zu prüfen bleibt, ob dies auch bei anderen Apfelsorten mit sehr wachsiger Fruchtschale (z.B. 'Jonagold') zutrifft. Eine

längere Tauchzeit und die Erhöhung der Tauchtemperatur wirkten sich ebenfalls nicht auf die Iodanreicherung aus. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass die Aufnahme des Iods in die Äpfel erst nach dem Tauchen erfolgte. Gewaschene und ungewaschene Früchte wiesen gleich hohe Iodgehalte auf, während sie bei geschälten Äpfeln um ca. 50 % vermindert waren.

Literatur

- [1] Johner, S. A., M. Thamm, R. Schmitz und T. Remer 2015: Examination of iodine status in the German population: an example for methodological pitfalls of the current approach of iodine status assessment. *Eur. J. Nutr.*, DOI 10.1007/s00394-015-0941-y



Reduktion der Verluste bei Süßkirschen (*Prunus avium* L.) durch Essigsäurebehandlung

Karin Hassenberg^{1}, Felix Schuhmann^{1,2}, Nadja Förster², Werner B. Herppich¹,
Martin Geyer¹, Christian Ulrichs², Susanne Huyskens-Keif²*

¹Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V., Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam;

²Humboldt-Universität zu Berlin, Lebenswissenschaftliche Fakultät, Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Urbane Ökophysiologie der Pflanzen,

Lentzeallee 55/57, 14195 Berlin

Email*: khassenberg@atb-potsdam.de

Süßkirschen (*Prunus avium* L.) erfreuen sich zunehmender Beliebtheit in Deutschland und in vielen Ländern Europas. Aufgrund ihrer hohen Stoffwechselaktivität und Anfälligkeit gegenüber mikrobiellem Befall sind sie nur relativ kurzzeitig vermarktungsfähig. In den letzten Jahren stieg bei vielen Obst- und Gemüseprodukten die Anwendung von chemischen (z.B. Wasserstoffperoxid, Chlordioxid, Ethanol, Essigsäure) und physikalischen (z.B. Hitzebehandlung, UV-Bestrahlung, Ozon) Nacherntebehandlungsmaßnahmen auf nationaler und internationaler Ebene deutlich an [2, 3, 4, 5]. In Deutschland ist dieser Einsatz jedoch bislang gesetzlich begrenzt. Essigsäure (C₂H₄O₂) eignet sich aufgrund ihrer fungiziden und antimikrobiellen Eigenschaften für eine Nacherntebehandlung und ist als Konservierungsmittel zugelassen [1]. In der vorliegenden Untersuchung wurden die Auswirkungen von Essigsäure-Behandlungen auf den mikrobiellen Besatz und auf äußere und sensorische Qualitätseigenschaften sowie auf wertgebende Inhaltsstoffe bei zwei Süßkirschensorten ('Merchant' und 'Oktavia') analysiert. Ziel war die nachhaltige Verlängerung der Vermarktungsfähigkeit und die Reduzierung von Nachernteverlusten durch die Bereitstellung von hygienisch einwandfreien und qualitativ hochwertigen Süßkirschen.

Kirschen beider Sorten wurden in einem Erzeugerbetrieb in Werder (Brandenburg) geerntet, am gleichen Tag unterschiedlichen Essigsäure-Behandlungen unterzogen (c = 3 mg l⁻¹, 6 mg l⁻¹, 9 mg l⁻¹, t = 30 min) und anschließend bis zu 14 Tage bei 4 °C bzw. 20 °C gelagert; unbehandelte Früchte dienten als Kontrolle. Nach 5, 10 und 14 Tagen wurden die aerobe mesophile Gesamtkeimzahl, die Anzahl an Hefen und Schimmelpilzen, Farbe, Anthocyan-gehalte, Transpirations- und Respirationsraten sowie das Zucker-Säure-Verhältnis bestimmt und sensorische Tests durchgeführt.

Die Ergebnisse zeigten deutliche Reaktionsunterschiede der Kirschen beider Sorten auf die Behandlung mit Essigsäure. Durch die Essigsäure-Behandlung wurden bei der Sorte 'Merchant' Gesamtkeimzahl sowie Farbe und Anthocyan-

gehalte der Früchte während der gesamten Lagerperiode bei 4 °C und 20 °C im Vergleich zur Kontrolle nicht signifikant beeinflusst. Im Gegensatz hierzu konnte bei der Sorte 'Oktavia' ein Mikroorganismen-inhibierender Effekt bei höheren Essigsäure-Konzentrationen (6 mg l⁻¹) und tiefen Lagertemperaturen bis Tag 10 erreicht werden. Farbe und Anthocyangehalte der Früchte blieben während der Lagerung bei 4 °C und 20 °C fast konstant, nahmen jedoch bei höheren Essigsäurekonzentrationen (9 mg l⁻¹) tendenziell ab. Die sensorische Bewertung (Essigsäuregeruch und -geschmack) zeigte keinen Einfluss der Behandlung bei 'Merchant' Kirschen; im Gegensatz dazu wurde bei 'Oktavia' Kirschen bei einer Essigsäurekonzentration von 6 mg l⁻¹ ein negativer Effekt am Tag 5 nachgewiesen.

Literatur

- [1] Davidson, P. M. and V. K. Juneja 1990: Antimicrobial agents. In: Branen, A. L., Davidson, P. M., Salminen, S. (Eds.): Food Additives. Marcel Dekker, New York, pp. 83-137.
- [2] Feliziani, E., Santini, M., Landi, L. and G. Romanazzi 2103: Pre- and postharvest treatment with alternatives to synthetic fungicides to control postharvest decay of sweet cherry. *Postharvest Biology and Technology* 78: 133-138.
- [3] Hassenberg, K., Geyer, M., Ammon, C. and W. B. Herppich 2011: Physico-chemical and sensory evaluation of strawberries after acetic acid vapour treatment. *European Journal of Horticultural Science* 76(4):125-131.
- [4] Herppich, W. B., Huyskens-Keil, S. and K. Hassenberg 2015: Impact of ethanol treatment on the chemical properties of cell walls and their influence on toughness of white asparagus (*Asparagus officinalis* L.) spears. *Food and Bioprocess Technology - An International Journal* 8(7): 1476–1484.
- [5] Pasquariello, M. S., Di Patre, D., Mastrobuoni, F., Zampella, L., Scortichini, M. and M. Petriccione 2015: Influence of postharvest chitosan treatment on enzymatic browning and antioxidant enzyme activity in sweet cherry fruit. *Postharvest Biology and Technology* 109: 45-56.



Chlordioxidbehandlung als Beitrag zur Qualitätserhaltung von Bleichspargel (*Asparagus officinalis* L.)

K. Hassenberg^{1*}, W.B. Herppich¹, S. Huyskens-Keil²

¹Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V., Potsdam, Deutschland;

²Humboldt-Universität zu Berlin, Fachgebiet Urbane Ökophysiologie, Forschungsgruppe
Produktqualität/Qualitätssicherung, Berlin, Deutschland
Email*: khassenberg@atb-potsdam.de

Bleichspargel (*Asparagus officinalis* L.) ist ein sehr wichtiges und populäres Gemüse in Deutschland, das zunehmend längerfristig gelagert und auch in zunehmendem Maße als geschältes Produkt vermarktet wird. Ein knackiges frisches Aussehen beim Kauf lässt jedoch keine Rückschlüsse über eine mögliche Belastung mit phyto- oder potentiell humanpathogenen Mikroorganismen zu. Für eine gute Produktqualität im Nacherntebereich ist sowohl der mikrobiologische als auch der physiologische Status des Produktes von Bedeutung. Verluste durch mikrobiologischen Verderb werden auf ca. 30 % geschätzt. Die Optimierung von bestehenden bzw. die Entwicklung von neuen Nachernteverfahren ist daher von besonderer Bedeutung für die Produktionskette von Spargel. Da der Einsatz von Chemikalien, wie Chlor und Methylbromid auf Grund der Gefahr der Bildung von krebserzeugenden Nebenprodukten in Deutschland verboten ist, soll der Einsatz von Chlordioxid im Waschwasser als Alternative untersucht werden [1, 2, 3].

In vier unabhängigen Versuchen wurde über einen Zeitraum von vier Jahren Bleichspargel (cv. Gijnlim) frisch geerntet, gewaschen, sortiert und portioniert. Anschließend wurde der Spargel mit Chlordioxid haltigem Wasser (5 ppm, 30 sec oder 50 ppm, 30 oder 90 sec) gewaschen. Unbehandelte Stangen dienten als Kontrolle. Behandelte und unbehandelte Stangen wurden bei 20°C in wasserdampfgesättigter Atmosphäre für vier Tage gelagert. Am Behandlungstag sowie an den Tagen zwei und vier wurden die aerobe mesophile Gesamtkeimzahl (GKZ), Hefen und Schimmelpilze sowie physiologische Qualitätsparameter und die mechanischen Eigenschaften der Stangen untersucht. Zusätzlich wurden Geschmack und Geruch der Stangen durch ein Panel beurteilt.

Die GKZ am Versuchstag lag zwischen 10^5 und 10^6 KbE ml⁻¹, die Anzahl an Hefen und Schimmelpilzen zwischen 10^2 - 10^4 KbE ml⁻¹ bzw. 10^2 - 10^3 KbE ml⁻¹. Während der Lagerung stieg die GKZ auf Werte zwischen $1.0 \cdot 10^7$ - $7.2 \cdot 10^7$ KbE ml⁻¹, die Anzahl an Hefen erhöhte sich auf Werte zwischen $9 \cdot 10^3$ KbE ml⁻¹ und $1.4 \cdot 10^6$ KbE ml⁻¹, die Anzahl an Schimmelpilzen erreichte Werte von etwa 10^4 KbE ml⁻¹.

Die GKZ der behandelten Stangen ($c(\text{ClO}_2) = 5$ ppm, $t = 30$ sec) lag nach vier Tagen etwa einen log unter denen der Kontrollstangen. Eine Erhöhung der ClO_2

Konzentration und eine Verlängerung der Behandlungszeit auf 90 sec erbrachte keine höhere Reduktion der GKZ. Auf die Anzahl an Hefen und Schimmelpilzen hatten die Behandlungen keinen Einfluss.

Nach vier Tagen lagen die Werte für Schimmelpilze (Kontrollen) etwa einen log über den Startwerten am Tag Null. Das Waschen mit Chlordioxid haltigem Wasser hatte keinen Einfluss auf die Anzahl an Hefen, die Erhöhung der ClO₂ Konzentration auf 50 ppm (t = 30 sec) resultierte in einer Reduktion um einen halben log, die zusätzliche Erhöhung der Einwirkzeit auf 90 sec resultierte in einer zusätzlichen 0,5 log Reduktion. Durch mikroskopische Analyse der Species konnten *Penicillium sp.*, *Fusarium sp.* und *Acremonium sp.* als die dominierenden Schimmelpilze identifiziert werden.

Der Vitamin C Gehalt, die Atmungsrate und die Trockenmasse wurden über den Lagerzeitraum durch die ClO₂ Behandlung nicht negativ beeinflusst. Ebenso wurde weder der Geruch noch der Geschmack der Spargelstangen durch die Behandlung (c(ClO₂ = 50 mg l⁻¹) beeinträchtigt.

Literatur

- [1] Brungs W. A. 1973: Effects of residual chlorine on aquatic life. J. Water Pollut. Control Fed. 45: 2180-2193.
- [2] LFGB 2011: Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuch 8. September 2011, BGBl Teil 1 Nr. 47 Bonn, Germany: 1770-1812.
- [3] Wei C. I., Cook D. L. and J. R. Kirk 1985: Use of chlorine compounds in the food industry. Food Technol. 39: 107-115.

Wissenschaftliche Leitung:

Prof. Dr. Bernd Honermeier, Gießen

Prof. Dr. Sabine Kulling, Karlsruhe

Prof. Dr. Karl H. Mühling, Kiel

Prof. Dr. Elke Pawelzig, Göttingen

Prof. Dr. Gerold Rimbach, Kiel

Dir. und Prof. Dr. Hartwig Schulz, Berlin

Dr. Ute Tietz, Potsdam-Bornim

Prof. Dr. Christian Zörb, Hohenheim

Organisation der Tagung:

Dr. Christoph Böttcher,

Dr. Andrea Krähmer,

Dir. und Prof. Dr. Hartwig Schulz

Julius Kühn-Institut

Institut für ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und
Vorratsschutz, Königin-Luise-Straße 19, Berlin-Dahlem

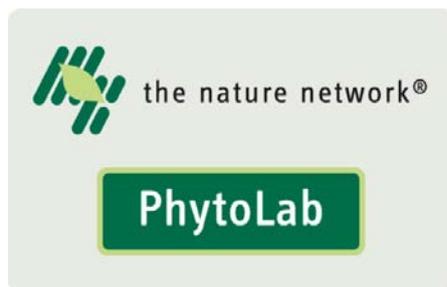
Sponsoren:



Boehringer Ingelheim AG & Co KG



Gemeinschaft der Förderer und Freunde des Julius Kühn-Instituts e. V.



Phytolab GmbH & Co KG, Vestenbergsgreuth



August Storck KG, Berlin



Symrise AG, Holzminden

„Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft“ erscheinen seit 1995 in zwangloser Folge

Seit 2008 werden sie unter neuem Namen weitergeführt:
„Berichte aus dem Julius Kühn-Institut“

- Heft 158, 2010: 14. Fachgespräch: „Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau – Probleme und Lösungsansätze“. Phosphonate. Bearbeitet von Stefan Kühne, Britta Friedrich, 34 S.
- Heft 159, 2011: Handbuch. Berechnung der Stickstoff-Bilanz für die Landwirtschaft in Deutschland, Jahre 1990 – 2008. Martin Bach, Frauke Godlinski, Jörg-Michael Greef, 28 S.
- Heft 160, 2011: Die Version 2 von FELD_VA II und Bemerkungen zur Serienanalyse. Eckard Moll, 34 S.
- Heft 161, 2011: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz - Jahresbericht 2010 - Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2010. Bearbeitet von Bernd Freier, Jörg Sellmann, Jürgen Schwarz, Marga Jahn, Eckard Moll, Volkmar Gutsche, Wolfgang Zornbach, 86 S.
- Heft 162, 2011: Viertes Nachwuchswissenschaftlerforum 2011 - Abstracts - , 62 S.
- Heft 163, 2012: Bewertung und Verbesserung der Biodiversität leistungsfähiger Nutzungssysteme in Ackerbaugebieten unter Nutzung von Indikatorvogelarten. Jörg Hoffmann, Gert Berger, Ina Wiegand, Udo Wittchen, Holger Pfeffer, Joachim Kiesel, Franco Ehler, 215 S., Ill., zahlr. graph. Darst.
- Heft 164, 2012: Fachgespräch: „Kupfer als Pflanzenschutzmittel“ Berlin-Dahlem, 1. Dezember 2011. Bearbeitet von Stefan Kühne, Britta Friedrich, Peter Röhrig, 102 S.
- Heft 165, 2012: Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln – Bericht 2008 bis 2011. Bernd Hommel, 162 S.
- Heft 166, 2012: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz - Jahresbericht 2011 - Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2011. Bearbeitet von Bernd Freier, Jörg Sellmann, Jürgen Schwarz, Bettina Klocke, Eckard Moll, Volkmar Gutsche, Wolfgang Zornbach, 104 S.
- Heft 167, 2012: Fünftes Nachwuchswissenschaftlerforum 2012, 4. - 6. Dezember in Quedlinburg, 50 S.
- Heft 168, 2013: Untersuchungen zur Bildung von Furocumarinen in Knollensellerie in Abhängigkeit von Pathogenbefall und Pflanzenschutz. Andy Hintenaus, 92 S.
- Heft 169, 2013: Pine Wilt Disease, Conference 2013, 15th to 18th Oct. 2013, Braunschweig / Germany, Scientific Conference, IUFRO unit 7.02.10 and FP7 EU-Research Project REPHRAME – Abstracts –. Thomas Schröder, 141 S.
- Heft 170, 2013: Fachgespräch: „Kupfer als Pflanzenschutzmittel“, Berlin-Dahlem, 7. Dezember 2012. Bearbeitet von Stefan Kühne, Britta Friedrich, Peter Röhrig, 89 S.
- Heft 171, 2013: Sechstes Nachwuchswissenschaftlerforum 2013, 27. - 29. November in Quedlinburg - Abstracts - , 52 S.
- Heft 172, 2013: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz, Jahresbericht 2012, Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2012. Bearbeitet von Bernd Freier, Jörg Sellmann, Jörn Strassemeyer, Jürgen Schwarz, Bettina Klocke, Hella Kehlenbeck, Wolfgang Zornbach, 111 S.
- Heft 173, 2014: Statusbericht Biologischer Pflanzenschutz 2013. Johannes A. Jehle, Annette Herz, Brigitte Keller, Regina G. Kleespies, Eckhard Koch, Andreas Larem, Annegret Schmitt, Dietrich Stephan, 117 S.
- Heft 174, 2014: 47th ANNUAL MEETING of the SOCIETY FOR INVERTEBRATE PATHOLOGY and INTERNATIONAL CONGRESS ON INVERTEBRATE PATHOLOGY AND MICROBIAL CONTROL, 176 S.
- Heft 175, 2014: NEPTUN-Gemüsebau 2013. Dietmar Roßberg, Martin Hommes, 44 S.
- Heft 176, 2014: Rodentizidresistenz. Dr. Alexandra Esther, Karl-Heinz Berendes, Dr. Jona F. Freise, 52 S.
- Heft 177, 2014: Siebentes Nachwuchswissenschaftlerforum 2014, 26. - 28. November in Quedlinburg - Abstracts -, 57 S.
- Heft 178, 2015: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz, Jahresbericht 2013, Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2013. Bearbeitet von Bernd Freier, Jörg Sellmann, Jörn Strassemeyer, Jürgen Schwarz, Bettina Klocke, Hella Kehlenbeck, Wolfgang Zornbach, 103 S.
- Heft 179, 2015: Fachgespräch: „Kupfer als Pflanzenschutzmittel“ Berlin-Dahlem, 21. November 2014. Stefan Kühne, Britta Friedrich, Peter Röhrig, 56 S.
- Heft 180, 2015: Fachgespräch: „Gesunderhaltung von Pflanzen im Ökolandbau im Spannungsfeld von Grundwerteorientierung, Innovation und regulatorischen Hemmnissen“ Berlin-Dahlem, 20. November 2014. Stefan Kühne, Britta Friedrich, Peter Röhrig, 40 S.
- Heft 181, 2015: Achtes Nachwuchswissenschaftlerforum 2015, 19. - 21. Oktober in Quedlinburg - Abstracts -, 42 S.
- Heft 182, 2015: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz, Jahresbericht 2014, Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2014. Bearbeitet von Bernd Freier, Jörg Sellmann, Jörn Strassemeyer, Jürgen Schwarz, Bettina Klocke, Silke Dachbrodt-Saaydeh, Hella Kehlenbeck, Wolfgang Zornbach, 42 S.

