

**Sekundäre Pflanzenstoffe –
Rohstoffe, Verarbeitung
und biologische Wirksamkeiten**

52. Vortragstagung



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

26. - 27. März 2018
Justus-Liebig-Universität
in Gießen

- Abstracts -



Berichte aus dem Julius Kühn-Institut

193

Kontaktadresse/ Contact

Dr. Hartwig Schulz
Julius-Kühn-Institut
Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen
Institut für ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz
Königin-Luise-Str. 19
14195 Berlin-Dahlem
Telefon 00 49 (0) 30 83 04-25 00
Telefax 00 49 (0) 30 83 04-25 03
hartwig.schulz@julius-kuehn.de

Veranstalter

Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung (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.: 0049 (0)431 880 3189
Fax: 0049 (0)431 880 1625

Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V.
ProcessNet-Fachgemeinschaft
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.julius-kuehn.de> Bereich Publikationen – 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.julius-kuehn.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.2018.193.000



Dieses Werk ist lizenziert unter einer [Creative Commons – Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen – 4.0 Lizenz](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

This work is licensed under a [Creative Commons – Attribution – ShareAlike – 4.0 license](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Vorwort zur 52. DGQ-Vortragstagung

Mit dem Leitthema „Sekundäre Pflanzenstoffe – Rohstoffe, Verarbeitung und biologische Wirksamkeiten“ der diesjährigen Jahrestagung der DGQ, die gemeinsam mit der ProcessNet Fachgruppe „Phytoextrakte – Produkte und Prozesse“ veranstaltet wird, richten wir den Fokus auf eine Gruppe von Pflanzen-Inhaltsstoffen, die in den letzten Jahren stärker in den Mittelpunkt der biologischen, ernährungs-wissenschaftlichen und agrarwissenschaftlichen Forschung gerückt ist. So wurden in den vergangenen Jahren weitere Fortschritte bei der Aufklärung der Synthesewege und des Vorkommens sowie der chemischen Struktur einiger dieser Verbindungen erzielt. Sehr intensiv und gut erforscht sind mittlerweile die Polyphenole (Phenolsäuren, Flavonoide, Tannine) und die Terpene (Mono-, Sesqui-, Di- und Triterpene), deren Eigenschaften und biologische Funktionen heute besser verstanden werden. Auch in der medizinischen Forschung spielen die gesundheitlichen Wirkungen dieser Verbindungen mittlerweile eine Rolle. Trotz aller Aktivitäten steht die Forschung bei der vollständigen Aufklärung der Funktionen, die diese Verbindungen im Stoffwechsel der Pflanze, in der Interaktion zwischen Pflanze und Umwelt sowie in der menschlichen Ernährung spielen, noch am Anfang.

Sekundäre Pflanzenstoffe kommen in der Regel in sehr geringen Konzentrationen in Kulturpflanzen bzw. in pflanzlichen Lebensmitteln vor. Trotzdem sind sie für die Qualität und den Gebrauchswert zahlreicher pflanzlicher Lebensmittel von großer Bedeutung. Als Beispiele für einen direkten Einfluss auf die Qualität frischer oder verarbeiteter Lebensmittel können genannt werden: (1) die Carotinoide, die für die Gelb-Pigmentierung von Cerealien (vor allem Durum-Weizen), Kartoffeln und Gemüse-Arten verantwortlich sind; (2) die Glucosinolate und deren Spaltprodukte, die die sensorischen und physiologischen Eigenschaften von Raps und Brassica-Gemüse bestimmen; (3) die Polyphenole (z. B. Phenolsäuren, Flavonoide, Tannine), die in sehr vielen pflanzlichen Lebensmitteln für die Farbgebung sowie die sensorischen und ernährungsphysiologischen Eigenschaften verantwortlich sind oder (4) die ätherischen Öle, in denen viele flüchtige Verbindungen (Hemi-, Mono-, Sesquiterpene, Phenylpropanoide) den Geschmack und das Aroma von Kräuter-Tees und pflanzlichen Gewürzen bestimmen.

Neben den ernährungsphysiologisch positiven Effekten sind auch negative Wirkungen einiger Verbindungen Gegenstand der laufenden Forschungsarbeiten. Hierzu zählen u. a. die Pyrrolizidin-Alkaloide, die in vielen Pflanzenarten zum Schutz vor Fraß-Feinden synthetisiert werden. Als gesundheitlich bedenklich werden insbesondere die 1,2-ungesättigten Pyrrolizidin-Alkaloide angesehen, denen gentoxische Effekte zugesprochen werden. In laufenden Forschungsarbeiten werden Fragen der Toxikologie, der Kontaminations-Wege und der Vermeidungsstrategien dieser Verbindungen bearbeitet.

Auf der 52. Vortragstagung der DGQ, die gemeinsam mit der ProcessNet, Fachgruppe Phytoextrakte, an der Justus-Liebig-Universität Gießen veranstaltet wird, werden in mehr als 20 Vorträgen sowie auf 18 Postern aktuelle Fragestellungen des Vorkommens, der Analytik und Zusammensetzung sowie der ernährungs-physiologischen Wirksamkeit von sekundären Pflanzenstoffen behandelt. Die Palette der hier berücksichtigten pflanzlichen Rohstoffe und Produkte ist sehr groß. Sie reicht vom Raps über Körnererbsen, Hopfen, Sonnenhut, Pfeffer, Salbei und Minze bis zum Hanf. Es werden Aspekte der Züchtung, der Kultivierung, der Phytofarmazie, der chemischen Analytik sowie der Toxizität ausgewählter Verbindungen und der Verarbeitung einiger pflanzlicher Rohstoffe vorgestellt. Darüber hinaus werden auch über die Humanernährung hinausgehende Anwendungsgebiete und neue physiologische Wirkungen sekundärer Pflanzenstoffe vorgestellt, die z. B. in der Tierernährung zur Gesunderhaltung von Nutztieren eine Rolle spielen können. Die Vorträge spiegeln somit einen Teil der vielfältigen Arbeitsgebiete der Mitglieder der Deutschen Gesellschaft für Qualitätsforschung (Pflanzliche Nahrungsmittel) e. V. und der Aktivitäten der ProcessNet Fachgruppe Phytoextrakte wider.

Der Fachbereich Agrarwissenschaften, Ökotrophologie und Umweltmanagement der Justus-Liebig-Universität Gießen, vertreten durch den Dekan, Prof. Dr. Eder, sowie durch die Professur für Pflanzenbau, sind Gastgeber der diesjährigen Tagung. Zum Gelingen der Tagung haben die Geschäftsführung und der Vorstand der DGQ sowie das Organisationsteam vor Ort (u. a. Dr. Bettina Leschhorn) beigetragen, bei denen wir uns für die Unterstützung sehr herzlich bedanken.

Ein Dank geht auch an die Sponsoren der Veranstaltung, die durch finanzielle Unterstützung ebenfalls zum Gelingen der Tagung beigetragen haben.

Das Organisations-Team wünscht, auch im Namen des Präsidenten der DGQ, Prof. Dr. Karl-Heinz Mühling, sowie im Namen der ProcessNet Fachgruppe „Phytoextrakte - Produkte und Prozesse“ allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern einen angenehmen und interessanten Verlauf der 52. Vortagstagung der Deutschen Gesellschaft für Qualitätsforschung (DGQ) und des Jahrestreffens der ProcessNet Fachgruppe „Phytoextrakte - Produkte und Prozesse“.

Bernd Honermeier

Gießen, den 1. März 2018



Inhaltsverzeichnis

VORTRÄGE

Der Einsatz polyphenolhaltiger Pflanzen zur Verbesserung der Gesundheit bei Nutztieren Klaus Eder	9
HPTLC-Profiling macht Produktqualität sichtbar Gertrud Morlock	11
Quality aspects in open-pollinated onion varieties from Western-Europe Maria Romo Pérez, Nikolaus Merkt, Sabine Zikeli, Christian Zörb	12
Veränderungen im Metabolismus von Rapssaat bei feuchter Lagerung und Auswirkungen auf die sensorische Qualität kaltgepresster Rapsspeiseöle Rabea Schweiger, Anja Bonte, Caroline Pons, Claudia Wagner, Ludger Brühl, Bertrand Matthäus, Caroline Müller	13
Chemische Diversität von Schwarzkümmel und Anforderungen an eine Definition der Qualität Andrea Krähmer, Christoph Böttcher, Hans-Jürgen Ulrichs, Anette Naumann, Hartwig Schulz	15
Molekular-sensorische Charakterisierung wertgebender Scharfstoffe in gestresstem und nativem, schwarzem Pfeffer (<i>Piper nigrum</i> L.) C. Dawid, L. Beltrán, A. Henze, O. Frank, M. Beltrán, J. Levermann, S. Titt, S. Thomas, V. Puerschel, M. Satalik, G. Gisselmann, H. Hatt, T. Hofmann	17
Liquid-Liquid Chromatography: A versatile and scalable separation technique for the purification of minor hop compounds Simon Roehrer, Juergen Behr, Verena Stork, Mara Ramires, Mirjana Minceva	18
Zellaufschluss zur Extraktion von Pflanzeninhaltsstoffen: Methoden zur Quantifizierung und technische Anwendung Max Schön, Hans-Jörg Bart	20
Neue Wege zur Wirkstoffgewinnung aus Pflanzen S. Bachtler, H.-J. Bart	21
Pressurized hot water extraction of 10-deacetylbaccatin III from yew for industrial application Maximilian Sixt, Jochen Strube	22

Industriehanf – Der große Boom?!	23
L. Bredtmann, J. Schulmeyr, M. Tippelt	
Sonnenhut CO ₂ -Extrakte – wirksam für die Gesundheit	25
D. Gerard, C. Quirin	
Quality-by-Design (QbD) process evaluation for phytopharma-ceuticals on the example of 10-deacetylbaccatin III from yew	26
Lukas Uhlenbrock, Maximilian Sixt, Jochen Strube,	
Einfluss von Bakterien auf die Zusammensetzung flüchtiger Verbindungen in nativen, kaltgepressten Rapsspeiseölen	27
Anja Bonte, Claudia Wagner, Ludger Brühl, Karsten Niehaus, Hanna Bednarz, Bertrand Matthäus	
Untersuchung des mikrobiellen <i>trans</i> -Resveratrol-Metabolismus <i>in vivo</i> und Identifizierung metabolischer Phänotypen	29
Nicolas Danylec, Sebastian T. Soukup, Diana Bunzel, Dominic A. Stoll, Jürgen Krauß, Franz Bracher, Melanie Huch und Sabine E. Kulling	
Resveratrol, Lunularin and Dihydroresveratrol do not act as caloric restriction mimetics when administered intraperitoneally in mice	30
Kathrin Pallauf, Marc Birringer, Jürgen Krauss, Franz Bracher, Sebastian Soukup, Melanie Huch, Sabine Kulling, Gerald Rimbach	
Einfluss der N-Düngung auf sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe in Weizenblättern	31
Beate Stumpf, Feng Yan, Bernd Honermeier	
The interactive effects of nitrogen and sulfur on glucosinolate patterns and their breakdown products in vegetable crops	33
Karl H. Mühling	
Non-targeted metabolom profiling of green flower buds in oil seed rape: Screening for resistance against the pollen beetle	34
Nadine Austel, Christoph Böttcher, Torsten Meiners	
Ein Metabolomics-Ansatz zur Identifizierung protektiver Substanzen gegen Falschen Mehltau	35
Alexander Feiner, Nicholi Pitra, Dong Zhang, Paul Matthews, Thomas Altmann, Ludger Wessjohann, David Riewe	
Bedeutung von Züchtung und Analytik bei Heil- und Gewürzpflanzen für den Übergang von der Wildsammlung zum kontrollierten Anbau	36
Fred Eickmeyer	
Modellhaftes Demonstrationsnetzwerk zur Ausweitung und Verbesserung des Anbaus und der Verwertung von Leguminosen mit Schwerpunkt Erbsen und Bohnen in Deutschland – Qualitätsparameter zur Bewertung des regionalen Anbaus von Körnererbsen	37
Jenny Zehring, Sinja Cloppenborg, Katrin Stevens, Petra Zerhusen-Blecher, Bernhard C. Schäfer, Ulrich Quendt, Sascha Rohn	

Analyse qualitätsbestimmender Parameter in Selen-biofortifizierten Äpfeln Sabrina Groth, Christoph Budke, Diemo Daum, Sascha Rohn	38
POSTER	
Analyse von flüchtigen Glucosinolat-Abbauprodukten in der Atemluft nach dem Verzehr von Kapuzinerkresse Franziska Kupke, Susanne Baldermann, Annekathrin Tarnowski, Evelyn Lamy, Silke Hornemann, Andreas Pfeiffer, Monika Schreiner, Sascha Rohn, Franziska S. Hanschen	39
Gehalte an Gesamt-Phenolen und Rosmarinsäure in den Blättern unterschiedlicher Minze-Arten und -Varietäten (<i>Mentha</i> sp.) Aliyeh Darzi Ramandi & Bernd Honermeier	41
Gehalt und Zusammensetzung des ätherischen Öles unterschiedlicher Minze-Akzessionen (<i>Mentha</i> sp.) Kathrin Anne Göbel, Alexandra Kontschevski, Bernd Honermeier	43
Gehalte an Tanshinonen und Phenolsäuren in den Wurzeldrogen des Chinesischen Salbeis (<i>Salvia miltiorrhiza</i> Bunge) Young-Hyun Sung, Feng Yan, Bernd Honermeier	45
Characterization of secondary plant metabolites in byproducts from pea fibre processing Johanna Beckmann, Jenny Zehring, Sascha Rohn	47
Quality improved Cocoa and Cocoa-based Products with Flavour Profiles on Demand – ‘From Farm to Chocolate Bar’ Fabian Tietz, Hanna Balster, Claudia Beleites, Bernward Bisping, Daniel Kadow, Andrea Krähmer, Christina Krabbe, Stephanie Nottelmann, Matthieu Nourrisson, Katharina Riehn, Barbara Rudolph, Christian von Wallbrunn, Katharina Zug, Sascha Rohn	48
Effiziente Charakterisierung pflanzlicher Extrakte -Authentizität und Qualität- Roland Geyer, Renate Kirchhöfer, Fritz Huber	49
Charakterisierung der Wechselwirkungen von Roggeninhaltsstoffen im Hinblick auf das sogenannte Trockenbacken von Roggenbrot Marie Oest, Alexander Voss, Ute Bindrich, Andreas Juadjur, Volker Heinz, Sascha Rohn.*	50
Effects of isoquinoline alkaloids from <i>Macleaya cordata</i> on physiological, immunological and inflammatory parameters in dogs Faehnrich B., Pastor A., Kröger S., Zentek J.	52
Caffeoylisocitric acid – gut microbial degradation of phenolic acids present in amaranth Maren Vollmer, David Schröter, Selma Esders, Susanne Neugart, Freda M. Farquharson, Sylvia H. Duncan, Monika Schreiner, Petra Louis, Ronald Maul, Sascha Rohn	54

Untersuchung zum Einfluss von Stilbenoiden auf den Stoffwechsel von humanen Leberkarzinomzellen	55
Tuba Esatbeyoglu, Christoph Weinert, Björn Egert, Sabine Kulling	
Bundesweiter Vergleich der Proteingehalte und der Trypsininhibitor-Aktivität von Erbsen aus dem ‚DemoNetErBo‘ des Jahres 2016	56
Sinja Cloppenburg, Jenny Zehring, Ulrich Quendt, Sascha Rohn	
Influences of different nitrogen forms on growth and chemical composition of grapevines <i>Vitis vinifera</i> L. cv. Regent	57
Carina P. Lang, N. Merkt, C. Zörb	
Essential oil bearing supplementation of dairy cows - <i>in vivo</i> experiments elucidating factors and co-factors influencing parameters of feed efficiency	58
Bettina Faehnrich, Andrea Schabauer	
Einfluss von Genotyp und Umwelt auf das Metaboliten-Profil der Speisezwiebel (<i>Allium cepa</i> L.)	59
Christoph Böttcher, Andrea Krähmer, Melanie Stürtz, Hartwig Schulz	
Lupinen können mehr als nur Eiweiß	60
Helge Fließ, Fred Eickmeyer und Brigitte Ruge-Wehling	
Secondary Plant Substances in Agricultural Plant Protection, Human and Veterinary Medicine, Pharmacy, Toxicology and industrial Applications- with special emphasis on Neem and push-pull techniques	61
Hans E. Hummel	



Der Einsatz polyphenolhaltiger Pflanzen zur Verbesserung der Gesundheit bei Nutztieren

Klaus Eder

Institut für Tierernährung und Ernährungsphysiologie, Justus-Liebig-Universität Gießen, Heinrich-Buff-Ring 26-32, 35392 Gießen, E-Mail: klaus.eder@ernaehrung.uni-giessen.de

Neuere Untersuchungen zeigen, dass landwirtschaftliche Nutztiere in bestimmten Phasen unter entzündungsähnlichen Symptomen leiden. Gezeigt wurde dies beispielsweise für Ferkel in der Phase nach dem Absetzen, in der durch verschiedene Stressfaktoren (Futterumstellung = Ernährungsstress, Trennung von der Mutter = psychosozialer Stress) ein Entzündungsprozess im Darm auftreten kann, der auch zum Auftreten von Ferkeldurchfällen beiträgt. Bei der Hochleistungskuh tritt nach der Geburt des Kalbes ein Entzündungsprozess in der Leber auf, der unter anderem eine Rolle für die Entstehung von Fettleber und Ketose spielt. Auch bei Sauen konnte in der Laktation kürzlich ein Entzündungsprozess in der Leber während der Laktation nachgewiesen werden.

Entzündungsprozesse sind insofern problematisch, als sie einerseits die Tiergesundheit negativ beeinflussen, zum anderen durch einen erhöhten Nährstoffverbrauch auch die Leistung (Wachstum, Milchleistung) verschlechtern können. So konnte bei Milchkühen gezeigt werden, dass die Verabreichung entzündungshemmender Medikamente in den ersten Tagen nach der Abkalbung nicht nur die Leberfunktion positiv beeinflusst, sondern auch zu einer deutlichen Steigerung der Milchleistung führt. Da der Einsatz von Medikamenten bei Nutztieren vom Verbraucher aber abgelehnt wird, gilt es Überlegungen zum Einsatz von Futtermitteln mit entzündungshemmender Wirkung.

Aus der Humanernährung ist bekannt, dass Polyphenole entzündungshemmende Wirkungen aufweisen. Vor diesem Hintergrund führten wir Untersuchungen bei Ferkeln und Milchrindern durch, die die Hypothese untersuchten, dass Entzündungsprozesse durch den Einsatz von polyphenolhaltigen Futtermitteln bei diesen Tierarten abgeschwächt werden können. In einem ersten Versuch wurde Traubentrester als polyphenolreiches Futtermittel in einer Konzentration von 1% in der Futterration bei Ferkeln nach dem Absetzen eingesetzt. Die Gruppe von Ferkeln, deren Futter Traubentrester enthielt, zeigte eine signifikant verbesserte Futterverwertung und eine deutliche Reduktion der Expression von Genen des Entzündungsprozesses im Darm im Vergleich zur Kontrollgruppe. Die Verdaulichkeit der Nährstoffe war hingegen zwischen beiden Gruppen unverändert. Es ist zu vermuten, dass die Verbesserung der Futterverwertung auf eine Verminderung des Entzündungsprozesses im Darm zurückzuführen ist.

In einem Versuch mit Milchkühen wurde der Futterration im Zeitraum 3 Wochen vor der Abkalbung bis 9 Wochen nach der Abkalbung 1% Traubentrester zugesetzt. Die Gruppe, die die Futterration mit Traubentrester erhielt, hatte eine signifikant erhöhte Milchleistung in den ersten 9 Wochen und zeigte deutlich verminderte Expressionen von Genen der Entzündung

in der Leber sowie verminderte Entzündungsmarker im Blut im Vergleich zur Kontrollgruppe. Auch die Gehalte an Triglyceriden und Cholesterin in der Leber waren bei der Behandlungsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe in der Tendenz vermindert.

Diese Arbeiten zeigen insgesamt, dass die Fütterung von polyphenolhaltigen Futtermitteln bei hochleistenden landwirtschaftlichen Nutztieren zu einer Abschwächung von Entzündungsprozessen führen kann, die mit einer Verbesserung der Tiergesundheit und der Erbringung einer höheren Leistung assoziiert ist. Eine Verbesserung der Futterverwertung durch den Einsatz polyphenolhaltiger Futtermittel ist als eine effektivere Nutzung biologischer Ressourcen für die Produktion tierischer Lebensmittel zu werten, eine bessere Nutzung von Nährstoffen für Wachstum bzw. Milchproduktion bedeutet zusätzlich eine geringere Umweltbelastung. Insgesamt bringt der Einsatz polyphenolhaltiger Pflanzen daher eine Reihe von Vorteilen in der Haltung landwirtschaftlicher Nutztiere.



HPTLC-Profiling macht Produktqualität sichtbar

Gertrud Morlock

Lebensmittelwissenschaften, Justus-Liebig-Universität Gießen,
Heinrich-Buff-Ring 26-32, 35392 Gießen

Lebensmittel wie Obst und Gemüse, aber auch Kräuter und Gewürze, dienen als natürliche Quellen für Inhaltsstoffe mit gesundheitsfördernder Wirkung. Viele dieser sekundären Pflanzeninhaltsstoffe zeigen Bioaktivität (antimikrobiell, entzündungshemmend usw.) und/oder wirken als Antioxidantien wie z. B. Tocopherole/-trienole, Carotinoide und phenolische Verbindungen. Viele unbekannte Wirkstoffe sind jedoch über die in der Routine übliche Zielanalytensuche nicht darstellbar. Auch ist eine Absicherung gegen Kontaminationen in der globalen Wertschöpfungskette zunehmend relevant.

Die Kombination von Hochleistungs-Dünnschichtchromatographie (HPTLC-UV/Vis/FLD) mit wirkungsbezogenen Assays (effect-directed analysis, EDA) und Massenspektrometrie (MS) bereichert die derzeitige Analytik. Denn es sind wirkungsbezogene Aussagen zu Einzelstoffen in komplexen Pflanzenextrakten möglich und zugleich charakteristische bioaktive Fingerabdrücke der Pflanzenextrakte darstellbar [1-3]. Neben bekannten Markerverbindungen, können neue Wirkstoffe entdeckt werden. So kann z. B. der Einfluss von Anbau, Verarbeitung, Formulierung und Lagerung auf die Produktqualität hinsichtlich Wirkstoffe umfassender als bisher sichtbar gemacht werden. Auch Kontaminanten oder Rückstände mit einer dem ausgewählten Assay entsprechenden Wirkung können erfasst werden.

Mit den vorgestellten HPTLC-UV/Vis/FLD-Assay-MS-Methoden werden bis zu 22 Pflanzenextrakte simultan getrennt. Noch auf derselben Platte erfolgt die Anwendung des biologischen oder enzymatischen Assays und die zielgerichtete Aufnahme von Massenspektren von interessierenden, wirkenden Zonen. Es ist ein sehr effektives Verfahren, um die Produktqualität zu optimieren bzw. zu beurteilen oder in der Routine zu kontrollieren, vor allem hinsichtlich der Wirkstoffe.

Literatur

- [1] Krüger, S., Hüsken, L., Fornasari, R., Scainelli, I., and G. E. Morlock 2017: Effect-directed fingerprints of 77 botanicals via a generic high-performance thin-layer chromatography method combined with assays and mass spectrometry, *Journal of Chromatography A* 1529:93-106
- [2] Krüger, S., Bergin, A., and G. E. Morlock 2018: Effect-directed analysis of ginger (*Zingiber officinale*) and its food products, and quantification of bioactive compounds via high-performance thin-layer chromatography and mass spectrometry, *Food Chem.* 243:258-68
- [3] Morlock, G. E., Scholl, I., Sung Y. H., Yan F., and B. Honermeier 2018: Method comparison for quantitation of tanshinones in extracts of sage roots by the hyphenation planar chromatography-*Aliivibrio fischeri* bioassay-mass spectrometry versus high-performance liquid chromatography, in preparation



Quality aspects in open-pollinated onion varieties from Western-Europe

Maria Romo Pérez¹, Nikolaus Merkt¹, Sabine Zikel², Christian Zörb¹

¹Department of Quality of Plant Products, Institute of Crop Science, University of Hohenheim, Schloss Hohenheim 1, 70599 Stuttgart, Germany

²Coordination for Organic Farming and Consumer Protection, Institute of Crop Science, University of Hohenheim, Fruwirthstrasse 14/16, 70599 Stuttgart

Commercial onion breeders limit their selection criteria by focusing almost exclusively on conventional farming. This raises the demand for certain well known varieties, but lowers the general diversity available on the mainstream market. A way to maintain biodiversity is to preserve old open-pollinated varieties. Through their distinct aroma and flavor, these plants are again drawing the interest of farmers and consumers alike, making them a viable alternative to commercial varieties. To assess yield and quality aspects of west-European open-pollinated onions, we have evaluated nine varieties and compared them against two of their commercial, well-established counterparts. The study included onion production on the field in South-West Germany, evaluation of the quality and flavor parameters, as well as a trained sensory taste panel. Results showed high diversity in yield and chemical properties of the studied onion varieties, where two varieties have, in particular, stood out significantly. Compared to the control, the variety “Birnförmige” performed best and demonstrated high concentrations of fructan and pyruvic acid, both known to have curative and medicinal properties. On the other end of the spectrum, the variety “Jaune des Cévennes” demonstrated low dry matter content, low concentration of enzymatically-produced pyruvic acid and a high bolting percentage. The study also confirmed the link between individual quality components in onion bulbs, including the significantly negative correlation between minerals (such as calcium and magnesium) and fructan.



Veränderungen im Metabolismus von Rapssaat bei feuchter Lagerung und Auswirkungen auf die sensorische Qualität kaltgepresster Rapsspeiseöle

*Rabea Schweiger¹, Anja Bonte², Caroline Pons¹, Claudia Wagner³, Ludger Brüh¹,
Bertrand Matthäus², Caroline Müller¹*

¹Abteilung für Chemische Ökologie, Universität Bielefeld.

²Max Rubner-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel, Institut für Sicherheit und Qualität bei Getreide, Detmold.

³Institut für Lebensmittelchemie, Westfälische Wilhelms-Universität Münster.
E-Mail: rabea.schweiger@uni-bielefeld.de

Rapsöl zählt zu den beliebtesten Speiseölen auf dem deutschen Lebensmittelmarkt. Durch die schonende Herstellung haben kaltgepresste Rapsspeiseöle einen milden saatinussigen Geschmack, der von den Konsumenten sehr geschätzt wird. Die Qualität dieser Öle hängt stark von der Qualität der verpressten Saat ab. Selbst eine kurze Lagerung von Rapssaat unter suboptimalen Bedingungen könnte eine Qualitätsminderung bei den daraus hergestellten kaltgepressten Rapsölen zur Folge haben.

Ziel dieser Studie war es, die Effekte von kurzzeitiger (mehrtägiger) feuchter Lagerung auf das Samenmetabolom sowie die chemisch-sensorischen Eigenschaften des daraus gepressten Rapsöls zu verstehen und miteinander zu verlinken.

Rapssaat wurde vier Tage lang feucht gelagert und täglich beprobt. Mit verschiedenen analytischen Plattformen wurden diverse Primärmetaboliten sowie die typischen Sekundärmetaboliten von Raps, die Glukosinolate, in der Rapssaat vermessen. Ein Teil der Saat wurde je zu Öl verpresst und dessen flüchtige Verbindungen wurden mithilfe von dynamischer Headspace-GC-MS quantifiziert. Zudem wurde die sensorische Qualität der Öle von einem geschulten Panel bewertet.

In den Rapssamen stieg die Konzentration diverser Primärmetaboliten, z. B. Aminosäuren und Hexosen, bei feuchter Lagerung rasch an. Etwas später nahmen die Konzentrationen indolischer Glukosinolate zu. Diese metabolischen Veränderungen lassen sich wahrscheinlich auf den Abbau von Speicherstoffen und den Übergang von mechanischer zu chemischer Abwehr zurückführen. In einem ähnlichen zeitlichen Verlauf wie die Glukosinolate in der Saat nahmen in den Rapsölen die Konzentrationen von organischen Schwefelverbindungen sowie Nitrilen und Isothiocyanaten, welche Abbauprodukte von Glukosinolaten sind, zu. Die Veränderungen im Stoffwechsel der feucht gelagerten Rapssaat und im daraus gepressten Öl gingen einher mit einer sensorischen Verschlechterung der Öle. Dabei trat vermehrt das Fehlroma „gekeimt“ auf.

Diese Studie zeigt, dass Veränderungen im Metabolom von Rapssaat bereits auftreten, bevor ein sensorischer Defekt im resultierenden Rapsöl wahrnehmbar ist. Testpressungen von Saatchargen können somit unauffällig ausfallen, obwohl bereits Stoffwechselprozesse in der Saat in Gang gesetzt wurden. Inwiefern sich diese Veränderungen negativ auf die Haltbarkeit von kaltgepressten Rapsölen auswirken, bleibt noch zu klären.

Literatur

Bonte, A., Schweiger, R., Pons, C., Wagner, C., Brühl, L., Matthäus, B. and C. Müller: Metabolic changes during storage of *Brassica napus* seeds under moist conditions and the consequences for the sensory quality of the resulting virgin oil. Journal of Agricultural and Food Chemistry. DOI: 10.1021/acs.jafc.7b04149.



Chemische Diversität von Schwarzkümmel und Anforderungen an eine Definition der Qualität

Andrea Krähmer¹, Christoph Böttcher¹, Hans-Jürgen Ulrichs², Anette Naumann¹,
Hartwig Schulz¹

¹Julius Kühn-Institut, Institut für Ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Königin-Luise-Straße 19, 14195 Berlin.

²Julius Kühn-Institut, Institut für Resistenz und Stresstoleranz, Rudolf-Schick-Platz 3a
18190 Sanitz OT Groß Lüsewitz.

Der echte Schwarzkümmel (*Nigella sativa* L.) gehört zur Familie der Hahnenfußgewächse und ist ursprünglich beheimatet im Nahen Osten, Nordafrika und südlichen Asien. Neben seiner Verwendung als Gewürz ist Schwarzkümmel in diesen Regionen fest verankert in der traditionellen pflanzlichen Medizin und kommt bei vielfältigsten Leiden zur Anwendung. Zwei hoch zitierte Arbeiten zum Schwarzkümmel beschreiben die antioxidative Wirkung des ätherischen Öls sowie den Einsatz von Schwarzkümmel zur Behandlung verschiedener Entzündungskrankheit und Krebsarten, was maßgeblich auf den Thymoquinongehalt zurückgeführt wird ^[1,2]. Daneben enthalten die Samen auch große Mengen an mehrfach ungesättigten Fettsäuren, bei denen die Linolsäure den Hauptanteil trägt.

Aufgrund des phytopharmazeutischen Potentials und der ernährungsphysiologisch wertvollen Inhaltstoffe des Schwarzkümmels gibt es eine Vielzahl an Arbeiten, die sich mit qualitativer und quantitativer Beschreibung des Inhaltstoffprofils beschäftigen. Aufgrund der diversen Extraktions- und Destillationstechniken werden so ätherische Öle, methanolische Extrakte und unpolare Extrakte analysiert, was eine Vergleichbarkeit der Gehalte erheblich erschwert. So wird beispielsweise der Thymoquinongehalt in Prozent im ätherischen Öl angegeben oder als mg g⁻¹ bezogen auf das Samentrockengewicht. Andere Arbeiten bestimmen Thymoquinon in unpolaren Extrakten, die aber neben Komponenten des ätherischen Öls auch lipide Öle enthalten, was zu einem prozentualen Gehalt bezogen auf die Gesamtfraktion an Lipiden und Terpenen führt.

Diese Heterogenität in der Analytik vermindert die Vergleichbarkeit verschiedener *Nigella*-Herkünfte und somit eine Evaluierung der chemischen Diversität des Schwarzkümmels. Daher war es das Ziel der vorliegenden Arbeit, verschiedene Akzessionen von *Nigella sativa* L. aus dem Bestand der Genbank des Leibniz-Institutes für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung auf ihre Thymoquinongehalte (Methanolextraktion/ HPLC) und Fettsäuremuster (Isooktanextraktion/ GC-MS/FID) hin zu analysieren und über die entsprechenden Profile ggf. Chemotypen zu identifizieren.

Dazu wurden die Samen zunächst mittels Nahinfrarot- (NIRS) und Mittelinfrarotspektroskopie (MIRS) untersucht, um qualitative Aussagen zu den Inhaltstoffprofilen und deren Diversität treffen zu können. Anschließend wurden aus dem Genbankmaterial Pflanzen bis zur Abreife der Samen angezogen und ebenfalls deren Thymoquinon- und Fettsäuregehalte bestimmt.

Sowohl in den Samen des Genbankmaterials (P-Generation) als auch deren Nachkommen (F1-Generation) wurden drastische Unterschiede in den Thymoquinongehalten zwischen den Akzessionen beobachtet werden. Während bei zwei Akzessionen weder die P- noch die F1-Generation Thymoquinon enthielt, erreichten andere Gehalte von 6,25 bis zu 9,26 mg g⁻¹ Trockengewicht. Bei den Fettsäuren konnte ein stark schwankender Gesamtgehalt (23,9 bis 37,8 %) beobachtet werden, wohingegen sich die Zusammensetzung bei allen Akzessionen relativ einheitlich darstellte. Linolsäure war in allen Proben die Hauptkomponente (61 %), gefolgt von Ölsäure (19 %), Palmitinsäure (11 %), Eicosadiensäure (4 %) und Stearinsäure (2 %).

Bei Anzucht der Pflanzen wurden zum Teil erhebliche Schwankungen in Aufgang, Frischmasse und (Samen)Ertrag zwischen den Akzessionen beobachtet. Bei den Pflanzen innerhalb einer Akzession wurden auch z.T. erhebliche Schwankungen in der Anzahl reifer Samen(kapseln) vermerkt. Eine Akzession zeigte zu dem eine sehr inhomogene Blütenbildung bezüglich Blütenfarben und -form (Abbildung 1).



Abb. 1. Vielfalt der Blütenform und -farbe bei *Nigella sativa* L.

Mittels NIRS konnten verschiedene Modelle zur zerstörungsfreien qualitativen und quantitativen Beschreibung der Schwarzkümmelsamen entwickelt werden. So kann zerstörungsfrei der Gesamt-Öl-Gehalt und das entsprechende Fettsäuremuster sowie auch die Gehalte an Thymoquinon bestimmt werden, ohne dass es einer Extraktion bzw. aufwändiger Chromatographie bedarf. Zusätzlich können Akzessionen mit geringem oder keinem Gehalt an Thymoquinon zuverlässig erkannt werden.

Literatur

- [1] Erkan, N., Ayranci, G., Ayranci, E. 2008: Antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus officinalis*L.) extract, blackseed (*Nigella sativa* L.) essential oil, carnosic acid, rosmarinic acid and sesamol. *Food Chemistry* 110: 76-82.
- [2] Woo. C.C., Kumar, A.P., Sethi, G., Tan, K.H.B. 2012: Thymoquinone: Potential cure for inflammatory disorders and cancer. *Biochemical Pharmacology* 83:443-451.



Molekular-sensorische Charakterisierung wertgebender Scharfstoffe in gestresstem und nativem, schwarzem Pfeffer (*Piper nigrum* L.)

C. Dawid¹, L. Beltrán², A. Henze¹, O. Frank¹, M. Beltrán³, J. Levermann², S. Titt², S. Thomas², V. Puersche², M. Satalik², G. Gisselmann², H. Hatt², T. Hofmann¹

¹Chair of Food Chemistry and Molecular Sensory Science, Technische Universität München,

²Department of Cell Physiology, Ruhr-University-Bochum,

³Department of Receptor Biochemistry, Ruhr-University-Bochum. E-Mail: corinna.dawid@tum.de.

Die weltweite Beliebtheit von schwarzem Pfeffer (*Piper nigrum* L.) basiert vor allem auf seiner maßgeblichen Schärfe. Laut Literatur verdankt das global am meisten gehandelte Gewürz sein scharfes Prinzip vor allem dem alkaloidähnlichen Piperin. In sensorischen Vorexperimenten konnten wir jedoch zeigen, dass der Piperingehalt in schwarzem Pfeffer lediglich die Hälfte seiner Schärfe ausmacht. Trotz jahrzehntelanger Forschung auf dem Gebiet der nichtflüchtigen Inhaltsstoffe des Pfeffers, liegen bislang jedoch weder systematische Studien über die wertgebenden Scharfstoffe neben Piperin, noch über deren Wahrnehmung, auf molekularer Ebene vor. Zudem ist bis heute nicht geklärt inwieweit abiotische und biotische Stressoren die sensorische Qualität des Pfeffers beeinflussen.

Um die sensorisch aktiven Substanzen des schwarzen Pfeffers systematisch aufzuspüren, wurden diese durch Extraktion mit Ethanol angereichert und anschließend mittels Geschmacksverdünnungsanalyse (GVA) aktivitätsorientiert fraktioniert. Als potenteste Inhaltsstoffe gelang es mittels LC/MS- und NMR-Studien sowie synthetischen Experimenten insgesamt 24 Säureamide, die zum einen Strukturanaloga des Piperins und zum anderen langkettige ungesättigte Fettsäureamide darstellen, zu identifizieren. In sensorischen Studien wurden die isolierten Verbindungen bezüglich ihres Geschmacksschwellenwertes und ihrer Geschmacksqualität beurteilt. Um den Beitrag einzelner Komponenten zum sensorischen Profil von biotisch (z.B.: *Colletotrichum gloeosporioides*) bzw. abiotisch (Wasserstress) gestresstem ebenso wie von nicht-gestresstem Pfeffer abschätzen zu können, wurden diese mittels Stabilisotopenverdünnungsanalyse quantitativ bestimmt und abschließend auf Basis von Dosis/Wirkungs-Überlegungen in deren Scharfaktivität gewichtet.

Zudem haben Rezeptorstudien geholfen zu verstehen, dass neben den literaturbekannten TRP Kanälen (McNamara et al., 2005, Okumura et al., 2010) zudem K⁺ Kanäle aus der KCNK (K2P) Familie eine Rolle in der Scharfwahrnehmung von Säureamiden des Pfeffers spielen.

Literatur

Okumura Y, et al. (2010). Biosci Biotechnol Biochem. Vol.: 74(5). pp:1068-72.

McNamara FN, et al. (2005). Br J Pharmacol. Vol.: 144(6). pp: 781-90.



Liquid-Liquid Chromatography: A versatile and scalable separation technique for the purification of minor hop compounds

Simon Roehrer¹, Juergen Behr², Verena Stork¹, Mara Ramires¹, Mirjana Minceva¹

¹Biothermodynamics, TUM School of Life Sciences Weihenstephan,
Technical University of Munich, 85354 Freising, Germany

²Bavarian Center for Biomolecular Mass Spectrometry, TUM School of Life Sciences Weihenstephan,
Technical University of Munich, 85354 Freising, Germany

Solid support-free liquid-liquid chromatography, also known as countercurrent chromatography (CCC) and centrifugal partition chromatography (CPC), is a highly selective, versatile and scalable separation technique for the isolation, purification and separation of active compounds from natural resources, biotech and biosynthetic products [1]. The separation is achieved as a result of the different partitioning of the mixture compounds between two phases of a multi-solvent biphasic system. One of the phases is kept in place with the help of a centrifugal force field, while the second one is pumped through.

In the past few years, natural phenolic plant compounds have shown promise due to their versatile bioactive potential. As an excellent source of a wide variety of such biologically active constituents, hop (*Humulus lupulus* L.) has been attracting scientific attention. Xanthohumol (XN) and other prenylated flavonoids belong to the most studied polyphenolic hop compounds [2]. Recent studies strongly emphasize their potential for the treatment of different diseases. Especially, some minor XN analogues were shown to exceed the bioactivity of XN itself [3, 4]. Existing methods for the isolation and purification of minor hop compounds are complex and inefficient. They involve several extraction and chromatographic steps, such as flash chromatography and preparative HPLC, and they suffer from low overall yield and irreversible adsorption [2]. Therefore, new strategies for the isolation and production of minor components from plant extracts in high purity as well as sufficient amounts are needed.

In the present study, CCC/CPC is demonstrated to be a promising technology for isolating and purifying Xanthohumol C, a minor hop compound, in sufficient amounts. Two different separation strategies for the purification of the minor hop compound Xanthohumol C were evaluated. The first method consisted of a two-step liquid-liquid chromatographic process, where a capture and enrichment step was followed by another CCC purification step. A second production strategy involved a one-step semi-synthesis starting from XN and a subsequent CCC/CPC purification. The second approach led to higher Xanthohumol C purity and productivity, while simultaneously requiring less solvent. These methods promise high product recovery with low irreversible adsorption. The proposed methods thus provide a further step towards the exploitation of CCC/CPC as a highly flexible separation technique in downstream processing of active minor ingredients from crude extracts.

Literatur

- [1] J.B. Friesen, J.B. McAlpine, S.-N. Chen, G.F. Pauli, Countercurrent separation of natural products: an update, *Journal of natural products*, 78 (2015) 1765-1796.
- [2] M. Liu, P. Hansen, G. Wang, L. Qiu, J. Dong, H. Yin, Z. Qian, M. Yang, J. Miao, Pharmacological Profile of Xanthohumol, a Prenylated Flavonoid from Hops (*Humulus lupulus*), *Molecules*, 20 (2015) 754.
- [3] C. Miranda, J. Stevens, A. Helmrich, M. Henderson, R. Rodriguez, Y.-H. Yang, M. Deinzer, D. Barnes, D. Buhler, Antiproliferative and cytotoxic effects of prenylated flavonoids from hops (*Humulus lupulus*) in human cancer cell lines, *Food and Chemical Toxicology*, 37 (1999) 271-285.
- [4] E. Nuti, B. Bassani, C. Camodeca, L. Rosalia, A. Cantelmo, C. Gallo, D. Baci, A. Bruno, E. Orlandini, S. Nencetti, D.M. Noonan, A. Albinì, A. Rossello, Synthesis and antiangiogenic activity study of new hop chalcone Xanthohumol analogues, *European Journal of Medicinal Chemistry*, 138 (2017) 890-899.



Zellaufschluss zur Extraktion von Pflanzeninhaltsstoffen: Methoden zur Quantifizierung und technische Anwendung

Max Schön¹, Hans-Jörg Barß²

¹Boehringer Ingelheim Pharma GmbH & Co. KG.

²Lehrstuhl für Thermische Verfahrenstechnik, TU Kaiserslautern.

E-Mail: max.schoen@boehringer-ingelheim.com

Die Nachfrage an pflanzlichen Inhaltsstoffen durch die Pharma- und Kosmetikindustrie als auch den Food-Sektor ist in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen [1]. Durch die Komplexität pflanzlicher Inhaltsstoffe wird nach wie vor ein Großteil der Produkte durch Fest-Flüssig-Extraktion gewonnen.

Unabhängig vom pflanzlichen Rohstoff oder der Wahl des Extraktionsmittels ist der Aufschluss der Pflanzenzellen ein zentraler Aspekt der Fest-Flüssig-Extraktion. Im Falle intrazellulärer Pflanzeninhaltsstoffe müssen Zellmembranen und -wände zerstört oder permeabilisiert werden, um den Kontakt von Inhaltsstoff und Extraktionsmittel zu ermöglichen. Dies ist grundsätzlich möglich durch mechanische Krafteinwirkung als auch durch chemische, thermische, physikalische oder kombinierte Verfahren. Der Grad des Zellaufschlusses beeinflusst dabei neben der erreichbaren Ausbeute auch die Kinetik der Extraktion, da die spezifische Oberfläche des Materials steigt und gleichzeitig Diffusionswege verkürzt werden. Da bei der Fest-Flüssig-Extraktion eine Vielzahl an Phänomenen überlagert stattfinden ist es oftmals schwierig, einzelne Effekte isoliert zu beschreiben [2].

In der vorliegenden Arbeit wird eine Methode zur Quantifizierung des Zellaufschlusses auf Basis von Leitfähigkeitsmessung vorgestellt, sowie die Ergebnisse von Versuchen zum Zellaufschluss durch Zerkleinern, Temperatur und pH-Wert als auch durch innovative Verfahren wie Mikrowellen, Ultraschall und elektrische Hochspannungsimpulse. Als Anwendungsbeispiel dient eine wässrige Extraktion von Tropanalkaloiden aus Blättern. Weiterhin wird neben der Leitfähigkeitsmessung eine alternative Methode zur Beschreibung des Zellaufschlusses mittels HPLC vorgestellt und verglichen, um die Übertragbarkeit der Methode auf andere pflanzliche Inhaltsstoffe und Lösemittelsysteme zu demonstrieren.

Durch die Möglichkeit der isolierten Beschreibung und Quantifizierung des Zellaufschlusses können experimentelle Ergebnisse besser interpretiert werden, um tieferes Verständnis der limitierenden Stofftransportphänomene bei der Fest-Flüssig-Extraktion zu gewinnen.

Literatur

[1] H.-J. Bart, Industrial Scale Natural Products Extraction, Wiley-VHC, Weinheim, 2011.

[2] B. Dreisewerd, J. Merz, G. Schembecker, Determining the solute–solid interactions in phytoextraction, Chemical Engineering Science 134 (2015) 287-296.



Neue Wege zur Wirkstoffgewinnung aus Pflanzen

S. Bachtler, H.-J. Bart

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

Die Gewinnung von Pharma- bzw. Nutrazeutika oder kosmetischen Wirkstoffen aus Pflanzen durch die Fest/Flüssig-Extraktion, ist seit jeher durch empirische und heuristische Regeln gekennzeichnet [1], wobei die industrielle Herstellung entweder im diskontinuierlichen Rührkessel oder kontinuierlichen Perkolator erfolgt. Innovative Technologien, wie Mikrowelle, Ultraschall, Hochspannungsimpulse und Kombinationen von diesen ist von großem Interesse, weil die Extraktionskinetik beschleunigt und zusätzlich Ausbeuten gesteigert werden können.

In der vorliegenden Arbeit werden rote Weinrebenblätter (*Vitis vinifera*), welche als gesundheitsfördernde Pflanzeninhaltsstoffe polyphenolische Verbindungen (hydrophil) wie Flavonoide, Flavone, Anthocyane, Tannine und Resveratrol enthalten [2] und Annatto-Samen des Orleanstrauchs (*Bixa orellana*), welche Xanthophylle und Carotinoide wie die Farbstoffe Bixin (lipophil) und Norbixin (hydrophil), enthalten [3], verwendet. Für die optimale Probenvorbereitung werden die Wirkstoffe lokalisiert und entsprechend vorbehandelt. Mit Hilfe eines Laborroboters werden standardisiert und vollautomatisch optimale Bedingungen bzgl. pH-Wert, Temperatur und die Zusammensetzung des Extraktionsmittels gefunden. Basieren auf diesen Screening-Versuchen werden die innovativen Technologien unter gleichen Randbedingungen miteinander verglichen, wobei eine Standardextraktion im Rührkessel als Referenz dient.

Die Ergebnisse werden diskutiert und ein Skale-up der Techniken in den industriellen Maßstab aufgezeigt. Eine Methodik zur Standardisierung der Prozessauslegung für Naturstoffextraktionen wird dargestellt.

Literatur

- [1] H.-J. Bart, Extraction of natural Products from Plants - An Introduction, in Industrial scale natural products extraction, (Eds: H.-J. Bart, S. Pilz), Wiley-VCH. Weinheim 2011.
- [2] E. Schneider, Schweiz. Zschr. GanzheitsMedizin 2009 (21 (7/8)), 333 – 339.
- [3] K. Meyer, Chemie in unserer Zeit 2002, 36 (3), 178 – 192.



Pressurized hot water extraction of 10-deacetylbaaccatin III from yew for industrial application

Maximilian Sixt, Jochen Strube

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

In this study a systematic and model-based approach for a process development focusing on pressurized hot water extraction (PHWE) is investigated, considering potential thermal degradation of high-value compounds [Sixt & Strube 2017]. For extraction of 10-deacetylbaaccatin III (10-DAB) from yew as a representative test system, water at 120 °C provided the best compromise between extraction yield and thermal degradation. A yield of almost 100 % with regard to the overall amount of 10-DAB was reached in only 20 min. Each experiment for model parameter determination was carried out with 1.9 g of plant material at a flowrate of 1 mL/min and an applied pressure of 11 bar. All experimental values are assessed by a physico-chemical (rigorous) extraction model with experimental values and simulation results showing high conformity. In order to demonstrate the usability of the extraction model and model parameter determination a scale-up prediction was calculated. The scale-up experiments were predicted precisely and thus the model validated. The experiments and the simulation results for a column with a volume of 104 mL and a mass of 22 g yew needles were consistent with the milli-scale used for model parameter determination. The modelling approach as well as the parameter determination will be discussed in detail.

Literatur

Sixt, M., Strube, J., 2017: Pressurized hot water extraction of 10-deacetylbaaccatin III from yew for industrial application. *Resource-Efficient Technologies* 3(2), 177–186 2017. doi: 10.1016/j.reffit.2017.03.007



Industriehanf – Der große Boom?!

L. Bredtmann, J. Schulmeyr, M. Tippelt

Hopfenveredlung St. Johann GmbH, Auenstraße 18-20, 85283 Wolnzach
Tel: 08442-660, Fax: 08442-6666, www.nateco2.de

Einleitung

Das Thema Hanf erfährt in den letzten Jahren vermehrt an Aufmerksamkeit. Insbesondere betrifft dies den Industriehanf, dessen Anbau in Deutschland seit Mitte der 90er Jahre wieder erlaubt ist. Neben dem psychoaktiven Tetrahydrocannabinol (THC) ist für die Wissenschaft Cannabidiol (CBD) von großem Interesse. CBD wirkt u.a. antiepileptisch, antitumorös und weist Nerven schützende Eigenschaften auf. Diese Erkenntnisse stammen jedoch vorwiegend aus Tierversuchen und sind noch nicht durch klinische Studien gefestigt. Erste Erkenntnisse aus medizinischen Anwendungen deuten darauf hin, dass CBD im Einsatz bei Multipler Sklerose, Epilepsie und Krebserkrankungen einen positiven Einfluss haben kann. In Deutschland wird CBD jedoch aufgrund dieser Ausgangslage bisher lediglich als Nahrungsergänzungsmittel deklariert.

Industriehanf und die damit verbundenen Regularien

Industriehanf weist einen niedrigen THC-Gehalt auf und eignet sich dadurch nicht als Rauschmittel. Dies stellt einen wichtigen Unterschied zum high-machenden Hanf dar. Der Umgang mit CBD bzw. Hanfextrakt aus Industriehanf ist unumgänglich auch mit einem Kontakt zu THC verbunden, wenn auch in niedrigen Konzentrationen. THC unterliegt aufgrund seiner psychoaktiven Eigenschaft einigen Regularien. Über eine Sortenliste der EU ist der Anbau der zulässigen Sorten von Industriehanf geregelt. Die Überwachung in diesem Bereich hat die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung inne. Es gelten länderspezifische Grenzen für den THC-Gehalt beim Umgang mit Hanf. In den meisten Fällen liegt diese Grenze bei 0,2 %. Liegt der Gehalt darüber, benötigt man eine Erlaubnis für den Verkehr mit Betäubungsmitteln. Die Vergabe der selbigen sowie die Überwachung erfolgt in Deutschland über die Bundesopiumstelle, die dem Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte zuzuordnen ist. Mit der Erlaubnis für den Verkehr mit Betäubungsmitteln sind einige Pflichten, wie z.B. das Führen von Aufzeichnungen über Bewegungen im Bestand sowie eine gesicherte Lagerung der Produkte, verbunden.

CO₂-Extraktion

CBD lässt sich aus der Hanfpflanze durch Extraktion isolieren. Die Hanfpflanze als solche erweist sich als vorteilhaft bei diesem Verfahren, da die ganze Pflanze verarbeitet werden kann. Für die Gewinnung von CBD werden nur die Blätter verwendet. Um eine gute Ausbeute erzielen zu können, spielen das Ausgangsmaterial sowie die Extraktionsmethode eine entscheidende Rolle. Hier stellt sich die CO₂-Extraktion als Mittel der Wahl dar: Flüssiges CO₂ wird über eine Pumpe verdichtet und über einen Wärmetauscher erwärmt. Das sogenannte überkritische CO₂ fließt dann durch den Extraktionsbehälter, der mit der Rohware gefüllt ist. Im Anschluss an die Extraktion werden CO₂ und Extrakt über eine Druckabsenkung

voneinander separiert. Der Hanfextrakt kann dann abgefüllt werden, während das CO₂ für die nächste Extraktion wiederverwendet werden kann.

Fazit

Mithilfe der CO₂-Extraktion ist es möglich, High-End-Hanfextrakte und -öle zu gewinnen. Hervorzuheben sind dabei die schonende Behandlung der Rohware sowie die hohe Ausbeute an wertvollen Ölen und Substanzen. Hinzu kommt, dass der Prozess unter anaeroben Verhältnissen abläuft.

Durch Anpassen der Produktionsparameter ist es zudem möglich, neben unterschiedlichen Farben auch unterschiedliche Gehalte an CBD zu realisieren. Im Produktionsmaßstab wurden Mengen von bis zu 100 Tonnen bereits realisiert. Da die Verarbeitung von Hanf einigen Regularien unterliegt, sind entsprechende organisatorische Anpassungen unumgänglich.

Literatur

Bundesministerium für Justiz und Verbraucherschutz: Betäubungsmittelgesetz. https://www.gesetze-im-internet.de/btmg_1981/, Zugriff am 26.01.2018

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung: Anbau von Nutzhanf.

https://www.ble.de/DE/Themen/Landwirtschaft/Nutzhanf/nutzhanf_node.html, Zugriff am 26.01.2018



Sonnenhut CO₂-Extrakte – wirksam für die Gesundheit

D. Gerard, C. Quirin

FLAVEX Naturextrakte GmbH, Rehlingen-Siersburg

Die Pflanze und ihre Wertstoffe

Der Sonnenhut – Gattung Echinacea – ist als Pflanze einheimisch in Nordamerika und wurde bereits von den Ureinwohnern, den Indianern, als traditionelles pflanzliches Heilmittel intensiv genutzt. In Europa wurde bisher hauptsächlich das Kraut mit der Blüte insbesondere zur Stärkung der Immunabwehr eingesetzt. Gesundheitsfördernde Wertstoffe finden sich in allen Pflanzenteilen. Im vorliegenden Beitrag wird ein Überblick zur Verteilung und Zusammensetzung der pharmakologisch wirksamen Inhaltsstoffe gegeben. In modernen Zubereitungen sowohl der Kosmetik als auch pflanzlicher Heilmittel wird grundsätzlich großer Wert auf nachweisbare Wirksamkeit gelegt. Dies kann nur dann erreicht werden, wenn auch die verwendeten Extrakte idealerweise standardisierte Zusammensetzung aufweisen. Die Einflußfaktoren auf die Zusammensetzung der Inhaltsstoffe wie Art und Sorte, Varietät, Alter der Pflanzen und Jahreszeit der Ernte sowie die Nachernte-Behandlungen werden diskutiert.

CO₂-Extraktion - ein grünes Verfahren zur Herstellung wertvoller Grundstoffe

Die CO₂-Extraktion hat viele positive Eigenschaften. Die Selektivität des Lösemittels ist über die Verfahrensparameter Druck und Temperatur einstellbar. CO₂ arbeitet unter schonenden Bedingungen, empfindliche Inhaltsstoffe können ohne thermischen Stress oder sauerstoffbedingten Abbau gewonnen werden. Dabei hinterlässt die CO₂-Extraktion keine gefährlichen Lösungsmittelrückstände und ist nach der EU BIO Verordnung als Lösemittel erlaubt. Die Qualität von CO₂-Extrakten ist mit anderen Extraktionsmitteln nicht erreichbar. Damit die Wertigkeit und der Preis der Extrakte Berücksichtigung finden kann, werden sie oft in neu entwickelten Produkten eingesetzt.

Anwendung der CO₂- Extrakte

Die vielseitige Technologie der CO₂-Extraktion kann den Bedarf nach maßgeschneiderten hoch konzentrierten reinen Extrakten befriedigen. CO₂-Extrakte mit ihrem besonderen Spektrum an Inhaltsstoffen bieten neue Möglichkeiten, wenn Qualität und Mehrwert für das Produkt wichtig sind. CO₂-Extrakte aus den Wurzeln von Echinacea-Arten sind nützliche Wirkstoffe für die medizinische Hautpflege oder werden in Kapseln gefüllt und stellen hilfreiche pflanzliche Heilmittel dar. Die hochkonzentrierten Alkylamide in den CO₂-Extrakten werden bei innerlicher Anwendung zur unterstützenden Behandlung häufig wiederkehrender Infekte im Bereich der Atemwege und der ableitenden Harnwege eingesetzt.



Quality-by-Design (QbD) process evaluation for phytopharmaceuticals on the example of 10-deacetylbaccatin III from yew

Lukas Uhlenbrock, Maximilian Sixt, Jochen Strube,

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

The focus of pharmaceutical product development lies on assuring excellent product quality at the end of a cost-efficient process. The Quality-by-Design (QbD) concept shifts the focus from quality assurance through testing to quality control by process understanding, resulting in very robust processes with high quality product [FDA 2006, ICH 2009, 2009]. QbD was originally intended by authorities for biologics, where product quality proven completely by analytics is not desired. Product quality has to be controlled by means of appropriate processes and operations as well.

These demands were developed in order to improve patients' safety by optimal drug quality at more efficient manufacturing processes reducing costs for healthcare systems. Furthermore, production of biologics includes feedstock variability and complex multi-step manufacturing processes in batch operation with variable lots – condition, which apply to botanicals as well. The use of rigorous (physico-chemical) process modeling in combination with QbD results in a high degree of process understanding. This offers, contrary to popular prejudices, great benefit for manufacturers with little extra effort during development [Kaßing 2012]. The methodical QbD-based approach is pursued to develop a process for extraction and purification of 10-deacetylbaccatin III from yew needles. A short history and key elements of the QbD-based application are introduced.

The line of argument for basic process conception is described and initial risk assessment is shown. Typical raw material variation and vaporization are identified as causes of process variability, therefore, the implications to subsequent process steps are pointed out. Finally, influences of load and flow rate on the chromatographic separation of 10-deacetylbaccatin III are shown to exemplify sensitivity of purification design [Uhlenbrock et al. 2017].

Literature

- FDA 2006: Guidance for Industry: Q9 Quality Risk Management 2006. Pharmaceutical Development Q8(R2). International Conference on Harmonisation of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use 2009
- Kaßing, M., 2012: Process development for plant-based extract production. IV, 113 S. Thermische Verfahrens- und Prozesstechnik; Shaker, Aachen 2012
- Uhlenbrock, L., Sixt, M., Strube, J. 2017: Quality-by-Design (QbD) process evaluation for phytopharmaceuticals on the example of 10-deacetylbaccatin III from yew. Resource-Efficient Technologies 3(2), 137–143 2017. doi: 10.1016/j.reffit.2017.03.001



Einfluss von Bakterien auf die Zusammensetzung flüchtiger Verbindungen in nativen, kaltgepressten Rapsspeiseölen

Anja Bonte^{1}, Claudia Wagner², Ludger Brühl¹, Karsten Niehaus³, Hanna Bednarz³, Bertrand Matthäus¹*

¹Max Rubner-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel, Institut für Sicherheit und Qualität bei Getreide, Detmold Schützenberg 12, 32756 Detmold,

*E-Mail: anja.bonte@mri.bund.de

²Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut für Lebensmittelchemie, Correnstraße 45, 48149 Münster

³Universität Bielefeld, Abteilung für Chemische Ökologie, Universitätsstr. 25, 33615 Bielefeld

Flüchtige Verbindungen sind als sekundäre Pflanzenstoffe bekannt, die bei der Kommunikation zwischen Pflanzen und der pflanzlichen Abwehr von Herbivoren eine wichtige Rolle spielen. Aroma-aktive flüchtige Verbindungen sind aber zudem Komponenten, die Produkten aus pflanzlichen Lebensmitteln ihr typisches Aroma verleihen. Rapssaat weist einen hohen Ölgehalt auf, wodurch lipophile flüchtige Verbindungen im Rohmaterial festgehalten werden können. Durch eine falsche Lagerung der Saat, können sich aroma-aktive flüchtige Verbindungen bilden und in den resultierenden kaltgepressten Speiseölen als Fehleraromen wahrgenommen werden. Da es im Herstellungsprozess kaltgepresster Speiseöle keine Möglichkeit gibt, diese Fehleraromen zu beseitigen, ist die Verwendung von einwandfreier Saat von großer Bedeutung. Neben der Bildung flüchtiger Verbindungen aus pflanzeigenen Abwehr- und Abbauprozessen, kann die Besiedelung der Rapssaat durch Mikroorganismen ebenfalls eine Quelle aroma-aktiver flüchtiger Verbindungen sein und sich negativ auf die sensorischen Eigenschaften des Produkts auswirken.

Um den Einfluss von Mikroorganismen auf die Zusammensetzung der flüchtigen Verbindungen in kaltgepressten Rapsspeiseölen zu überprüfen, wurden 46 Bakterienstämme von vier verschiedenen Rapssorten isoliert. Die sensorischen Eigenschaften von 22 dieser Bakterienstämme zeigten eine hohe Ähnlichkeit mit typischen Fehleraromen kaltgepresster Rapsspeiseöle. Mittels Festphasenmikroextraktion (SPME)-GC-MS-Analyse wurde ein Fingerprint der flüchtigen Verbindungen dieser 22 Bakterienstämme erfasst. Insgesamt konnten 29 flüchtige Verbindungen identifiziert werden. Von diesen Verbindungen sind Dimethylsulfid, Nonanal, 2/3-Methylbutanol, 2/3-Methylbutanal, Acetoin, 2-Pentylfuran, 2,3-Butanedione und Ethyl-2-Methylbutanoat als Inhaltsstoffe kaltgepresster Rapsspeiseöle bekannt. Acetoin, 3-Methylbutanal und Ethyl-2-Methylbutanoat konnten zudem in vorherigen Arbeiten mit einer Verschlechterung der sensorischen Qualität kaltgepresster Rapsspeiseöle in Verbindung gebracht werden. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass neben den flüchtigen Verbindungen aus pflanzeigenen Abwehr- und Abbauprozessen auch die Besiedelung mit Mikroorganismen die sensorische Qualität der Rapssaat beeinflussen kann.

Literatur

- Bonte, A; Brühl, L.; Vosmann, K.; Matthäus, B. (2016): A chemometric approach for the differentiation of sensory good and bad (musty/fusty) virgin rapeseed oils on basis of selected volatile compounds analyzed by dynamic headspace GC-MS. *European Journal of Lipid Science and Technology*, doi:10.1002/ejlt.201600259
- Wagner, C., Bonte, A., Brühl, L., Niehaus, K., Bednarz, H., Matthäus, B. (2017): Contribution of microorganisms growing on rapeseed during storage to the profile of volatile compounds of virgin rapeseed oil, *J. Sci. Food Agric.* DOI: 10.1002/jsfa.8699



Untersuchung des mikrobiellen *trans*-Resveratrol-Metabolismus *in vivo* und Identifizierung metabolischer Phänotypen

Nicolas Danylec¹, Sebastian T. Soukup¹, Diana Bunzel¹, Dominic A. Stoll¹, Jürgen Krauß², Franz Bracher², Melanie Huch¹ und Sabine E. Kulling¹

¹Max Rubner-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel, Institut für Sicherheit und Qualität bei Obst und Gemüse, Haid-und-Neu-Straße 9, 76131 Karlsruhe

²Ludwig-Maximilians Universität München, Department für Pharmazie – Zentrum für Pharmaforschung, Butenandtstraße 5-13, 81377 München

Hintergrund

Die physiologischen Wirkungen von *trans*-Resveratrol (RES) sind Gegenstand zahlreicher Studien. Positive gesundheitliche Effekte, wie z.B. der Schutz vor kardiovaskulären Erkrankungen oder lebensverlängernde Wirkungen, werden allerdings stark diskutiert. Da eine Metabolisierung die biologischen Wirkungen beträchtlich beeinflussen kann und der Metabolismus von RES im Menschen noch nicht umfassend beschrieben worden ist, wurde eine große humane Interventionsstudie durchgeführt. Im Fokus standen dabei die interindividuellen Unterschiede in der Metabolisierung von RES durch die Darmmikrobiota.

Methoden

Im Rahmen einer Interventionsstudie wurden 104 gesunden Erwachsenen 1 mg RES/kg KG oral verabreicht. Urinproben wurden vor der Supplementation (Spontanurin) sowie in den Zeiträumen 0 – 24h und 24 – 48h gesammelt und mittels LC-ToF-MS/MS auf RES und seine durch die Darmmikrobiota gebildeten Metaboliten untersucht.

Ergebnisse

In den Urinproben aller Probanden wurde Dihydroresveratrol nachgewiesen. Der erst kürzlich von uns beschriebene Metabolit Lunularin wurde hingegen nur bei etwa der Hälfte aller Probanden detektiert. Dabei waren sowohl moderate als auch starke Lunularin-Bildner zu verzeichnen.

Mithilfe einer hierarchischen Clusteranalyse der Metabolitenprofile konnten die Probanden verschiedenen metabolischen Phänotypen zugeordnet werden. Dies ist ein Ausdruck der starken interindividuellen Unterschiede in der Metabolisierung von RES durch die humanen Darmmikrobiota, welche nicht nur die Metabolitenprofile sondern auch das Ausmaß der mikrobiellen Metabolisierung betreffen.

Schlussfolgerungen

Die in dieser Interventionsstudie identifizierten RES-Phänotypen und -Metaboliten sollten bei Untersuchungen zur biologischen Wirksamkeit von RES berücksichtigt werden. Die Ergebnisse der hier präsentierten Studie sollten dazu beitragen, bisherige, kontroverse Ergebnisse von *in vivo*- und *in vitro*-Untersuchungen besser zu verstehen.



Resveratrol, Lunularin and Dihydroresveratrol do not act as caloric restriction mimetics when administered intraperitoneally in mice

Kathrin Pallauf¹, Marc Birringer², Jürgen Krauss³, Franz Bracher³, Sebastian Soukup⁴, Melanie Huch⁴, Sabine Kulling⁴, Gerald Rimbach¹

¹ Institut für Humanernährung und Lebensmittellehre, Abteilung Lebensmittelwissenschaft, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

² Fachbereich Oecotrophologie, Hochschule Fulda

³ Department Pharmazie - Zentrum für Pharmaforschung, Ludwig-Maximilians-Universität München

⁴ Institut für Sicherheit und Qualität bei Obst und Gemüse, Max-Rubner-Institut Karlsruhe

After extending lifespan in yeast, worms, flies and mice when fed as part of a high fat diet, resveratrol has been studied as potential anti-ageing compound in model organisms and clinical trials. It has been hypothesized that resveratrol may attenuate the negative effect of high fat feeding, thereby acting as a caloric restriction mimetic. Caloric restriction is a non-genetic intervention that increased lifespan of model organisms and could possibly delay onset of ageing-related diseases in humans. However, resveratrol supplementation sometimes fails to extend lifespan in animal models or to improve health status in humans.

Since in humans, gut microbiota differs in resveratrol metabolite production, e.g. with some individuals producing lunularin and dihydroresveratrol and some just dihydroresveratrol, we planned to test whether these two metabolites differ in their biological impact on ageing.

Thus, we injected 13-month-old C57BL/6JRj mice on an *ad-libitum* high fat diet with resveratrol, dihydroresveratrol or lunularin and compared them to mice on 40% caloric restriction (CR) with saline. Hormone levels as well as caloric restriction- and ageing-related molecular/ biochemical parameters were determined.

As expected, CR mice showed lowered body weight, blood glucose, cholesterol, insulin and leptin levels when compared to *ad-libitum*-fed control mice. In contrast, injections with the test substances had not improved these parameters. Additionally, PGC-1 alpha expression or markers associated with reproduction were altered in CR mice but not by intraperitoneal injections with resveratrol, lunularin or dihydroresveratrol.



Einfluss der N-Düngung auf sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe in Weizenblättern

Beate Stumpf, Feng Yan, Bernd Honermeier

Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung I, Schubertstr. 81, 35392 Gießen

Weizen (*T. aestivum* L. ssp. *aestivum*) zählt sowohl in Deutschland als auch weltweit zu den bedeutendsten Grundnahrungsmitteln. Neben Proteinen, Kohlenhydraten und Fett finden sich in Weizen auch sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, wie beispielsweise Phenolsäuren und Flavonoide. Diese weisen eine antioxidative Wirkung auf und werden deshalb mit positiven Effekten auf die menschliche Gesundheit in Verbindung gebracht. Darüber hinaus sind Phenolsäuren an Abwehrmechanismen der Pflanze beteiligt, z. B. bei Pilzbefall, und spielen eine wichtige Rolle für die Halmstabilität. Deshalb ist es wichtig, detaillierte Kenntnisse über das Vorkommen und die Beeinflussbarkeit dieser Verbindungen sowohl im Korn als auch in den Blättern des Weizens zu gewinnen. Es stellt sich die Frage, inwiefern die Höhe der N-Düngung einen Einfluss auf Sekundärmetabolite im Weizenblatt hat, und wie sich die Menge dieser Verbindungen im Laufe der Pflanzenentwicklung verändert.

In einem im Jahr 2016 in der Versuchstation Weilburger Grenze, Gießen, durchgeführten Parzellenversuch wurde Elite-Weizen der Sorte Genius mit fünf N-Düngungsvarianten (Kalkammonsalpeter) behandelt, die sich in Höhe und zeitlicher Verteilung unterschieden (Tab. 1)

Tab. 1 Menge [kg N/ha] und zeitliche Verteilung der N-Gaben bei Winterweizen

Variante	N-Gaben [kg N/ha] der jeweiligen Termine			Gesamt-N-Aufwand [kg N/ha]
	Bestockung	Schossen	Ährenschieben	
N0	-	-	-	0
N75	40	35	-	75
N150a	80	70	-	150
N150b	80	40	30	150
N195	104	91	-	195

Zu vier Terminen (Schossen, Ährenschieben, Blüte und Milchreife) wurden Blattproben genommen, die direkt auf dem Feld schockgefroren und anschließend im Labor unter flüssigem Stickstoff vermahlen wurden. Um ihre antioxidativen Eigenschaften zu analysieren, wurden diese Proben hinsichtlich ihrer Gesamtphenolgehalte nach Folin-Ciocalteu sowie ihrer antioxidativen Kapazität (ORAC-Assay) untersucht. Des Weiteren wurde der N-Gehalt nach Dumas bestimmt und einzelne phenolische Verbindungen mittels HPLC detektiert. Aus der Gruppe der Flavonoide konnte mit dieser Methode das Hommoorientin und aus der Gruppe der Phenolsäuren die Chlorogensäure nachgewiesen werden. Mithilfe einer qRT-PCR wurde die Expression der Phenylalanin-Ammoniak-Lyase (PAL), welche das Schlüsselenzym der Phenylpropanoidsynthese darstellt, sowie der trans-Zimtsäure-4-monooxygenase (C4H) gemessen.

Erwartungsgemäß stieg der N-Gehalt in den Blättern mit zunehmender N-Düngung an und erreichte ein Maximum zur Zeit der Blüte.

Sowohl der Gesamtphenolgehalt als auch die antioxidative Kapazität nahmen mit steigender N-Düngung ab und zeigten in der ungedüngten Kontrolle signifikant höhere Werte als in allen anderen Varianten. Im Laufe der Pflanzenentwicklung nahmen die Werte für Gesamtphenolgehalt und antioxidative Kapazität ab und erreichten ein Minimum zur Zeit der Blüte. Die Konzentrationen der phenolischen Verbindungen Homoorientin (Abb. 1) und Chlorogensäure nahmen ebenfalls mit steigender N-Düngung und zunehmendem Pflanzenalter ab. Ein Rückgang phenolischer Verbindungen im Laufe der Seneszenz wurde auch in anderen Studien beobachtet (Peñuelas et al., 1999). Die PAL-Expression nahm zwar ebenfalls mit zunehmendem Pflanzenalter ab, mit steigender N-Düngung aber tendenziell zu, während die Expression von C4H durch keinen der untersuchten Faktoren signifikant beeinflusst wurde.

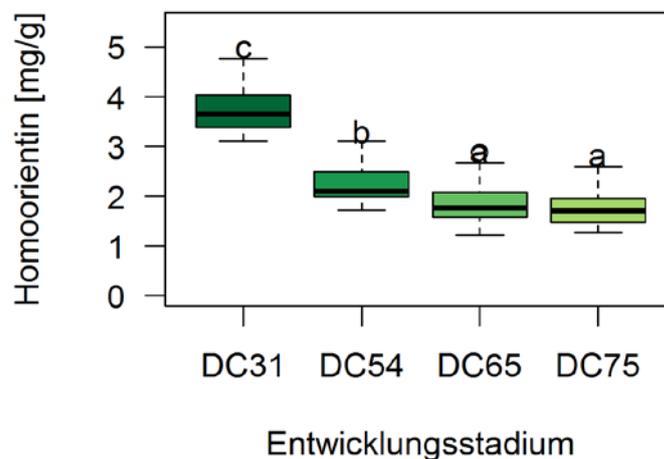


Abb. 1 Homoorientin-Konzentration in Weizenblättern zu vier Entwicklungsstadien (DC31: Schossen, DC54: Ährenschieben, DC65: Blüte, DC75: Milchreife), $p < 0,001$

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die antioxidative Wirkung von Weizenblättern in jungen Pflanzen höher ist als in älteren, und mit steigender N-Düngung abnimmt. Flavonoide und Phenolsäuren, deren Konzentration mit steigender N-Düngung ebenfalls abnimmt, tragen einen großen Teil zur antioxidativen Wirkung bei. Warum die Konzentration phenolischer Verbindungen bei steigendem N-Angebot abnimmt, ist noch nicht geklärt. Die Hypothese, dass die Expression der Enzyme PAL und C4H bei erhöhter N-Düngung vermindert wird, konnte in diesem Versuch nicht bestätigt werden.

Literatur

Peñuelas, J., Estiarte, M., Kimball, B.A., 1999: Flavonoid Responses in Wheat Grown at Elevated CO₂: Green Versus Senescent Leaves. *Photosynthetica* 37, 615–619.
<https://doi.org/10.1023/A:1007131827115>



The interactive effects of nitrogen and sulfur on glucosinolate patterns and their breakdown products in vegetable crops

Karl H. Mühling

Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel,
E-Mail: khmuehling@plantnutrition.uni-kiel.de

Glucosinolates (GSLs) are amino acid derived secondary metabolites naturally occurring in the order of Brassicales. They represent an important class of phytochemicals involved in plant–microbe, plant–insect, plant–animal and plant–human interactions. In Brassica vegetables GS are known as the bioactive compounds giving the typical flavor and odor, being involved in natural pest control. Still, in high doses GSL remain highly toxic. Even though the GS content in Brassica species is genetically fixed, breeding programs already aimed for reducing the GS content, with the engineering of 00-varieties of rapeseed (*Brassica napus*) being the most prominent example. Contrary to their negative effects, GSLs are also discussed to have beneficial nutritional and health effects. But it is more their breakdown products, particularly isothiocyanates (ITCs) and nitriles, formed after hydrolysis within the glucosinolate-myrosinase-system, which the health-promoting effects can be ascribed to when taken up in low doses. Besides genetic approaches to influence GSL content and pattern and their breakdown products, little is yet known about how agronomic and particularly plant nutritional factors can alter the GSL content and pattern of their different hydrolysis products in the context of improving food quality. Therefore, the influence of the sulfur (S) supply on GSLs, ITCs and nitriles in various Brassica species, such as Indian mustard (*Brassica juncea*), kohlrabi (*Brassica oleracea*), and Chinese cabbage (*Brassica rapa* spp. *pekinensis*), are exemplarily discussed in relation to nitrogen nutrition.

Literatur

- Gerendás, J., S. Breuning, T. Stahl, V. Mersch-Sundermann & K. H. Mühling (2008): Isothiocyanate concentration in Kohlrabi (*Brassica oleracea* L. *gongylodes*) plants as influenced by sulphur and nitrogen supply. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56: 8334-8342
- Gerendás, J., M. Sailer, M.-L. Fendrich, T. Stahl, V. Mersch-Sundermann & K. H. Mühling (2008): Influence of sulphur and nitrogen supply on growth, nutrient status and concentration of benzylisothiocyanate in cress (*Lepidium sativum* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88: 2576-2580
- Gerendás, J., J. Podestát, T. Stahl, K. Kübler, H. Brückner, V. Mersch-Sundermann & K. H. Mühling (2009): Interactive effects of sulphur and nitrogen supply on the concentration of sinigrin and allylisothiocyanate in Indian mustard (*Brassica juncea* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57: 3837-3844
- Geilfus, C.-M., K. Hasler, K. Witzel, J. Gerendás & K. H. Mühling (2016): Interactive effects of genotype and N/S-supply on glucosinolates and glucosinolate breakdown products in Chinese cabbage (*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis*). *Journal of Applied Botany and Food Quality* 89: 279-286
- Pitann, B., C. Heyer & K. H. Mühling (2017): The effect of sulfur nutrition on glucosinolate patterns and their breakdown products in vegetable crops. In: *Sulfur Metabolism in Higher Plants – Fundamental, Environmental and Agricultural Aspects*, Eds.: L. Kok, E. Schnug, M. Hawkesford, 61-73, Springer Verlag, Berlin (ISBN: 978-3-319-56525-5)



Non-targeted metabolom profiling of green flower buds in oil seed rape: Screening for resistance against the pollen beetle

Nadine Austel¹, Christoph Böttcher², Torsten Meiners²

¹ Freie Universität Berlin, Department of Biology, Applied zoology / animal ecology, Haderslebener Str. 9, 12163 Berlin, E-Mail: austel@zedat.fu-berlin.de

² Julius-Kühn Institut, Institute for ecological chemistry, plant analysis and stored product protection, Königin-Luise-Straße 19, 14195 Berlin

The pollen beetle (*Meligethes aeneus* F.; Coleoptera: Nitidulidae) is one of the major insect pests of oilseed rape (*Brassica napus* L.; Brassicaceae), with the potential of causing significant reductions in seed yield. Since pollen beetles become increasingly resistant to pyrethroids, alternative control strategies within the framework of integrated pest management are needed to reduce the use of insecticides and the undesirable selection of beetles for insecticide resistance. One strategy is to use the natural variation in brassicaceous plants species to identify potential chemical resistance parameters that enable plant breeders to enhance the resistance of oilseed rape against adult pollen beetles.

In this project we have i) screened *B. napus* cultivars and related brassicaceous plant species for their effect on the feeding behaviour of adult *M. aeneus* and ii) analysed the metabolom profiles of green flower buds by liquid chromatography electrospray ionisation time-of-flight mass spectrometry.

The feeding response of the pollen beetle was dependent on sex and plant species. Males discriminated stronger between plant cultivars and species than females. The beetles preferred plants closely related to *B. napus* over distantly related ones like *Sinapis alba*, *Eruca sativa* or *Barbarea vulgaris*. To identify candidate compounds as potential chemical resistance parameters, we correlated metabolom profiles and beetle feeding behaviour. Positive and negative correlations of plant compounds with the beetles feeding behaviour have been detected. Non-targeted metabolom profiling can be a first step to unravel plant resistance traits via a chemical ecology approach.



Ein Metabolomics-Ansatz zur Identifizierung protektiver Substanzen gegen Falschen Mehltau

*Alexander Feiner¹, Nicholi Pitra¹, Dong Zhang¹, Paul Matthews¹, Thomas Altmann²,
Ludger Wessjohann³, David Riewe⁴*

¹Simon Steiner, Hopfen, GmbH, Mainburg, ²Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung Gatersleben, ³Institut für Pflanzenbiochemie Halle, ⁴Julius Kühn-Institut Berlin. E-Mail: david.riewe@julius-kuehn.de

Falscher Mehltau ist verantwortlich für einen großen Anteil von Ernteverlusten bei Kulturen wie Gurke, Wein sowie Hopfen und führt zu Produkten geringerer Qualität. Beim Hopfen wird Falscher Mehltau durch den Pilz *Pseudoperonospora humuli* verursacht.

Um Mehltau-protektive Substanzen im Hopfenblatt zu identifizieren, wurde eine F1 Kartierungspopulation mit 192 Individuen aus einer weiblichen resistenten und einer anfälligen männlichen Sorte erstellt. Die Sekundärmetabolite in den Blättern dieser Population wurden zwei Tage nach Infektion bzw. Kontrollbehandlung mittels hochauflösender LC-MS ungerichtet gemessen. Im infizierten Set dieser Population wurde sieben Tage nach Infektion der Resistenzgrad optisch bonitiert. Während etwa 1/3 der 43580 ermittelten (redundanten) Signale im Pathogen-behandelten Set im Vergleich zur Kontrolle statistisch erhöht waren, konnten nur wenige 100 davon mit der Ausprägung der Resistenz in Form der Boniturnote korreliert werden. Durch Annotation dieser Signale aufgrund ihrer akkuraten Masse und des Isotopenmusters konnte festgestellt werden, dass diese korrelierten Signale häufiger als erwartet Metaboliten des Phenylpropanoid-Stoffwechselwegs zugeordnet werden können. In der Kontrollgruppe korrelierten die identischen Metabolite mit ähnlicher Stärke mit den Boniturnoten des Pathogen-behandelten Sets. Diese Beobachtung lässt den Schluss zu, dass die Resistenz gegenüber Falschem Mehltau im Hopfen bereits ausgeprägt ist, bevor das Pathogen ihn befällt. In einem unabhängigen Überprüfungsexperiment wurde ein Cocktail mit drei Substanzen aus dem Phenylpropanoid-Stoffwechselweg mit *P. humuli* co-inokuliert. Auch diese externe Gabe hopfeneigener Metabolite führte zu reduzierter Anfälligkeit gegenüber Falschem Mehltau und validierte die protektive Aktivität dieser Substanzen.



Bedeutung von Züchtung und Analytik bei Heil- und Gewürzpflanzen für den Übergang von der Wildsammlung zum kontrollierten Anbau

Fred Eickmeyer

ESKUSA GmbH, Bogener Str. 24, 94365 Parkstetten, E-Mail: eickmeyer@t-online.de

Die Inkulturnahme noch nicht fest etablierter Heil- und Gewürzpflanzen steht vor folgendem Dilemma:

Einerseits ist eine steigende Nachfrage nach Ware aus kontrolliertem, dokumentiertem, überprüfbarem, heimischem Anbau dieser hoch wertschöpfenden Pflanzengruppe zu verzeichnen und eine Erhöhung der Anbauflächen dieser Arten ist politisch gewünscht. Andererseits wird die Anbauware im Preis – je nach Versorgungslage mehr oder weniger strikt – mit dem Preis der Ware aus Wildsammlungen verglichen. Bei vergleichbaren Qualitäten erhält dann in der Regel die preiswertere Wildsammelware den Vorzug im Einkauf. Dies führt dazu, dass eine kontinuierliche Versorgung der Verarbeitungsbetriebe mit Ware aus kontrolliertem Anbau immer wieder zusammenbricht, da die Anbauer sich nicht auf Preise und Abnahme verlassen können.

Auswege aus diesem Dilemma bestehen darin, entweder mit dem Anbau zu warten, bis die Wildsammlungen irgendwann versagen oder das anzubauende Material qualitativ deutlich von der Wildsammelware abzugrenzen.

An den Beispielen Arnika (*Arnica montana*) und Russischem Löwenzahn (*Taraxacum koksaghyz*) wird gezeigt, dass - vom Wildmaterial ausgehend - in den ersten Selektionszyklen enorm große Zuchtfortschritte erzielt werden können; vorausgesetzt die Ziele sind klar definiert und es steht eine ausreichende Analytik-Kapazität zur Verfügung.

Mittels NMR konnten bei diesen Arten mit vertretbarem Kostenaufwand und innerhalb kurzer Zeit hohe Gehalte an den gewünschten Inhaltsstoffen selektiert werden, die das entwickelte Zuchtmaterial qualitativ deutlich vom ursprünglichen Wildtyp abgrenzen.

Neben den Inhaltsstoffen spielen jedoch auch die agronomischen Eigenschaften eine Rolle, um Wildpflanzen für den Anbau geeignet zu machen. Auch diese Eigenschaften dürfen nicht vernachlässigt werden und müssen daher für eine erfolgreiche Selektion immer zu gewichteten Kompromissen führen.



Modellhaftes Demonstrationsnetzwerk zur Ausweitung und Verbesserung des Anbaus und der Verwertung von Leguminosen mit Schwerpunkt Erbsen und Bohnen in Deutschland – Qualitätsparameter zur Bewertung des regionalen Anbaus von Körnererbsen

*Jenny Zehring¹, Sinja Cloppenburg¹, Katrin Stevens², Petra Zerhusen-Blecher²,
Bernhard C. Schäfer², Ulrich Quendt³, Sascha Rohn¹*

¹HAMBURG SCHOOL OF FOOD SCIENCE, Institut für Lebensmittelchemie, Universität Hamburg
²FH Südwestfalen, Fachbereich Agrarwirtschaft
³Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, Kassel
E-Mail: rohn@chemie.uni-hamburg.de

Ob als hofeigenes Futtermittel, als Marktfrucht oder als innovativer Lebensmittelrohstoff: Erbsen und Bohnen sind wichtige Bausteine für eine nachhaltige, eiweißhaltige und regionale Nutztierfütterung. Auch für die menschliche Ernährung werden die heimischen Hülsenfrüchte wiederentdeckt. Der Bedarf an Eiweißfuttermitteln ist hierzulande deutlich höher als das Angebot und wird zumeist noch durch Importe aus Übersee gedeckt. Mit dem modellhaften Demonstrationsnetzwerk Erbse/Bohne (*DemoNetErBo*) soll der Anbau und die Verarbeitung von Erbsen und Bohnen verbessert und ausgeweitet werden.

In *DemoNetErBo* sind 16 Verbundpartner aus 10 Bundesländern aktiv. Bundesweit konnten 75 landwirtschaftliche Demonstrationsbetriebe gewonnen werden. Sie geben gemeinsam mit den Netzwerkpartnern ihr Wissen auf Feldtagen, Betriebsbesichtigungen und Fachveranstaltungen weiter. Der Wissenstransfer wird durch eine begleitende Presse- und Öffentlichkeitsarbeit unterstützt, die verschiedene Medien zur Verbreitung der Netzwerkaktivitäten einsetzt.

Ein weiterer Schwerpunkt des Netzwerkes liegt in der Abbildung der gesamten Wertschöpfungskette in die die Demonstrationsbetriebe eingebunden sind. Dazu gehört nicht nur die innerbetriebliche Verwertung, sondern auch die Verwertung im nachgelagerten Bereich: etwa durch die Einbindung des Landhandels, der Futtermischer oder der Verarbeitung für die Tier- und Humanernährung. Nur ein gesicherter Absatz und ein angemessener Erlös für den Landwirt geben den Anreiz, Erbsen und Bohnen anzubauen. Die Universität Hamburg, deren Aufgabe erhebt und kartiert in diesem Zusammenhang diverse Inhaltsstoffe als Qualitätsparameter.

Danksagung

Das Projekt „*DemoNetErBo*“ wird durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Bundestages im Rahmen der BMEL Eiweißpflanzeninitiative gefördert.

Weitere aktuelle Informationen zum Netzwerk gibt es auf der Internetseite www.demoneterbo.agrarpraxisforschung.de



Analyse qualitätsbestimmender Parameter in Selen-biofortifizierten Äpfeln

Sabrina Groth¹, Christoph Budke², Diemo Daum², Sascha Rohn¹

¹HAMBURG SCHOOL OF FOOD SCIENCE, Institut für Lebensmittelchemie, Universität Hamburg
²Hochschule Osnabrück, Fachgebiet Pflanzenernährung, Osnabrück
E-Mail: rohn@chemie.uni-hamburg.de

Im Rahmen des BMBF-geförderten Projektes *BiofortiSe* („Biofortifikation von Äpfeln mit Selen zur Verbesserung der Fruchtqualität, der Lagerfähigkeit und des gesundheitlichen Wertes“) werden Äpfel durch eine Blattdüngung mit Selen agronomisch mit verschiedenen Selen-haltigen Düngern angereichert. Da der empfohlene Bedarf des Spurenelements Selen in Deutschland aufgrund selenarmer Böden nicht immer ausreichend durch die Nahrung gedeckt werden kann, bieten natürlich angereicherte Lebensmittel eine mögliche Perspektive. Neben dem Selengehalt sollen auch andere wertgebende Parameter wie die Fruchtqualität, die Lagerfähigkeit, sowie der Gehalt an Vitaminen und sekundären Pflanzenstoffen der Äpfel analysiert werden.

Im Rahmen der bisherigen Untersuchungen wird der Einfluss der Selendüngung vor allem auf Qualitätsmerkmale der Äpfel untersucht, die in Zusammenhang mit der antioxidativen Aktivität stehen. Im Fokus stehen dabei die qualitative und quantitative Zusammensetzung der phenolischen Verbindungen, radikalfangende und reduzierenden Eigenschaften sowie die Aktivität der Enzyme Polyphenoloxidase und Phenylalanin-Ammoniak-Lyase. Deren Bestimmungen erfolgen direkt nach der Ernte sowie nach einigen Monaten Lagerung nach einschlägigen Methoden.

Um die Selenversorgung der Bevölkerung zu verbessern, sind Äpfel aufgrund der hohen Verzehrmenge besonders geeignet. Eine Biofortifikation von Äpfeln mit Selen wurde in dieser Art bisher noch nicht durchgeführt. An anderen Fruchtkulturen wie Tomaten bzw. Birnen und Pfirsichen führten Selengaben u.a. zu deutlichen Erhöhungen an wertgebenden Inhaltsstoffen wie phenolischen Verbindungen sowie zu einer verlängerten Haltbarkeit [1/2].

Literatur

- [1] Schiavon et al. 2013: Selenium fertilization alters the chemical composition and antioxidant constituents of tomato (*Solanum lycopersicon* L.). J. Agric. Food Chem. 61: 10542-10554.
- [2] Pezzarossa et al. 2012: Effects of foliar and fruit addition of sodium selenate on selenium accumulation and fruit quality. J. Sci. Food Agric. 92: 781-786.

Danksagung

Das Forschungs- und Entwicklungsprojekt „BiofortiSe“ wird im Rahmen des Ideenwettbewerbs „Neue Produkte für die Bioökonomie“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.



Analyse von flüchtigen Glucosinolat-Abbauprodukten in der Atemluft nach dem Verzehr von Kapuzinerkresse

*Franziska Kupke¹, Susanne Baldermann², Annekathrin Tarnowski¹, Evelyn Lamy³,
Silke Hornemann⁴, Andreas Pfeiffer⁴, Monika Schreiner², Sascha Rohn¹, Franziska
S. Hanscher²*

¹HAMBURG SCHOOL OF FOOD SCIENCE, Institut für Lebensmittelchemie, Universität Hamburg

²Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau e.V., Großbeeren

³Molekulare Präventivmedizin, Institut für Infektionsprävention und Krankenhaushygiene,
Universitätsklinikum Freiburg

⁴Deutsches Institut für Ernährungsforschung Potsdam-Rehbrücke
E-Mail: rohn@chemie.uni-hamburg.de

Die Zusammensetzung unserer Nahrung und die Wirkung bestimmter pflanzlicher Sekundärmetabolite auf unsere Gesundheit sind weiterhin von zunehmender Bedeutung. Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe wie Glucosinolate sind natürlicherweise in verschiedenen Brassicales-Arten enthalten. Beim Kauen oder Schneiden dieser Gemüsespezies entstehen verschiedene flüchtige Verbindungen wie Isothiocyanate, die zum Teil positive Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben.

Um die ernährungsphysiologischen Wirkungen dieser Inhaltsstoffe beurteilen zu können, ist es unerlässlich deren Bioverfügbarkeit und ihren Metabolismus im Körper zu kennen. Zahlreiche Studien beschäftigen sich bereits mit dem humanen Metabolismus von Isothiocyanaten und der Ausscheidung der Metabolite über Urin und Fäzes. Aufgrund der Flüchtigkeit der Isothiocyanate ist jedoch auch ein weiterer Ausscheidungsweg zu betrachten, der bisher vernachlässigt wurde – die Atemluft. Dieser Ausscheidungsweg könnte die therapeutischen Effekte Isothiocyanat-reicher Pflanzenextrakte bei Atemwegserkrankungen erklären.

Ziel der aktuellen Untersuchungen war es daher, eine geeignete Methode für die Analyse von Isothiocyanaten und Nitrilen in Atemluft zu entwickeln. Die Herausforderung lag hierbei in der teilweise geringen Konzentration der Analyten und der Standardisierung der Probenahme. Ein möglicher Weg stellt die Anreicherung von Analyten aus der Atemluft mittels *Stir Bar Sorptive Extraction* (SBSE) wie den PDMS-*Twister*[®] (Gerstel GmbH & Co. KG, Mühlheim a.d.R.) dar. Nach dem Verzehr von Kapuzinerkresse (*Tropaeolum majus*), wurden die Analyten in der Atemluft an Twistern angereichert, anschließend mittels Thermodesorption freigesetzt und mit Hilfe der Gaschromatographie-QQQ-Massenspektrometrie quantifiziert. Die Ergebnisse lassen erste Rückschlüsse auf die Pharmakokinetik und die Bedeutung dieses Ausscheidungswegs zu.

Literatur

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Laber, H. and Lattauschke, G. (2014): *Gemüseanbau*. 2. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart (Hohenheim)
- 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.



Gehalte an Gesamt-Phenolen und Rosmarinsäure in den Blättern unterschiedlicher Minze-Arten und -Varietäten (*Mentha* sp.)

Aliyeh Darzi Ramandi, Bernd Honermeier

Justus-Liebig-Universität Gießen, Professur für Pflanzenbau, Biomedizinisches Forschungszentrum
Seltersberg (BFS), Schubertstr. 81, 35392 Gießen
E-Mail: Aliyeh.Darzi-Ramandi@agrar.uni-giessen.de

Einleitung

Die zur Familie der Lamiaceae zählenden Minze-Arten (*Mentha* sp.) werden weltweit als Aroma- und Arzneipflanzen genutzt. Neben der direkten Verwendung der frischen oder getrockneten Blätter, werden die aus den Blattdrogen gewonnenen ätherischen Öle genutzt, die in Abhängigkeit von der Pflanzenart und den Wachstumsbedingungen eine unterschiedliche Zusammensetzung an flüchtigen Verbindungen besitzen.

Die Gattung *Mentha* ist dem Tribus Menthae zugeordnet, zu dem auch weitere wirtschaftlich bedeutsame Gattungen, wie z. B. *Rosmarinus*, *Origanum*, *Thymus*, *Salvia* und *Nepeta* gehören. Zur Gattung *Mentha* zählen 18 verschiedene Arten sowie weitere 11 Hybriden (Tucker & Naczi 2007). Zu den bedeutsamsten *Mentha*-Arten gehören die Grüne Minze (*Mentha spicata* L.), die Pfefferminze (*Mentha x piperita* L.), die Amerikanische Minze (*Mentha canadensis* L.) und die Rundblättrige Minze (*Mentha suaveolens* Ehrh.) sowie einige Hybriden bzw. Varietäten dieser Arten.

Neben dem ätherischen Öl, das in den Drüsenhaaren der Blätter akkumuliert wird, enthalten Minze-Pflanzen auch relevante Gehalte an Phenolcarbonsäuren, denen antioxidative Wirkungen zugeschrieben werden. In den durchgeführten Untersuchungen sollten deshalb die Gehalte an Gesamt-Phenolen und an Rosmarinsäure in einem diversen Minze-Sortiment evaluiert werden.

Material und Methode

In der Versuchsstation Gießen (schluffiger Tonboden, AZ 65) wurde im Frühjahr 2016 nach vorheriger Jungpflanzen-Anzucht im Gewächshaus ein umfangreiches Sortiment mit insgesamt 106 Minze-Akzessionen unterschiedlicher Arten und Varietäten angelegt. Das Minze-Pflanzgut wurde aus der Genbank des IPK Gatersleben, von Botanischen Gärten und Gärtnereien sowie von Züchtern bezogen. Daneben standen auch eigene Selektionen zur Verfügung. Die hier untersuchten Proben (insgesamt 93 Akzessionen) stammen von Minze-Pflanzen, die im August 2016 (zweiter Schnitt) manuell geerntet wurden.

Nach der manuellen Minze-Ernte wurden die Blätter gerebelt, anschließend getrocknet (40°C) und zwischengelagert (Raumtemperatur). Im Labor wurden die Blätter vermahlen, mit Methanol bzw. Ethanol extrahiert und die Extrakte bei -20 °C gelagert. Die Extrakte wurden auf Gesamt-Phenole (Folin-Chiocalteau-Methode, methanolischer Extrakt) und mit der HPLC (Knauer) auf Rosmarinsäure-Gehalte (ethanolischer Extrakt) analysiert. Zusätzlich wurde die antioxidative Wirksamkeit (ORAC-Methode) der Proben bestimmt.

Ergebnisse

Die Gesamt-Phenol-Gehalte der analysierten Minzen waren in einigen Proben sehr gering. So wurden in *Mentha arvensis* ("Banana") und in drei weiteren *Mentha*-Akzessionen (unbekannter Art) Gesamt-Phenol-Gehalte von weniger als 40 mg GAE/g TM bestimmt. Hohe Gesamtphenol-Gehalte von > 120 mg GAE/g TM wurden demgegenüber in *Mentha x piperita* var. *citrata* und *Mentha x gentilis* detektiert. Hohe Gehalte an Gesamt-Phenolen in der Spanne von 100 bis 120 mg GAE/g TM wurden auch in Proben von *Mentha x piperita*, *Mentha x piperita* var. *piperita* "Chocolate", *Mentha spicata* L. und in einer *Mentha*-Probe (unbekannte Art) gefunden.

Die Rosmarinsäure (RS)-Gehalte der untersuchten Blattproben lagen im Mittel bei 2,23 % TM (n = 93). Innerhalb des Sortimentes variierten die Werte von minimal 0,6 % TM (*Mentha* sp., unbekannter Art) bis maximal 5,6 % TM (*Mentha spicata* L. em L.). Die höchsten RS-Gehalte (5,1 bzw 5,6 % TM) wurden in zwei Akzessionen der Grünen Minze (*M. spicata*) gefunden. Vergleichsweise hohe RS-Gehalte (> 4 % TM) hatten einige Herkünfte von *M. x piperita* und eine Herkunft *M. suaveolens*. Als *Mentha*-Arten mit geringen Rosmarinsäure-Gehalten wurden in diesen Untersuchungen *Mentha pulegium* (0,75 %) und *Mentha canadensis* (0,90 bzw. 1,46 %) identifiziert.

Im Ergebnis der ORAC-Untersuchungen wurden die höchsten Werte (> 2000 µmol TE/g TM) in zwei Akzessionen von *Mentha x piperita* bzw. *Mentha x piperita* var. *piperita* "Chocolate" gefunden. Die niedrigsten ORAC-Werte wiesen hingegen *Mentha pulegium* L. (593 µmol TE/g TM) und *Mentha arvensis* "Banana" (623 µmol TE/g TM) auf. Zwischen den Gehalten an Gesamt-Phenolen und den ORAC-Werten bestand eine sehr enge Korrelation (r = 0,85). Deutlich geringer waren demgegenüber die Zusammenhänge zwischen Rosmarinsäure und den ORAC-Werten (0,47) sowie zwischen den Gesamt-Phenolen und der Rosmarinsäure (0,59).

Insgesamt ist festzustellen, dass innerhalb der Gattung *Mentha* eine große Variation der Gehalte an Gesamt-Phenolen und an Rosmarinsäure besteht. Nicht alle Minze-Arten sind zur Gewinnung von Phenolsäure-reichen Extrakten geeignet. Die Grüne Minze (zum Teil hohe RS-Gehalte) und die Pfefferminze (mittlere RS-Gehalte) weisen in diesem Merkmal eine gute Qualität auf.

Literatur

Tucker AO., Naczi , RFC.(2007): *Mentha*: An Overview of Its Classification and Relationships
In: *Mint. The genus Mentha. Medical and Aromatic Plants – Industrial Profiles*, Volume 44, Boca Raton, London, New York: CRC Press, Taylor & Francis Group. 2007: 3–39.



Gehalt und Zusammensetzung des ätherischen Öles unterschiedlicher Minze-Akzessionen (*Mentha* sp.)

Kathrin Anne Göbel, Alexandra Kontschewski, Bernd Honermeier

Justus-Liebig-Universität Gießen, Professur für Pflanzenbau, Biomedizinisches Forschungszentrum
Seltersberg (BFS), Schubertstr. 81, 35392 Gießen
E-Mail: Kathrin.A.Goebel@ernaehrung.uni-giessen.de

Einleitung

Die Minze (*Mentha species*) ist eine wichtige Arznei- und Gewürzpflanze aus der Familie der Lamiaceae. Zu dieser Gattung zählen 23 Arten und 15 Hybriden, was auf eine große Diversität schließen lässt (LAWRENCE 2007). Als Arzneipflanze findet der Tripelbastard Pfefferminze (*Mentha x piperita* L.) Verwendung, wobei Menthol der wertgebende Inhaltsstoff ist. Die getrockneten Laubblätter (ganz oder geschnitten) oder das mittels Wasserdampfdestillation gewonnene ätherische Öl werden als Droge bei der symptomatischen Behandlung des Reizdarmsyndroms, bei Verdauungsstörungen sowie bei Kopf- und Muskelschmerzen genutzt (PH. EUR. 7 2011; WHO 2002).

Menthol wird zudem in hohem Maße in der Kosmetik-, der Pharma- oder der Lebensmittelindustrie nachgefragt. Zur reinen Menthol-Gewinnung können neben der Pfefferminze auch andere Minze-Arten, wie beispielsweise die Grüne Minze (*Mentha x spicata* L.) oder die Ackermanze (*Mentha arvensis* L.), verwendet werden. Außerdem gibt es einige Minze-Arten, die besondere oder wohlschmeckende Aromen aufweisen (*Mentha suaveolens* Ehrh.)(WCSP 2010).

Vorgestellt werden Ergebnisse aus einem Minze-Screening (umfangreiches Minze-Sortiment unter Feldbedingungen), in dem die Eignung von Minzen als Arzneipflanzen und spezielle Aromaminzen sowie Menthol-reiche Typen untersucht wurden.

Material und Methode

In der Versuchsstation Gießen (50°36'05.7"N 8°39'13.3"E, Bodenart: schluffiger Ton, AZ 65) wurde im Frühjahr 2016 im Rahmen des EIP Agri-Projektes "Aroma-Minze Hessen" ein umfangreiches Sortiment mit insgesamt 99 Minze-Akzessionen (verschiedene *Mentha*-Arten und -Varietäten) angelegt. Das Minze-Pflanzgut wurde aus der Genbank des IPK Gatersleben, von Botanischen Gärten und Gärtnereien sowie von Züchtern bezogen. Das Sortiment (Parzellengröße 1,25 m², keine Wiederholungen) dient der Evaluierung von botanischen, agronomischen und Qualitäts-Merkmalen von Minzen im Hinblick auf die potenzielle Eignung für die weitere Selektion, Vermehrung und den praktischen Anbau.

Die Blätter wurden nach der Ernte manuell gerebelt, anschließend bei 40 °C getrocknet und bei Raumtemperatur gelagert. Das ätherische Öl wurde durch Wasserdampf-Destillation (Clevenger-Apparatur) nach Vorgaben des EUROPÄISCHEN ARZNEIBUCHS 2011 bestimmt und nach der Destillation bei -4 °C gelagert. Die Detektion der Öl-Komponenten erfolgte mittels GC/MS.

Ergebnisse

Die Gehalte an **ätherischem Öl** variieren in dem Sortiment von minimal 0,37 % bis maximal 4,12 %. Die Pfefferminzen wiesen im Mittel einen Ätherischöl-Gehalt von 2,29 % auf.

Die hier vorgestellten Ergebnisse der Öl-Zusammensetzung beziehen sich auf die erste Ernte des Jahres 2017. Innerhalb der **Pfefferminzen** (*Mentha x piperita* L.) konnten im Ergebnis der GC/MS-Analysen unterschiedliche Chemotypen identifiziert werden. So sind in dem Sortiment Gießen sowohl Carvon-Typen (61 % Carvon und 11 % Limonen), zwei Piperiton-Typen (38 % Piperiton), eine Pulegon-reiche Herkunft (69 % Pulegon) und zwei Herkünfte mit höherem Cineol-Anteil (16 %) vorhanden. Insgesamt 21 Akzessionen wiesen eine für Pfefferminze typische Öl-Zusammensetzung (Mittel = 34 % Menthol, 26 % Menthon, 6 % Cineol) auf. Es konnten aber nur vier Minzen (*Mentha x piperita* L.) identifiziert werden, die in der Öl-Zusammensetzung den Anforderungen des Europäischen Arzneibuches entsprechen. Der höchste Menthol-Anteil mit 71 % wurde in einer *Mentha canadensis* L. detektiert.

Die zweitgrößte Gruppe der untersuchten Minzen (19 Akzessionen) ist der **Grünen Minze** (*Mentha x spicata* L.) zuzuordnen. Die Blattproben dieser Minzen enthielten kaum Menthol (< 2 %), kein Isopulegol und sehr wenig Methylacetat (< 1 %). Insgesamt 11 der 21 untersuchten *M. x spicata*-Akzessionen konnten als Carvon-reich (56 – 70 % Carvon) eingeordnet werden. Andere Herkünfte der Grünen Minze wiesen nur sehr geringe Carvon-Gehalte (< 5 %) auf. Ähnlich divers waren in dieser Gruppe die Gehalte an Menthon, die bei zwei Herkünften bei 30 bzw. 36 % und bei einer Herkunft bei 15 % lagen. Alle anderen *M. x spicata*-Minzen enthielten demgegenüber kein Menthon.

Das Gießener Minze-Sortiment enthält 12 Akzessionen der **Rundblättrigen Minze** (*Mentha suaveolens* Ehrh.). Von diesen wurden drei Herkünfte mit hohem Piperiton-Anteil (19, 25 und 45 %), zwei Herkünfte mit hohem Pulegon-Anteil (28 und 38 %) und zwei Herkünfte mit leicht erhöhtem Carvon-Anteil (17 und 26 %) identifiziert. Alle anderen Akzessionen von *Mentha suaveolens* Ehrh. enthalten dagegen kaum Menthol (0-3 % und einmal 8 %), Menthofuran (0-3 %) und Menthon (0-2 %).

Aus den Ergebnissen wird abgeleitet, dass in allen geprüften Minze-Arten eine hohe chemische Diversität vorhanden ist. Nur wenige Pfefferminzen erfüllen die Anforderungen des EUROPÄISCHEN ARZNEIBUCHS 2011. Die Ursachen für diese Variation sind in weiteren Untersuchungen zu klären.

Literatur

LAWRENCE, B.M. (2007): Mint. The genus *Mentha*. Vol. 44. CRC-Press, Taylor & Francis-Group.

PH. EUR. 7 (2011): Monographie Melissenblätter. In: Europäisches Arzneibuch. 7. Ausgabe. Stuttgart: Deutscher Apotheker Verlag, 1799-1800.

WCSP (2010): WORLD CHECKLIST OF SELECTED PLANT FAMILIES. The Plant List (2010): <http://www.theplantlist.org/browse/A/Lamiaceae/Mentha/>

WHO (2002): WORLD HEALTH ORGANIZATION: WHO monographs on selected medicinal plants. World Health Organization. 2. Auflage, Geneva.

Die Untersuchungen wurden im Rahmen des EIP Agri-Projektes "Aroma-Minze Hessen" mit Mitteln der Europäischen Union und des Landes Hessen gefördert.



Gehalte an Tanshinonen und Phenolsäuren in den Wurzeldrogen des Chinesischen Salbeis (*Salvia miltiorrhiza* Bunge)

Young-Hyun Sung, Feng Yan, Bernd Honermeier

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung I, Justus-Liebig-Universität Giessen, Schubertstr. 81,
35392 Giessen, E-Mail: young.h.sung@agrar.uni-giessen.de

Einleitung

Der Chinesische Salbei (*Salvia miltiorrhiza* Bunge) ist eine in der TCM verwendete Arzneipflanze aus der Familie der Lippenblütler (*Lamiaceae*). Die aus den getrockneten Wurzeln hergestellten Extrakte werden in der TCM vor allem in der Therapie von Herz- und Gefäßerkrankungen eingesetzt (Wang 2010, Wang et al. 2006). Für die pharmakologische Wirkung des Chinesischen Salbeis werden die zu den Diterpenen zählenden Tanshinone sowie Phenolcarbonsäuren (Salvianolsäure B und Rosmarinsäure) verantwortlich gemacht.

Ziel der durchgeführten Untersuchungen war es, die Gehalte und die zeitliche Dynamik der Bildung von Tanshinonen und Phenolsäuren im Chinesischen Salbei bei variierenden Kultivierungsbedingungen zu bestimmen und die Eignung dieser Arzneipflanze für eine Kultivierung in Deutschland einzuschätzen.

Material und Methode

Die analysierten Wurzelproben stammten aus Parzellenversuchen, die mit Chinesischem Salbei (Saatgut von Prof. Dr. Qiao-Shen Guo, Institute & School of Chinese Medicinal Materials, Nanjing Agricultural University, China) in den Jahren 2007/08 und 2008/09 in der Versuchsstation Groß-Gerau (Sandboden) durchgeführt wurden. In den Parzellenversuchen wurden die Prüffaktoren Kulturform (Damm- und Ebenkultur) und Reihenweite (50cm und 75cm) sowie die N-Düngung berücksichtigt. Die Proben der Wurzeln (Rhizome) wurden manuell zu verschiedenen Terminen gewonnen, danach gewaschen, bei 40 °C getrocknet und bei Raumtemperatur gelagert. Im Labor erfolgten die Vermahlung der Proben und die anschließende Extraktion mit Methanol. Die Bestimmung der Tanshinone erfolgte nach einer modifizierten Methode des Chinesischen Arzneibuchs (Pharmacopoeia of the People's Republic of China, 2005) mit der HPLC (Knauer). Die Bestimmung der Phenolsäuren erfolgte mit der HPLC nach einer modifizierten Methode von Bauer (2011):Hauptsäule Synergi 4 μ , Hydro RP, 80A, 250 x 4,6 mm (Phenomenex), Säulentemperatur 20°C, Injektionsvolumen 10 μ l. Für die Gradienten-Elution wurden Acetonitril (Phase A) und 0,1%ige Ameisensäure in H₂O (Phase B) eingesetzt. Zusätzlich wurde die antioxidative Kapazität mittels ORAC-Methode mit einem Fluoroskan Ascent Fluorometer (Thermo Scientific) gemessen.

Ergebnisse

Die Gesamt-Tanshinon-Gehalte (Tanshinon I, Tanshinon IIA, Cryptotanshinon) der Salbei-Wurzeln variierten im ersten Jahr von 0,45 bis 0,53 % TM mit einem Anteil an Tanshinon IIA von 0,21 bis 0,23 % TM. Im zweiten Jahr lagen die Gesamt-Tanshinon-Gehalte bei 0,60 % TM (im Herbst) bzw. 0,82 % TM im Frühjahr (nach der Überwinterung der Pflanzen).

Dem Tanshinon IIA wird innerhalb der Tanshinone die größte Bedeutung und Wirksamkeit zugesprochen. Die Gehalte an Tanshinon IIA lagen im zweiten Jahr je nach Erntezeit bzw. Entwicklungsverlauf der Salbeipflanze zwischen minimal 0,21 und maximal 0,39% TM, womit die Anforderungen des Chinesischen Arzneibuchs (min. 0,20%) erfüllt wurden. Die mineralische N-Düngung hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Tanshinon-Gehalte in den Salbei-Wurzeln.

Die Gehalte an Salvianolsäure B in den Wurzelextrakten des Salbeis lagen in der Spanne von minimal 0,31% TM (im Oktober) bis maximal 5,26% TM (im April) und an Rosmarinsäure von minimal 0,29% TM (im Oktober) bis maximal 0,71% TM (Anfang Juli). Es wurde beobachtet, dass die Phenolsäure-Gehalte der Salbei-Wurzeln bei geringerem Lichtangebot (Kurztagbedingungen) und bei beginnender Seneszenz der Pflanzen geringer ausfielen.

Die durchgeführte Korrelationsanalyse zeigte, dass ein relativ enger Zusammenhang zwischen der antioxidativen Kapazität und dem Gehalt der Salvianolsäure B in den Wurzeln von Chinesischem Salbei besteht ($r = 0,70$). Bei Rosmarinsäure konnte nur ein mittlerer Zusammenhang zur antioxidativen Kapazität ($r = 0,50$) beobachtet werden. Salvianolsäure B scheint demnach ein größeres antioxidatives Potential als Rosmarinsäure zu besitzen. Als Ursachen für die unterschiedliche antioxidative Wirkung der Phenolsäuren wird die Anzahl an OH-Gruppen am aromatischen Ring und die Position der OH-Gruppen in ortho-Stellung angesehen (Cai et al. 2006). Die Salvianolsäure B stellt ein Tetramer der Kaffeesäure dar und verfügt über sieben OH-Gruppen. Die Rosmarinsäure ist ein Dimer der Kaffeesäure und besitzt vier OH-Gruppen. Die größere Anzahl an OH-Gruppen der Salvianolsäure B könnte ein entscheidender Grund dafür sein, dass diese Phenolsäure auch in Salbei-Extrakten zu einer hohen antioxidativen Wirkung beiträgt. Die Gehalte an Tanshinon I weisen nur eine geringe Korrelation mit den ORAC-Werten ($r = 0,374$) auf. Zwischen den Gehalten an Tanshinon IIA bzw. Cryptotanshinon und den ORAC-Werten bestand kein Zusammenhang.

Insgesamt konnte festgestellt werden, dass der Chinesische Salbei auch unter den Wachstumsbedingungen in Deutschland (Standort Groß-Gerau, Südhessen) die geforderten Werte für Tanshinon IIA von $> 0,20\%$ TM und für Salvianolsäure B von $> 3\%$ TM erreichen kann. Der Erntetermin und der Entwicklungsverlauf der Pflanze stellen für die Gehalte an Tanshinonen und Phenolsäuren die wichtigeren Einflussfaktoren dar. Die Kultivierungsbedingungen (Damm- vs. Ebenkultur, Pflanzenverteilung und mineralische N-Düngung) scheinen für die Qualität der Wurzel-Droge bei Chinesischem Salbei eine geringe Bedeutung zu haben.

Literatur

- Bauer, R. (2001): Institut für Pharmazeutische Wissenschaften, Bereich Pharmakognosie, Karl-Franzens-Universität Graz, Österreich.
- Cai et al. (2006): Structure – radical scavenging activity relationship of phenolic compounds from TCM plants. *Life Sci*, 78:2872-2888.
- Wang et al. (2006): Compound *Salvia pellet*, a traditional Chinese medicine, for the treatment of chronic stable angina pectoris compared with nitrates: a meta-analysis. *Med Sci Monit*; 12(1): SR1-7
- Wang, B-Q. (2010): *Salvia miltiorrhiza*: Chemical and pharmacological review of a medicinal plant, *J Med Plant Res* 4(25), 2813-2820.



Characterization of secondary plant metabolites in byproducts from pea fibre processing

Johanna Beckmann¹, Jenny Zehring¹, Sascha Rohn¹

¹HAMBURG SCHOOL OF FOOD SCIENCE, Institut für Lebensmittelchemie, Universität Hamburg;
E-Mail: rohn@chemie.uni-hamburg.de

Sustainable food production is of immense demand along the whole value-added chain. Pea hull byproducts can be used as sources of highly valuable compounds that are again applied for an enrichment of other foods. Often, health-promoting compounds such as fibres and secondary plant metabolites are of enormous interest and present in certain amounts in plant-deriving byproducts.

As part of the BMEL/BLE-funded project “Pea fibre 2.0 – Novel approaches for added-values by optimizing functional and nutritive properties of fibre-rich byproducts from pea processing”, the aim of this study is to consider secondary plant metabolites such as flavonoids and saponins from different pea fibre processing steps. Saponins are located in pea hulls in high quantities. The main substances are saponin B (soyasaponin I) and DDMP saponin (soyasaponin β g). DDMP saponin is not stable under certain conditions [1], which is of certain interest for the processing.

From a nutritional point of view, the meaning of saponins in the human diet is controversially discussed. On the one hand, they can have negative impact, because of their anti-nutrient and hemolytic properties. On the other hand, they are attributed to some health promoting effects such as anti-inflammatory, hypocholesterolemic, and immunestimulating activity and additionally already of great use of technofunctional emulsifying properties.

Notably, previous and primary results of the actual study confirmed that the content of saponins is predominantly located in the hulls and vary depending on the cultivar and processing steps. Furthermore, it has been shown that saponins in peas have no hemolytic characteristics. For further pea hull/saponin usage, it is necessary to gain more insights of the structure variation of the sugar units for optimizing emulsifying effects, saponin stability, and bioactive properties for potential health-beneficial effects.

Literature

Reim, V., Rohn, S. Characterization of saponins in peas (*Pisum sativum* L.) by HPTLC coupled to mass spectrometry and a hemolysis assay. Food Research International, 2015, 76, 3-10.

Danksagung

Das Projekt „Erbsenfaser 2.0“ wird durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Bundestages im Rahmen der BMEL Eiweißpflanzeninitiative gefördert.



Quality improved Cocoa and Cocoa-based Products with Flavour Profiles on Demand – ‘From Farm to Chocolate Bar’

Fabian Tietz¹, Hanna Balster^{2,3,4}, Claudia Beleites², Bernward Bisping¹, Daniel Kadow⁴, Andrea Krähmer², Christina Krabbe⁵, Stephanie Nottelmann⁵, Matthieu Nourrisson¹, Katharina Riehn⁵, Barbara Rudolph⁶, Christian von Wallbrunn³, Katharina Zug⁶, Sascha Rohn¹

¹HAMBURG SCHOOL OF FOOD SCIENCE, Institut für Lebensmittelchemie, Universität Hamburg, ²Julius-Kühn-Institut, Berlin, ³Geisenheim University, Geisenheim

⁴August Storck KG, R&D Chocolates, Berlin, ⁵Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Hamburg

⁶Biozentrum Klein Flottbek, Universität Hamburg, E-Mail: rohn@chemie.uni-hamburg.de

Rohkakao ist der Schlüsselrohstoff für die Schokoladenerzeugung. In Deutschland werden jährlich circa 1,3 Mio. Tonnen Schokolade hergestellt, was 40% der Europäischen Gesamtproduktion entspricht. Insbesondere für hochwertige dunkle Schokoladen sind Rohkakaos mit hoher sensorischer Qualität unverzichtbar. Die sensorische Qualität von Rohkakao hängt wesentlich vom genetischen Hintergrund der Kakaobäume und der Nacherntebehandlung ab. Bei Fehlfermentation können Fehlgerüche entstehen und Mykotoxin-Kontaminationen auftreten. Trotzdem ist der weltweite Standard nach wie vor ein spontaner Fermentationsprozess, der keine echte Prozesskontrolle zulässt. Aufgrund dieser Umstände haben Schokoladenhersteller zunehmend Schwierigkeiten mit der Beschaffung von Rohkakao mit hoher, gleichbleibender sensorischer Qualität.

Im Rahmen eines CORNET-Projektes wird anhand einer modellhaften Be- und Verarbeitungskette, in der alle Verarbeitungsschritte von der Kakaopflanzung bis zum finalen Schokoladenprodukt erfasst sind (*‘From Farm to Chocolate Bar’*), werden exemplarisch der Einfluss und das Zusammenwirken von Anbaubedingungen, Kakaogenotyp, Kakaosamenphysiologie, Pulpe, Fermentation und Trocknung bei der Entwicklung spezifischer biochemischer Zusammensetzungen und sensorischer Eigenschaften in Rohkakao und Schokolade untersucht. Um die Komplexität der Kakaoverarbeitung abbilden zu können, ist eine analytische Begleitung sämtlicher Verarbeitungsschritte erforderlich. Daher werden die biochemischen und sensorischen Charakteristika, ausgehend vom frischen Ausgangsmaterial bis hin zum finalen Schokoladenprodukt, während und nach jedem Verarbeitungsschritt erfasst. Darüber hinaus erfolgt eine Korrelation der Analyseergebnisse mit den jeweiligen NIRS-Daten. Ausgewählte Prototypschokoladen werden abschließend bezüglich der Akzeptanz und Präferenz seitens des Verbrauchers untersucht.

Danksagung

Das IGF-Vorhaben „CocoaChain“ der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn, wird/ wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.



Effiziente Charakterisierung pflanzlicher Extrakte -Authentizität und Qualität-

Roland Geyer, Renate Kirchhöfer, Fritz Huber

Lifespın GmbH, Am BioPark 13, 93053 Regensburg,
roland.geyer@lifespın.de, www.lifespın.de

Die Lifespın GmbH kombiniert die Möglichkeiten modernster NMR-Analysetechniken mit software-basierter uni- und multivariater Datenanalyse. Dies ermöglicht es Abbilder des Stoffwechsels mit höchster Genauigkeit, absolut quantitativ und unter Beibehaltung aller Relationen zu erzeugen.

Damit können etablierte Methoden im Bereich der Phytoanalytik sinnvoll ergänzt und erheblich erweitert werden. Insbesondere die außergewöhnliche Robustheit und Effizienz des Verfahrens ermöglicht eine umfangreichere Analytik und damit verbunden neue Möglichkeiten für Züchtung und Qualitätskontrolle:

- Paket aus Züchtung auf agronomische Merkmale und Inhaltsstoffanalytik
- Bestimmung von Chemotypen und Zielsubstanzkonzentrationen
- Kontrollierte und dokumentierte Herkunft
- Sicherstellung einer gleichbleibenden Qualität und Verfügbarkeit
- Screening auf Einzelpflanzenbasis
- Hohe Kosteneffizienz

In nur einer Messung werden mehrere hundert organische Inhaltsstoffe simultan, in identischer Matrix und über einen großen dynamischen Konzentrationsbereich von 6 Größenordnungen erfasst. Neben der quantitativen Erfassung einzelner Wertkomponenten im Multiparameteransatz, werden mit Hilfe dieser Analyse-Technik auch qualitative Fingerprints der detektierten Pflanzeninhaltsstoffe aufgezeichnet. Diese tiefere Charakterisierung von Pflanzenextrakten dient beispielsweise der Klassifizierung einer bestimmten Droge bzw. eines Pflanzenextraktes. 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.).



Charakterisierung der Wechselwirkungen von Roggeninhaltsstoffen im Hinblick auf das sogenannte Trockenbacken von Roggenbrot

*Marie Oest¹, Alexander Voss², Ute Bindrich³, Andreas Juadjur³, Volker Heinz³,
Sascha Rohn^{1,2}*

¹HAMBURG SCHOOL OF FOOD SCIENCE, Institut für Lebensmittelchemie, Universität Hamburg

²Institut für Lebensmittel- und Umweltforschung e.V. (ILU), Nuthetal

³Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V. (DIL), Quakenbrück

E-Mail: rohn@chemie.uni-hamburg.de

Brot zählt zu einem der wichtigsten und beliebtesten Lebensmitteln. Einer der wichtigsten Rohstoffe ist der Roggen. Neben der Verwendung für Roggenmischbrot, wird er aufgrund seines hohen Ballaststoffgehaltes gerne auch zu Vollkornbrot vermahlen. Hierbei kommt es allerdings häufig zum Auftreten von Brotfehlern, welche als „Trockenbacken“ bezeichnet werden. Diese Brotfehler lassen sich nur in den seltensten Fällen auf die technologische Verarbeitung (z.B. die Teigführung) zurückführen. Auch durch die Zugabe verschiedener Zusatzstoffe konnte bisher keine Verbesserung dieses Phänomens beobachtet werden. Über die üblichen Parameter zur Qualitätsbestimmung (u.a. Fallzahl und Amylogramm), ist es nicht möglich die betroffenen Rohstoffe, aus denen die Brotfehler resultieren, zu identifizieren. Bislang konnte belegt werden, dass die Stärkeverkleisterung und die damit einhergehende Strukturbildung in hohem Maße durch die im Roggen vorhandenen Hemicellulosen und Proteine beeinflusst werden. Allerdings konnte bisher kein direkter Zusammenhang, sowohl auf quantitativer als auch auf molekularer Ebene festgestellt werden.

Aus diesem Grund sollen im Rahmen des BMWi/AiF/FEI-geförderten Projekts „Einfluss der Wechselwirkungen von Roggenhemicellulosen mit Roggenproteinen auf die Brotqualität, insbesondere auf das sogenannte Trockenbacken“ die Wechselwirkungen zwischen den löslichen und unlöslichen Proteinen, Hemicellulosen und phenolischen Verbindungen eingehend untersucht werden. Besonders von Bedeutung sind hierbei die enthaltenen Pentosane und Glucane (Hemicellulosen). Diese sind in der Lage Komplexe mit den Roggenproteinen zu bilden, die die Proteine vor der Denaturierung durch thermische Prozesse beim Backen schützen. Aufgrund der ausbleibenden Denaturierung wird während des Backprozesses nicht genügend Wasser für die Stärkeverkleisterung zur Verfügung gestellt.

Aus diesem Grund gilt eine besondere Aufmerksamkeit den Hemicellulose-Protein-Komplexen. Durch pH-Wert-Änderungen und/oder Änderung der Ladung sollen nicht-kovalente Bindungen aufgehoben werden, um anschließend qualitative und quantitative Analysen der Komplexbausteine durchführen zu können. Über Molekulargewichtsverteilungen sollen die polymeren Strukturen durch Gelpermeationschromatographie und SDS-PAGE getrennt und gereinigt werden. Mittels MALDI-TOF-MS-Messungen sollen die einzelnen Bausteine identifiziert werden. Die Strukturaufklärung der Subeinheiten, sowie die Identifizierung der Proteine, sollen mittels LC-MS bzw. LC-MS/MS erfolgen.

Danksagung

Dieses IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn, wird/ wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.



Effects of isoquinoline alkaloids from *Macleaya cordata* on physiological, immunological and inflammatory parameters in dogs

Faehnrich B.¹, Pastor A.¹, Kröger S.², Zentek J.²

¹ Phytobiotics Futterzusatzstoffe GmbH, 65343 Eltville, Germany

² Institut für Tierernährung, Freie Universität Berlin, 14195 Berlin, Germany.
E-Mail: b.faehnrich@phytobiotics.com

Previous studies with farm animals have shown positive effects on feed intake, growth and performance after feeding a standardized blend of plant-derived isoquinoline alkaloids (IQs, Sangrovit® Extra) due to its anti-inflammatory properties [1, 2]. Immune modulating and anti-inflammatory effects might also be of interest for dog nutrition. This study should test effects on nutrient digestion and blood parameters in healthy, adult dogs. The hypothesis was that the product would cause effects on gut physiology and immune system.

Methods

10 healthy beagles, 1-5 years old and of mixed sex were tested in two groups in a cross-over design. The experimental (EXP) and the control (CON) group received the same feed with the main ingredients corn, wheat, greaves meal and poultry fat. Diet EXP contained 1.2 g IQs /kg feed, the experiment lasted 2x3 weeks, including blood sampling, and collection of faeces in the last week. Measurements included standard blood counts, phenotyping of lymphocytes (FACS), determination of serum immunoglobulins, serum biochemistry, and blood amino acids. Total apparent nutrient digestibility was measured by titanium dioxide as indigestible marker, faecal lactic acid and short chain fatty acid concentrations were determined by HPLC and GC. Analysis of variance was performed with SPSS 18 ($p < 0.05$).

Results

Feed intake was not affected by the addition of the test product. Differential blood count, as well as immunological parameters (IgA serum concentration and lymphocyte phenotyping) did not show differences during the dietary periods. Numerically higher serum concentrations of tryptophan, leucine, isoleucine, valine and methionine were observed in the EXP group ($p > 0.05$). Analysis of microbial metabolites in faeces showed a higher molar percentage of acetic acid in EXP (57.1 ± 4.5) than in CON (52.3 ± 5.2) ($p = 0.042$). Total lactate, D-lactate and L-lactate in the faeces were numerically higher in EXP. Ammonium concentration in faeces and apparent digestibility of crude protein (CON 72.2 ± 3.8 vs. EXP 74.0 ± 2.3 %) and other nutrients were not affected by the addition of IQs. Neither fresh nor dry weight, nor consistency of faeces showed differences between groups.

Conclusions

Neither immunological blood measurements, nor nutrient digestion showed significant differences between both treatments. Differences of faecal short chain fatty acids might indicate an impact on the intestinal microbiota and its metabolic activity by IQs. The results of this study did not indicate any adverse effects on healthy adult dogs.

References

- Khadem A., Soler L., Everaert N., Niewold T. (2014) Growth promotion in broilers by both oxytetracycline and *Macleaya cordata* extract is based on their anti-inflammatory properties. *British Journal of Nutrition*, doi:10.1017/S0007114514001871
- Ni h., Martinez Y., Guan G., Rodriguez R., Mas D., Peng H., Navarro M., Liu G. (2016) Analysis of the Impact of Isoquinoline Alkaloids, Derived from *Macleaya cordata* Extract, on the Development and Innate Immune Response in Swine and Poultry. *BioMed Research International*, Article ID 1352146



Caffeoylisocitric acid – gut microbial degradation of phenolic acids present in amaranth

Maren Vollmer¹, David Schröter², Selma Esders¹, Susanne Neugart¹, Freda M. Farquharson³, Sylvia H. Duncan³, Monika Schreiner², Petra Louis³, Ronald Maul¹, Sascha Rohn¹

¹HAMBURG SCHOOL OF FOOD SCIENCE, Institut für Lebensmittelchemie, Universität Hamburg

²Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau e.V., Großbeeren

³The Rowett Institute, University of Aberdeen, Aberdeen, UK

E-Mail: rohn@chemie.uni-hamburg.de

In recent years, the interest in amaranth has notably increased due to high amounts of secondary plant metabolites present in these plants with several potential health benefits. It is known, that secondary plant metabolites, but especially phenolic compounds, undergo various metabolic processes in the human body after consumption that influence the bioactivity significantly. As phenolic acids are in general quite hydrophilic, they are not absorbed very well and reach the colon in large quantity where they are metabolized intensively. In contrast to other food sources rich in phenolic compounds such as coffee, where chlorogenic acid is the prominent and already well investigated bioactive phenolic acid, caffeoylisocitric acid (C-IA) is one of the major phenolic acid found in amaranth.

Assuming that C-IA, as another potentially bioactive compound, mainly reaches the colon, *in vitro* fermentations with three different fecal samples were performed in this study for investigating its microbial degradation. Degradation steps of the substrate and metabolite formation were determined using HPLC-ESI-MS/MS. For investigation of a possible impact of C-IA on the microbiota composition, qPCR analyses were carried out.

It was shown that all fecal samples were able to degrade C-IA to lower molecular phenolic acids, but different metabolite profiles were determined when using fecal samples originating from different donors as inocula. However, significant change in the composition of the microbiota was not detected. The intestinal metabolism of C-IA leads to similar products like those already observed for caffeic or chlorogenic acid. Similar to the consumption of food rich in these well-known phenolic acids, potential health promoting effects arising from amaranth consumption should be investigated as well.

Literature

[1] Vollmer et al., Food Research International 2017; 100: 375-384.!



Untersuchung zum Einfluss von Stilbenoiden auf den Stoffwechsel von humanen Leberkarzinomzellen

Tuba Esatbeyoglu, Christoph Weinert, Björn Egert, Sabine Kulling

Institut für Sicherheit und Qualität bei Obst und Gemüse, Max Rubner-Institut, Karlsruhe/D;
E-Mail: tuba.esatbeyoglu@mri.bund.de

Oxidativer Stress führt langfristig zur Entstehung unterschiedlichster Krankheiten wie z. B. Herz-Kreislaufkrankungen und Diabetes mellitus. Aufgrund ihrer anti-oxidativen Wirkungen bieten sekundäre Pflanzenstoffe wie z. B. Stilbenoide möglicherweise Schutz vor oxidativen Stress und den daraus resultierenden Krankheiten. In diversen Zellkulturstudien wurden bereits die radikalfangenden und zellulären anti-oxidativen Eigenschaften, durch Induktion des Transkriptionsfaktors Nrf2 und dessen Zielgene, der Stilbenoide gezeigt [1-3]. Umfassende Daten zum Einfluss der Stilbenoide auf den Stoffwechsel der Zellen liegen jedoch bisher nicht vor.

Wir analysierten die metabolischen Veränderungen, die durch unterschiedliche Stilbenoide wie Resveratrol, ϵ -Viniferin und γ -Viniferin (Monomer, Dimer und Tetramer) verursacht wurden, in kultivierten humanen Leberkarzinomzellen (HepG2). Zur Erfassung des metabolischen Effekts wurde das Primärmetabolitenprofil mittels der umfassenden zweidimensionalen Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GCxGC-MS) bestimmt. Die Anwendung eines Metabolomics-Ansatzes in Zellkulturproben stellt Analytiker vor zwei Herausforderungen. Zum Einen ist das schnelle Abstoppen der enzymatischen Reaktionen, das sog. *Quenching*, erforderlich und zum Anderen erfordert die Heterogenität der niedermolekularen Metabolite analytische Methoden, die das ganze Spektrum an unterschiedlichen Metaboliten gleichzeitig erfasst. Das *Quenching* wurde durch kaltes Methanol erreicht. Vor der GCxGC-MS-Analyse wurden die eingedampften Proben methoximiert und trimethylsilyliert. Durch die nachfolgende ungerichtete GCxGC-MS-Analyse konnten ca. 150 Metabolite reproduzierbar relativ quantitativ erfasst werden. Mit Stilbenoiden-behandelten Zellen zeigten im Vergleich zu den unbehandelten Kontrollzellen unterschiedliche metabolische Profile. Hierbei hatte die Anzahl der Monomereinheiten einen maßgeblichen Einfluss auf das Metabolitenprofil. Insbesondere zeigte ϵ -Viniferin den stärksten Effekt auf verschiedene niedermolekulare Metaboliten.

Im Rahmen dieses Beitrages wird die Metabolomics-Plattform GCxGC-MS vorgestellt sowie erste Ergebnisse zum Einfluss verschiedener Stilbenoide, wie Resveratrol, ϵ -Viniferin und γ -Viniferin, auf das zelluläre Metabolom gezeigt.

Literatur

- Esatbeyoglu, T. et al. 2016: Chemical characterization, free radical scavenging, and cellular antioxidant and anti-inflammatory properties of a stilbenoid-rich root extract of *Vitis vinifera*, *Oxid. Med. Cell. Longev.* doi: 10.1155/2016/8591286.
- Nopo-Olazabal, C. et al. 2013: Antioxidant activity of selected stilbenoids and their bioproduction in hairy root cultures of muscadine grape (*Vitis rotundifolia* Michx), *J. Agric. Food Chem.*, 60 (48), 11744–11758.
- Privat, C. et al. 2002: Antioxidant properties of trans-epsilon-viniferin as compared to stilbene derivatives in aqueous and nonaqueous media, *J. Agric. Food Chem.*, 50 (5), 1213–1217.



Bundesweiter Vergleich der Proteingehalte und der Trypsininhibitor-Aktivität von Erbsen aus dem ‚DemoNetErBo‘ des Jahres 2016

Sinja Cloppenborg¹, Jenny Zehring¹, Ulrich Quend², Sascha Rohn¹

¹HAMBURG SCHOOL OF FOOD SCIENCE, Institut für Lebensmittelchemie, Universität Hamburg

²Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, Kassel

E-Mail: rohn@chemie.uni-hamburg.de

Hülsenfrüchte spielen in der tierischen wie auch in der menschlichen Ernährung eine große Rolle, da sie reich an hochwertigem pflanzlichem Eiweiß sind. Zudem sind Hülsenfrüchte fettarm und gleichzeitig ballaststoffreich und enthalten eine Vielzahl an sekundären Pflanzenstoffen. Somit passen Hülsenfrüchte in aktuelle Ernährungstrends: eiweißreich, vegetarisch/vegan und regional. Im Rahmen des vom BMEL geförderten Projekts Demonstrationsnetzwerk Erbse/Bohne *DemoNetErBo* sollen bundesweit ausgewählte Qualitätsparameter in einem Monitoring analysiert werden. Derzeit werden die 75 im Netzwerk aktiven landwirtschaftlichen Betriebe aus elf Bundesländern beprobt, um eine deutschlandweite Bewertung der Erbsen- und Bohneninhaltsstoffe in Abhängigkeit des Standortes zu formulieren.

Ziel der hier vorgestellten Teilstudie war die Untersuchung möglicher Korrelationen von der Proteingehalten und der Trypsininhibitor-Aktivität (TIA) von Erbsen. Die Bewertung des Sorten-Ländervergleichs erfolgte durch Visualisierung des Datensatzes mittels *Heatmaps*.

Der durchschnittliche Proteingehalt von Erbsen lag bei $19,8 \pm 1,9$ % mit einer Schwankungsbreite von 14,6 % bis 23,9 % ($n = 81$). Es bestand kein signifikanter Unterschied in Bezug auf den Proteingehalt zwischen den 31 angebauten Erbsensorten ($p = 0.607$). Die TIA umfasst einen Bereich von 14,6 TIU/mg bis 57,1 TIU/mg, wobei die durchschnittliche TIA bei $37,1 \pm 8,3$ TIU/mg lag. Die statistische Auswertung zeigte, dass die TIA zwischen den einzelnen Erbsensorten tendenziell unterschiedlich sind, der Unterschied jedoch nicht signifikant ist ($p = 0.092$).

Die Proteingehalte der einzelnen Erbsensorten waren unabhängig vom Standort. Allerdings wurden in Sachsen tendenziell höhere TIA gemessen als in den anderen Bundesländern. Die Sorten Alvesta, James und Navarro zeigten vergleichsweise höhere TIA-Werte, wohingegen die Sorten Angelus und Marita eine geringere TIA aufwiesen. Es konnte keine Korrelation zwischen dem Proteingehalt und der TIA-Aktivität festgestellt werden ($R = -0,068$; $p = 0,541$).

Danksagung

Das Projekt „DemoNetErBo“ wird durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Bundestages im Rahmen der BMEL Eiweißpflanzeninitiative gefördert.

Weitere aktuelle Informationen zum Netzwerk gibt es auf der Internetseite www.demoneterbo.agrarpraxisforschung.de



Influences of different nitrogen forms on growth and chemical composition of grapevines *Vitis vinifera* L. cv. Regent

Carina P. Lang¹, N. Merkt¹, C. Zörb¹

¹Institute of Crop Science, Quality of Plant Products (340e), University of Hohenheim, Emil-Wolff-Str. 25, 70599 Stuttgart, (langca@uni-hohenheim.de)

Nitrogen (N) is known to be the most limiting macronutrient for growth and development moreover it is the most important one in grapevines. Nitrogen has a considerable role for vigor control as well as yield and berry quality of grapevines. The N status of a grapevine can be expected to influence the concentration and composition of important quality components of the grape berry. Nitrogen assimilation may occur in different plant parts including roots, trunk, stem, leaves and berries. Consequently, N can be found in all plant organs in various forms, such as nitrate, ammonium, amino acids or small peptides. Amino acids are important for the quality of wine. They adjust the fermentation kinetics of the must, constitute a major source for yeast assimilable nitrogen and affect the vine metabolism, which is of oenological significance. N uptake is a multifactorial process.

Nitrogen uptake mechanisms are well studied over last decades but little is known about the ability of plants to absorb and allocate amino acids as N sources. Especially, in terms of physiological responses of grapevines regarding amino acids as a fertilizer application. Thus in this study we investigated (1) whether grapevines have the ability to take up various forms of N, namely nitrate, ammonium, urea and arginine and how these N forms affect (2) the plant physiology / performance and (3) the berry quality. In a pot experiment with grafted grapevines *Vitis vinifera* L. cv. Regent the influence of various N forms in combination with different N quantities were studied. Vegetative and generative growth, as well as N content in the plant organs was used as indicators of N uptake capacity. Berry quality was evaluated by the attributes pH, total acid, malic acid, tartaric acid and must weight. Results indicate that different N forms and quantities affect plant performances in terms of growth. Fresh weight of leaves differs within various N forms and quantities. With respect to berry quality, the chemical attributes were influenced by N form and quantity. Grape bunch yield and the resulting berry yield were not influenced by N form, however the N quantity affected grape bunch yield and berry yield.



Essential oil bearing supplementation of dairy cows - *in vivo* experiments elucidating factors and co-factors influencing parameters of feed efficiency

Bettina Faehnrich¹, Andrea Schabauer²

¹Institute for Animal Nutrition and Functional Plant Compounds

²Institute of Milk Hygiene, Milk Technology and Food Science, Department for Farm Animals and Veterinary Public Health, University for Veterinary Medicine, Veterinärpl. 1, 1210 Vienna, Austria

¹Department of Agriculture, University of Applied Sciences Weihenstephan-Triesdorf, 91746 Weidenbach, Germany

E-Mail: bettinafaehnrich@gmx.at

The aim of this research was to elucidate effects of supplementation of essential oils (EO) on parameters of feed efficiency (FE) in dairy cows. An *in vivo* experiment involved 16 early lactating Simmental cows in 2 groups and a provided mixture of EO. The EO group of cows (n = 8) received a total mixed ration (TMR) plus 6 kg of a concentrate containing 3g EO mixture per day. The untreated group (CON) received the same TMR and concentrate but without EO. The experiment lasted from day 15 to 56 postpartum, whereby the days 15 to 28 were used for diet adaptation. Results showed significantly higher dry matter intake (DMI) of TMR for CON cows (22.48 vs. 21.03 kg for treated), while intake of the concentrate did not differ statistically. Daily milk yield was significantly higher for CON than for treated cows (39.17 vs. 37.10 kg). FE (milk yield /DMI) exhibited no influencing by treatment. TMR FE development during the experiment displayed a strong negative correlation of FE trend line slope and intercept ($r = -0.887$, $p = 0.003$) in the treated group with a very high quadratic coefficient of determination ($R^2 = 0.922$). An inherent FE of 1.75 seems to separate the predicted benefit of FE for treated cows vs. untreated ones. Cows with a higher inherent FE will rather benefit from EO feeding in the early lactation period. By including body weight (BW) and pre-experimental TMR FE as co-variables ($p = 0.001$ and 0.403 , resp.), significant treatment influence ($p = 0.001$) appeared with a higher FE for treated cows (1.84 vs. 1.80 for CON). A meta-analysis of 10 previous studies with 18 *in vivo* experiments of dairy cows fed with EO revealed a low positive correlation ($r = 0.15$ to 0.34 , $p < 0.001$ to 0.002) between BW and the variables change in DMI, 4% FCM and FE FCM due to treatment. BW groups (<600, 600-649, 650-699, >700 kg) showed significant influence on the change of DMI, FCM and FE (p always < 0.001), whereby group 2 (600-649 kg) showed the strongest mean increase of FE (plus 0.18) compared with CON group. No evidence of a general enhancement of FE after EO intake in dairy cows could be determined, unless additional pre-existing parameters were considered. A focus on specific EO compounds, mode of action and a consideration of numerous *in vivo* influencing co-factors is recommended to increase predictability of success.



Einfluss von Genotyp und Umwelt auf das Metaboliten-Profil der Speisezwiebel (*Allium cepa* L.)

Christoph Böttcher¹, Andrea Krähmer¹, Melanie Stürtz², Hartwig Schulz¹

¹Julius Kühn-Institut, Institut für ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Königin-Luise-Strasse 19, 14195 Berlin. ²Symrise AG, Mühlenfeldstrasse 1, 37603 Holzwinden.
E-Mail: Christoph.Boettcher@julius-kuehn.de

Die Gattung *Allium* umfasst verschiedene Arten, welche als Gemüse, Aroma- und Medizinalpflanzen Verwendung finden. Mit einer weltweiten Jahresproduktion von über 80 Millionen Tonnen ist die Speisezwiebel (*Allium cepa* L.) dabei die ökonomisch bedeutendste Art in dieser Gattung. Grundlage für die zahlreichen Verwendungsmöglichkeiten der Speisezwiebel ist dabei ein breites Spektrum an wertgebenden primären und sekundären Inhaltsstoffen, wie z. B. Mono-, Di- und Fruktooligosaccharide, S-alk(en)ylierte Cysteinsulfoxide, proteinogene Aminosäuren und abgeleitete γ -Glutamylkonjugate, sowie Flavonoide and steroidale Saponine.

Um die Vielzahl der wertgebenden Inhaltstoffe der Zwiebel umfassend analysieren zu können, wurde in unserer Arbeitsgruppe ein analytischer Workflow für das Metaboliten-Profilierung der Zwiebel entwickelt und validiert (Böttcher et al. 2017). Der Workflow basiert auf Flüssigchromatographie-gekoppelter Elektrosprayionisation-Quadrupol-Flugzeitmassenspektrometrie (LC/ESI-QTOFMS) als analytischer Plattform und erlaubt die relative Quantifizierung von über 100 Metaboliten aller wertgebender Inhaltsstoffklassen.

Um den Einfluss von Genotyp und Umwelt auf das Metaboliten-Profil der Zwiebel exemplarisch zu untersuchen, wurden neun Speisezwiebelkultivare mit variierendem Trockenmassegehalt und unterschiedlicher Schalenfarbe in einem zweijährigen Feldexperiment angebaut und auf Basis des etablierten Metaboliten-Profilierung-Workflows untersucht. Die erhaltenen metabolischen Profile wurden sodann mittels univariater (zweifaktorielle Varianzanalyse) und multivariater statistischer Verfahren (Hauptkomponentenanalyse, hierarchische Clusteranalyse) analysiert. Die Ergebnisse dieser Analysen, sowie unterschiedliche Effektgrößen von Genotyp und Umwelt auf die metabolische Variationsbreite in Abhängigkeit der Inhaltsstoffklasse werden auf dem Poster präsentiert und diskutiert.

Literatur

Böttcher, C., Krähmer, A., Stürtz, M., Widder, S. and H. Schulz 2017: Comprehensive metabolite profiling of onion bulbs (*Allium cepa*) using liquid chromatography coupled with electrospray ionization quadrupole time-of-flight mass spectrometry. *Metabolomics* 13:35.



Lupinen können mehr als nur Eiweiß

Helge Flüß¹, Fred Eickmeyer² und Brigitte Ruge-Wehling¹

¹ Julius Kühn-Institut, Institut für Züchtungsforschung an landwirtschaftlichen Kulturen, Groß Lüsewitz
² ESKUSA GmbH, Parkstetten

Lupinen sind dank ihres hohen Proteingehaltes sowie ihrer vielfältigen Ökosystemleistungen eine potenziell interessante Eiweißpflanze. Sie haben eine hohe Vorfruchtwirkung und können die landwirtschaftlichen Fruchtfolgen bereichern und nachhaltiger gestalten. In den letzten Jahren hat sich, neben der klassischen Verwendung in der Tierfütterung, die Verwendung des hochwertigen Samenproteins im Lebensmittelsektor deutlich entwickelt (Lupinenmilch, Brotaufstrich, Lupinenkaffee etc.). In Deutschland ist lediglich die Blaue Lupine mit einer Anbaufläche von knapp 30.000 ha von wirtschaftlicher Bedeutung. Der Anbau der beiden anderen Arten (Gelbe und Weiße Lupine) ist aufgrund der starken Anfälligkeit gegenüber der Pilzkrankheit Anthraknose, Mitte der 90iger Jahre, in Deutschland quasi eingestellt worden. Die Blaue Lupine gilt als tolerant gegenüber dieser Krankheit und so wurden in den letzten Jahren eine Reihe neuer Sorten mit verbesserten agronomischen Eigenschaften gezüchtet. Neben der Verwendung des hochwertigen Eiweißes im Bereich Food und Feed ist es denkbar, alkaloidhaltige Bitterlupinen, die kaum Selektionsschritten ausgesetzt waren und ebenso positive Eigenschaften wie hohen Kornertag besitzen, im Non-Food-Bereich einzusetzen. Alkaloide könnten z.B. Einsatz in pharmazeutischen Produkten der alternativen Medizin finden. Ebenso wäre auch ein Einsatz der Bitterstoffe als Pflanzenschutzmittel denkbar.

Für den multiplen Einsatz der Lupinen in den oben genannten Bereichen ist eine stabile Versorgung mit den Rohstoffen Protein und Alkaloid eine Grundvoraussetzung. In einem Forschungsverbund entlang der Wertschöpfungskette aus Züchtungsforschung, Züchtung und Verwertung können Sorten entwickelt werden, die ihrem Einsatzbereich entsprechend Lieferanten hochwertiger Inhaltsstoffe darstellen. Für den Weg dahin benötigt es die Beantwortung einiger wissenschaftlicher Fragen zur Synthese und dem Transport von Alkaloiden in der Pflanze sowie zur Korrelation von Alkaloidgehalt, Proteingehalt und dem Kornertrag auf dem Feld. In einem weiteren Ansatz sollen Selektionswerkzeuge für diese Eigenschaften entwickelt werden, die eine Beschleunigung der Sortenentwicklung und damit eine baldige Verwertung erlauben.

Literatur:

- v. Sengbusch R (1930) Bitterstoffarme Lupinen. Theoret Appl Genet 2:1–11
E. Yanez, et al. (1983) Chemical and nutritional evaluation of sweet lupines. Ann. Nutr. Metab. 27 (6): 513–520
Frick, K. M., Kamphuis, L. G., Siddique, K. H. M., Singh, K. B., & Foley, R. C. (2017). Quinolizidine Alkaloid Biosynthesis in Lupins and Prospects for Grain Quality Improvement. Frontiers in Plant Science, 8, 87. <http://doi.org/10.3389/fpls.2017.00087>



Secondary Plant Substances in Agricultural Plant Protection, Human and Veterinary Medicine, Pharmacy, Toxicology and Industrial Applications- with special emphasis on Neem and push- pull techniques

Hans E. Hummel^{1,2}

¹ Ecological Plant Protection, Justus Liebig University Giessen, Karl-Gloeckner-Str. 21 C, 35394
Giessen, Germany

² University of Illinois Urbana-Champaign, Prairie Research Institute, Champaign, Illinois 61820, USA

Before the advent of synthetic chemistry, the agriculturist, physicist, pharmacist, and toxicologist had mainly 2 natural sources for organic substances derived from plants: 1. those from the terrestrial, and 2. those from the (still largely unexplored) marine environment. Stone-age mankind collected what could be found in the woods. Curious individuals discovered, largely by trial and error, what was beneficial and detrimental, and acted accordingly. Truly innovative people like Paracelsus, however, proceeded from qualitative to quantitative considerations, thus anticipating developments that were useful centuries later in medicine, toxicology, and natural product chemistry of our days and age. And along came Berzelius in Sweden, and Liebig and Wöhler in Germany to prepare the ground for modern age organic chemistry, including industrial type agriculture. These advances would have been unthinkable without first having the microanalytical tools of Thenard and Gay-Lussac (Paris) and Liebig (Giessen).

By and large, 3 main application areas were identified for use of secondary plant substances: 1. for agriculture and plant protection, 2. for human and veterinary medicine including pharmacy and toxicology, and 3. industrial applications.

Along with constant refinements of organic and analytical chemistry during the 19th and 20th century, we today are blessed with a toolbox from which we freely can take what we need. Chromatography and spectroscopy are very helpful in identifying and quantifying any of the secondary plant substances in question. Thus, the following subfields of interest can be described as

- feeding preferences of insects, generally invertebrates and vertebrates, on plants
- biochemical as well as hormonal interactions between higher plants, as well as interactions between higher plants and animals, and plants and insects,
- use of plant toxins in pest control
- biochemistry of plant pollination (now an exceedingly important field for species diversity and species conservation).

Each of these subfields is characterized by a wealth of published literature and textbooks. Some are cited below in the references. Pyrethrum (later to become pyrethroids) and carbamates provided the blueprint for synthetic chemists to follow in their search for lead structures, not always to the best of ecology.

Chemically, the CHO compounds are the largest group of natural products, followed by the group of alkaloids with ten thousands of identified members, which are then followed in number, but not necessarily in importance, by other heteroatomic compounds containing S, P, Se, halogens, and trace metals.

In the author's experience, natural products of the *marine* environment occupy an important rank. Most advanced, however, is our knowledge about natural products of the neem (Meliaceae) family of *Azadirachta* and *Melia* spp. We owe praise for major advances to ancient Indian physicians of the last millenia, but also to modern investigators of the last and this century. Specifically, Schmutterer established the worlds renowned laboratory at J. Liebig University of Giessen where scientists and students from many parts of the Developing world were gathering to learn the tricks of the trade for later transportation and exportation to Africa, SE Asia, the Caribbean, and Latin America. Tetranortriterpenoids of neem seeds with antifeedant and insect development modifying properties were investigated at an extremely large scale and are covered in a number of seminal chapters within the textbook of Schmutterer, ed., in the 1st (of 1995) and the second edition of 2002. W. Kraus, E.D. Morgan, M.B. Isman, O. Koul, and B. Siddiqui recently discovered and isolated many new substances from neem and described their properties of an astoundingly wide chemical and also activity spectrum. Thus, the acronym of the neem tree as "village pharmacy of India" bears some justification. It is worth mentioning that Prof. S.V. Ley and his research group in Cambridge, England, succeeded in the exceedingly difficult task of synthesizing the most complicated azadirachtin molecule by means of advanced organic chemistry. Its total synthesis, however, is mainly of academic interest since the end product is by a large margin much more cheaply produced via large scale solvent extraction from natural, imported neem seeds. The author of this abstract successfully used neem extracts (and neem oil) as externally sprayable materials for protection of *Zea mays* in Illinois against the western corn rootworm beetle, *Diabrotica v. virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae), an obnoxious pest species of maize which is resistant against most major synthetic insecticides. Neem extracts also have been used in the Sahel zone against the migratory desert locust *Schistocerca gregaria*, a pest known since biblical times. Schmutterer was the first to recognize the feeding deterrent properties of neem trees which saved them from attack by the voracious locust swarms. Later on, natural product chemists in an international effort identified the feeding deterrent principles, e.g. azadirachtin, marrangin, salannin and nimbin, among many dozen of related structures.

Recently, chemical ecology, a subject area still under vigorous investigation, tries to combine natural product chemistry with ecological considerations and innovative applications in plant protection against insects, among them the maize stem borer in East African countries. Unfortunately, many natural product classes are poorly explored, and the identity of these natural products is completely unknown. Yet insects trying to attack plants have to deal with the presence of these compounds and are therefore constantly exploring new ways of evading the biochemical defense barriers.

Natural plant products are also the basis of the push-pull technology introduced by Khan and Pickett during the last 2 decades and now mainly practiced but not limited to sub-Saharan Africa. Hummel et al. (2012 and 2017), Winter et al. (2014) and Bauer (2017) of the Giessen laboratory may be cited as examples for what is possible with a minimum of effort and technology and what may be accomplished in innovative plant protection within the foreseeable future. Those substances are partly chemically identified but are inexpensively being used in situ without ever isolating them. It is sufficient to interplant them with the crop to be protected and let the volatile and non-volatile natural products work. Most efficient is the *simultaneously practiced* attraction of beneficial insects (by the inherent kairomones) and the repulsion of destructive insects (by allomones). This general principle also works between and among plants via exchange of diffusable root exudates below the soil surface. Further in depth exploration of these mechanisms is mandatory for innovative future pest management.

Medicine in India was unthinkable without neem. Western medicine today still can profit from antibacterial, antifungal, antiviral and antiparasitic properties of neem, not to mention benefits in birth control and wound healing in humans and animals.

In conclusion, there is strong support for the notion of secondary plant substances playing a decisive role as signal compounds, a role that is indispensable for daily life in developing tropical countries, agriculture, plant protection, toxicology, stored products protection, academic teaching, medicine, and industrial applications.

Literature

Some selected relevant literature follows (for brevity, only authors and year of publication are cited):

Bauer J.M. (2017); Harborne, J.B. (1977); Hummel H.E. (1983); Hummel H.E. (1989); Hummel H.E. et al. (1997); Hein D.F. & H.E. Hummel (1998); Hein D. F. (1999), Doctoral Dissertation, Justus Liebig University Gießen; Hummel H.E. et al. (2012); Hummel H.E. et al. (2017); Isman M. (1997); Kalinowski H.O. et al. (1993); Koul O. (2004); McClintock, J.B. & B.J. Baker, eds. (2001); Sondheimer, E. and J.B. Simeone, eds. 1970; Schmutterer, H. ed. (1995 and 2002); Siddiqui B.S. et al. (2009); Winter E. et al. (2014)

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. Bettina Leschhorn,

Prof. Dr. Bernd Honermeier

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

Wir bedanken uns für die freundliche Unterstützung von:



PhytoLab GmbH & Co KG, Vestenbergsgreuth



FLAVEX Naturextrakte GmbH, Rehlingen



Förderkreis Agrarwissenschaften,
Ökotrophologie und
Umweltmanagement Gießen e.V.

Förderkreis Agrarwissenschaften, Ökotrophologie und Umweltmanagement Gießen e. V., Gießen

„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 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.
- Heft 183, 2016: Pflanzen für die Bioökonomie – Welche Herausforderungen ergeben sich für die Qualität nachwachsender Rohstoffe? 50. Vortragstagung - Abstracts -, 94 S.
- Heft 184, 2016: 23rd International Symposium of the International Scientific Centre of Fertilizers Plant nutrition and fertilizer issues for the cold climates. Bearbeitet von/ Compiled by Silvia Haneklaus, Peder Lombnæs, Ewald Schnug. Son (Norway), September 8-10, 2015, 30 S.
- Heft 185, 2016: 24th International Symposium of the International Scientific Centre of Fertilizers Plant nutrition and fertilizer issues for specialty crops. Bearbeitet von/ Compiled by Silvia Haneklaus, Eduardo Rosa, Ewald Schnug. Coimbra (Portugal), September 6-8, 2016, 65 S.
- Heft 186, 2016: 9th Young Scientists Meeting 2016, 9th - 11th November in Quedlinburg – Abstracts –, 2016, 59 S.
- Heft 187, 2017: Handlungsempfehlung zur Anwendung von Glyphosat im Ackerbau und der Grünlandbewirtschaftung der Bund-Länder-Expertengruppe. 11 S.
- Heft 188, 2017: 2. Symposium Zierpflanzenzüchtung 13./14. März 2017 in Quedlinburg – Abstracts –, 2017, 48 S.
- Heft 189, 2017: Bericht über Erkenntnisse wissenschaftlicher Untersuchungen über mögliche direkte und indirekte Einflüsse des Pflanzenschutzes auf die Biodiversität in der Agrarlandschaft. Bearbeitet von/ Compiled by Bernd Freier, Sandra Krengel, Christine Kula, Stefan Kühne, Hella Kehlenbeck, 2017, 72 S.
- Heft 190, 2017: Schlussbericht zum Vorhaben Thema des Verbundprojektes: Untersuchung zur Epidemiologie bodenbürtiger Viren in Triticale mit dem Ziel der Entwicklung von virusresistenten Sorten mit hohen Biomasseerträgen für die Biogas- und Ethanolgewinnung. Ute Kastirr, Angelika Ziegler, 2017, 50 S.
- Heft 191, 2017: 25th International Symposium of the Scientific Centre for Fertilizers “Significance of Sulfur in High-Input Cropping Systems“ Groningen (Netherlands), September 5-8, 2017. Bearbeitet von/ Compiled by: Luit J. De Kok, Silvia Haneklaus, Ewald Schnug, 2017, 58 S.
- Heft 192, 2017: 9th Young Scientists Meeting 2017, 6th – 7th November in Siebeldingen - Abstracts -, 80 S.

