



succidia

labor&more

ZKZ 75010

Fokus Lebensmittel

06.16

Von Wissenschaftlern für Wissbegierige
in der Chemie, der Biotechnologie und Pharmaforschung



Partner des 45. Deutschen
Lebensmittelchemikertages
in Freising-Weihenstephan

Schmeckt gut

Folate

**Erforderlich und
empfohlen**

Prof. Dr. Michael Rychlik et al.

Lebensmittelkanzerogene

**Pflanzlich und
doch toxisch**

Prof. Dr. Melanie Esselen et al.

Insekten

Klein, aber oho

Prof. Dr. Holger Zorn et al.

Flexibilität und Leistung.

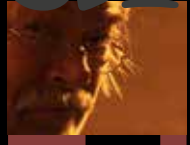
ABX Pentra C400 – der kompakte Nasschemie-Analyser.



Schnell, flexibel und vollautomatisch. Der ABX Pentra C400 ist ein besonders kompaktes Tischgerät für chemische Analysen – leistungsstark und flexibel an Ihre Bedürfnisse anpassbar: Continuous Loading, 420 Tests pro Stunde mit dem ISE-Modul, integrierter Arbeitsplatz mit Validierungsstation, Touchscreen, offene Kanäle für Fremdreagenzien. www.axonlab.de

Axonlab

connecting ideas



Friss und stirb



© iStockphoto | Alexey Gorichenko

Nein – natürlich nicht, denn wir ernähren uns ja mittlerweile nur noch ganz natürlich – Bio kommt auf den Tisch und das ist dann so gesund, dass keiner, aber auch gar keiner mehr krank wird, oder schlimmer noch, dick – und alles ist gut.

Das ist auch einer der Gründe, warum wir uns bemüht haben mit diesem Heft zum Deutschen Lebensmittelchemikertag 2016 prominente Wissenschaftler zu hören und Ihnen zum Lesen zuzuführen. Es war dieser liebe Gott, der Brokkoli, Blumenkohl, Spinat und alle anderen Gemüsesorten in den wenigen Tagen der Schöpfung erfunden hat. Tolle Leistung, denn er wollte, dass Mann und Frau lange und gesund leben.

Mit dem Fleisch der Tiere hatte er sicher Besseres vor. Schnitzel und Kotelett auf dem Tresen, in den Pfannen dieser Welt, das sollte wirklich nicht so sein. Es ist wahrscheinlich eine Perversion der Zivilisation, die ja auch so widerliche Dinge wie Waffen und Neid und Raubgedanken erfunden hat. Aber er war nicht in allem konsequent.

Die Cholesterinwerte der Menschen gehen durch die Decke. Sie werden immer dicker, das ist nicht gesund und nur partiell den Pralinen und anderem Süßkram in die Schuhe zu schieben. Also erfand Gott in den Köpfen der Sneaker-Hersteller die Idee zum Laufschuh, damit seine Kinder ein paar Pfunde verlören.

Die klugen Köpfe unter uns sind selbstverständlich auch morgens schon dabei, die Zuckerwürfel zu zählen, das Salz auf dem Frühstücksei zu rationieren und Fett – um Gottes Willen – Fett geht ja gar nicht. Wir haben es schwer nach dieser Ausweisung aus dem Paradies. Vielleicht auch, weil der Grund ein Apfel war. Man stelle sich das vor – Hausverbot wegen eines Apfels? Das kann doch nicht sein. Obst ist doch der Ernährungshammer. Obst ist doch gesund – und da schmeißt der uns raus?

Über 900 Millionen Menschen haben nicht genug zu essen: Jeder siebte Mensch auf der Erde hungert. Weltweite Finanz- und Wirtschaftskrisen haben die Zahl steigen lassen, Lebensmittelspekulationen verschärfen die Situation weiter. Hat die Weltgemeinschaft den Kampf gegen den Hunger verloren? Diese Frage hat zu Recht der SPIEGEL gestellt: Die Zahl ist seit 1990 um 216 Millionen zurückgegangen. Das ist – Gott sei Dank – mal eine gute Nachricht. Das heißt aber auch, einer von neun Menschen weltweit muss jeden Abend hungrig schlafen gehen. Hunger ist das größte Gesundheitsrisiko weltweit. Mehr Menschen sterben jährlich an Hunger, mehr als an AIDS, Malaria und Tuberkulose zusammen (Quelle: World Hunger and Poverty Statistics, WHO). Afrika liegt klar an der Spitze – ein äußerst trauriger Rekord, der vielleicht auch die Menschenströme nach Europa erklärt.

Wir haben andere Sorgen. Die TV-Schirme werden immer breiter – die Models, die sich täglich dort präsentieren lassen, werden aber immer dürrer. Vielleicht, weil wir zukünftig Bilder nur noch über Handy und Brille betrachten? Ungesund dünne Models sollte es ja eigentlich gar nicht mehr geben. Aber – Dank sei dem Apfel – sie werden immer häufiger. Spindeldürre Mädchen präsentieren die Mode der Welt und Mütter brauchen gute Argumente, um ihre Töchter am Leben zu erhalten.

Also zurück zur Natur? Na klar, betrachten wir doch einmal das Verhalten der Tiere. Affen, unsere nächsten Verwandten, und mit ihnen alle anderen Tiere wissen instinktiv, was ihre richtige und gesunde Ernährung ist. Wir wissen das schon lange nicht mehr. Wir haben unseren Instinkt verloren. Tiere ernähren sich auf ihre Art und Veranlagung – sie brauchen keine Experten. Zu dick sind sie nur, wenn wir sie unvernünftig füttern.

Da wir aber nicht mehr auf den Bäumen leben – das ist der Trost für die Experten – hat sich die Welt verändert. Manche Nachrichten darüber sind bedauerlich, manche schrecklich – aber es gibt auch gute. Die Zahl der Sterne-Köche hat zugenommen. Ob die Gäste aber bei ihnen abnehmen, ist dann wieder im Einzelfall zu prüfen.

Wir wünschen allen Teilnehmern des Kongresses eine angenehme Zeit – und natürlich – guten Appetit. JPM

500 Jahre Deutsches Reinheitsgebot

Höchste Zeit für neue Technologien

In diesem Jahr feiert das Deutsche Reinheitsgebot sein 500-jähriges Jubiläum. Darin ist festgeschrieben, dass deutsches Bier nur aus Hopfen, Malz, Hefe und Wasser hergestellt werden darf.

Obwohl der Zusatz anderer Inhaltsstoffe die Bierproduktion vereinfachen und verbilligen könnte, unterstützen auch die deutschen Bierbrauer diesen „Wettbewerbsnachteil“ gegenüber importiertem Bier. Denn traditionelle Herstellungsverfahren und der Verzicht auf Zusatzstoffe besitzen beim Verbraucher einen ausgezeichneten Ruf und gelten als ein wichtiges Kaufkriterium – und das gilt nicht nur für Bier. Während es vor einigen Jahren noch entscheidend war, dass ein Produkt sicher und sensorisch ansprechend ist, gewinnen für den Konsumenten nun andere Eigenschaften immer mehr an Bedeutung: Regionale Herkunft, die Verwendung von natürlichen Inhaltsstoffen, traditionelle Herstellungsverfahren, ökologische Produktion oder Tierschutz haben sich zu Produkteigenschaften entwickelt, die dem Verbraucher wichtig sind und für die er auch bereit ist, einen höheren Preis zu zahlen. Dementsprechend finden immer mehr Lebensmittel den Weg auf den Markt, bei denen derartige Eigenschaften ausgelobt werden.

Damit kommen auf die Lebensmittelkontrolle vollkommen neue Herausforderungen zu, denn die Versprechen auf der Verpackung müssen natürlich eingehalten werden – und das muss auch kontrolliert werden. Während es allerdings inzwischen ausgezeichnete analytische Verfahren gibt, um z.B. Schadstoffe bereits in geringsten Konzentrationen zu messen oder das Aroma von Lebensmitteln zu charakterisieren,

stoßen klassische chromatographische und spektroskopische Methoden an ihre Grenzen, wenn es gilt, traditionelle Herstellung oder Regionalität eines Produkts eindeutig nachzuweisen. Hierfür sind nun neue Technologien, innovative Ansätze und Kreativität gefragt.

Diese neuen Herausforderungen an die Lebensmittelanalytik werden auch die Lebensmittelchemiker bewegen, wenn sie sich vom 12.–14. September 2016 zum 45. Deutschen Lebensmittelchemikertag in Freising-Weihenstephan treffen. Gastgeber ist dieses Jahr die TU München. Einen besonders vielversprechenden neuen Ansatz für die Authentizitätsanalyse von Lebensmitteln stellen z.B. ungerichtete Methoden zur Profilanalyse dar. Hierbei wird nicht nach einer bestimmten Verbindung gesucht, sondern es wird versucht, möglichst alle Inhaltsstoffe eines Lebensmittels qualitativ und quantitativ zu erfassen – unabhängig von ihrer Funktion und Struktur. Dafür bietet sich vor allem die NMR-Spektroskopie oder die HPLC-gekoppelte hochauflösende Massenspektrometrie an. Mit diesen Verfahren können sog. „Fingerprintanalysen“

©istockphoto.com | Okeca



Prof. Dr. Monika Pischetsrieder

Henriette Schmidt-Burkhardt Lehrstuhl für Lebensmittelchemie, Universität Erlangen-Nürnberg

durchgeführt werden. Nach statistischer Auswertung werden die Fingerprints dann verwendet, um zwischen Probenklassen zu unterscheiden, also z.B. zwischen Produkten aus verschiedenen Herkunftsregionen. Das Potenzial von Fingerprintanalysen für die Authentizitätskontrolle von Lebensmitteln wird auf dem Lebensmittelchemikertag eingehend diskutiert. Außerdem wird vorgestellt, wie man mittels NMR-Spektroskopie qualitätsbestimmende Bierbestandteile analysieren kann. In einem weiteren Vortrag wird gezeigt, wie man mit einer einfachen und schnellen MALDI-TOF-MS-Profilanalyse bereits innerhalb von wenigen Stunden exotische Fleischdelikatessen, wie ein Kamel-Carpaccio oder Straußenfleisch, von heimischem Rind oder Schwein unterscheidet. Voraussetzung dafür ist, dass aussagekräftige Datenbanken zugänglich sind.

Mit einer ganz anderen Intention wurden in einem ebenfalls ungerichteten Ansatz über 13.000 Lebensmittelinhaltsstoffe verschiedensten Ursprungs einem virtuellem Screening unterworfen. Ziel war es, neue Substanzen zu finden,

die an den Dopamin-D2-Rezeptor binden. Eine Beteiligung dieses Rezeptors an der unkontrollierten Nahrungsaufnahme wird in der aktuellen Forschung intensiv diskutiert. In einem Vortrag wird nun berichtet, dass unter diesen vielen Verbindungen gerade eine Substanz die höchste Dopamin-D2-Rezeptoraktivität gezeigt hat, die vor allem in Malz und Bier zu finden ist.

Diese Themen sind nur Beispiele dafür, dass auf dem 45. Deutschen Lebensmittelchemikertag in 27 Vorträgen und über 200 Postern gezeigt wird, mit welchen aktuellen Forschungsvorhaben sich Lebensmittelchemiker aus Wissenschaft, Überwachung und Industrie zurzeit beschäftigen. Neben den aktuellen Themen stellen Aroma- und Geschmacksstoffe, Rückstände und Kontaminanten sowie die Lebensmitteltechnologie die diesjährigen Schwerpunktthemen dar. Aber versprochen: Trotz des reichhaltigen und anspruchsvollen wissenschaftlichen Programms wird auf dem Lebensmittelchemikertag 2016 auch Platz für eine organoleptische Bieranalyse bleiben. Dafür garantiert schon der Standort Freising-Weihenstephan, der - nach eigenen Aussagen - die älteste noch bestehende Braustätte der Welt beheimatet.

→ **Prof. Dr. Monika Pischetsrieder**

Vorsitzende der Lebensmittelchemischen Gesellschaft (LChG) der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)



anschauliches

grußwort

02 500 Jahre Deutsches Reinheitsgebot

Prof. Dr. Monika Pischetsrieder

expertise

12 Entwicklungen im Bereich der Klinischen Chemie und Laboratoriumsmedizin

Interview mit Prof. Dr. Berend Isermann

regionales

14 Lebensmittelforschung in Freising

Prof. Dr. Michael Rychlik

Dr. Michael Granvogel



“Erst kommt das Fressen, dann die Moral.”



Quelle: infarmmedia

Berthold Brecht



GOGREEN

Der CO₂-neutrale Versand mit der Deutschen Post



succidia
Verlag & Kommunikation
www.laborundmore.de

gesundheitliches

vitamine

16 Heute schon genug Folat gehabt?

Prof. Dr. Michael Rychlik et al.

aromen

22 Gesunde und hochwertige Lebensmittel

Dr. Michael Granvogl

toxikologie

28 Angriffspunkt DNA

Prof. Dr. Melanie Esselen et al.

enzymatisches

biotechnologie

34 Mit Insekten zu besseren Lebensmitteln

Prof. Dr. Holger Zorn et al.

futuristisches

naturstoffe

38 Chemiefabrik auf sechs Beinen

Prof. Dr. Wilhelm Boland

Dr. Antje Burse



© Istockphoto.com | Denzorr

Liquid Handling von ROTH

Perfekt gelaufen!



- Höchste Präzision und Qualität
- Für jede Applikation das optimale Gerät
- Persönliche Expertenberatung
- Extrem kurze Lieferzeiten
- Von unseren Pipettenspitzen erhalten Sie gerne kostenlose Muster!
- Faire Preise bei höchster Qualität

© Istockphoto.com | rephimantaly

basics

- | | | | |
|----|-------------------|----|-------------------------|
| 01 | editorial | 43 | events |
| 06 | researched | 44 | buchverlosung/impressum |
| 08 | markt & forschung | 45 | &more |
| 10 | apropos | 46 | was es alles gibt |
| 42 | LCI Kolumne | 48 | das allerletzte |

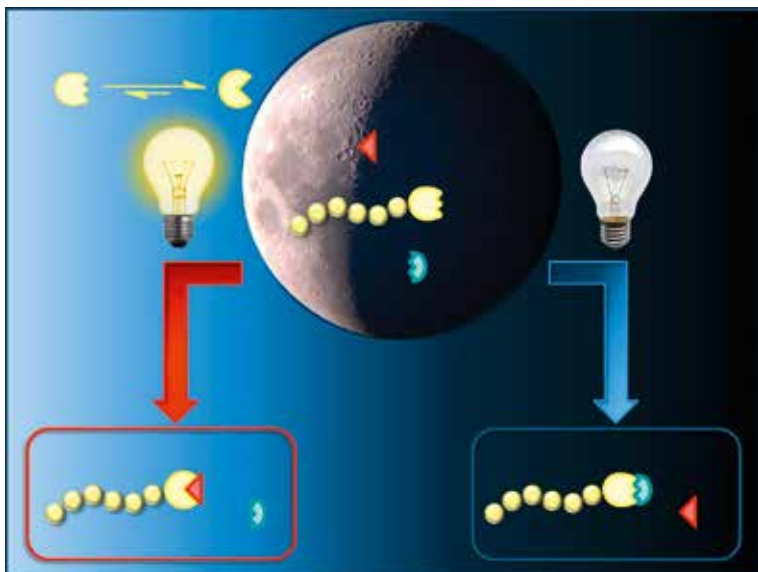
Wir sind die Experten für Laborbedarf, Chemikalien und Life Science.

Bestellen Sie unter:
Tel. 0800 5699000
www.carlroth.com



Lichtgesteuerte Reaktionen

Chemische Reaktionen gezielt schalten



Wie sich mit Licht chemische Prozesse schalten lassen, haben Wissenschaftler des KIT gemeinsam mit internationalen Kollegen grundlegend untersucht. Bild: KIT

Chemische Reaktionen lassen sich durch die Bestrahlung mit Licht in Gang setzen. Eine internationale Forschergruppe unter Führung des KIT nutzt diesen Effekt, um chemische Reaktionsprozesse durch Licht gezielt an- oder auszuschalten. So lassen sich aus denselben Ausgangsstoffen wechselweise verschiedene Zielprodukte in einem einzigen Reaktionsgefäß herstellen. Das simple Prinzip: Stoff A reagiert unter Lichtausschluss mit Stoff B, unter Lichtbestrahlung jedoch mit Stoff C. Die Auswahl des Bindungspartners wird lediglich durch das äußere Lichtfeld bestimmt, ohne dass weitere Reagenzien hinzugegeben werden müssen. Das vorgestellte Verfahren wurde am Beispiel der Bildung kleiner Moleküle sowie von Polymeren untersucht.

Originalveröffentlichung: Hillebrandt, K. et al. (2016) JACS; DOI: 10.1002/cbenv.201600047
Quelle: www.kit.edu

Peptidsynthese

Synthesechemie auf kleinstem Raum

Auf engstem Raum in kurzer Zeit eine große Zahl von chemischen Reaktionen systematisch testen: Mit einem neuen Verfahren des KIT wird dies nun möglich. Es erlaubt frei wählbare, in feste Materialien eingebettete Moleküle in nanometerkleinen Bereichen miteinander zur Reaktion zu bringen. Da die eingesetzten Chemikalien sehr genau dosiert werden können, ermöglicht es eine effiziente und materialsparende Suche nach Synthesewegen. Infrage kommen dafür alle Moleküle, die sich an einen Trägerstoff koppeln lassen. Untersucht haben die Wissenschaftler das Verfahren am Beispiel der Synthese von Peptiden. Ein Ziel der neuen Technik könnte es sein, das Immunsystem auszulesen und Antikörper im menschlichen Blutserum schneller und einfacher aufzuspiiren, um z.B. veränderte Aminosäuren bei Rheumapatienten zu erkennen. Auch die Malariaforschung und die Therapie bei Multipler Sklerose könnten von der Methode profitieren.

Originalveröffentlichung: Loeffler, F.F. et al. (2016) Nat. Commun.; DOI: 10.1038/NCOMMS11844
Quelle: www.kit.edu

Hirnforschung

Neuer Biomarker für Nervenzellschäden

Wissenschaftler des Deutschen Zentrums für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE), des Hertie-Instituts für klinische Hirnforschung und der Universität Tübingen haben in Blut und Hirnwasser Proteine identifiziert, die Schäden an Nervenzellen widerspiegeln. Sie untersuchten dazu Mäuse, die ein typisches Merkmal neurodegenerativer Erkrankungen aufwiesen. Außerdem analysierten sie auch Bioproben von Patienten mit Alzheimer, Parkinson und anderen neurodegenerativen Erkrankungen. Bei den Mäusen zeigte sich ein enger Zusammenhang zwischen der Konzentration der Neurofilamente in Hirnwasser und Blut. Überdies waren die Messwerte umso höher, je weiter die Hirnschäden vorangeschritten waren. Bei Patienten korrelierten die Messwerte im Blut und Hirnwasser ebenfalls stark miteinander. Zudem lagen sie höher als bei gesunden Personen. Die Studienergebnisse legen nahe, dass es anhand der Neurofilamentkonzentration möglich sein könnte, die Wirkung einer Behandlung neurodegenerativer Erkrankungen zu überprüfen.

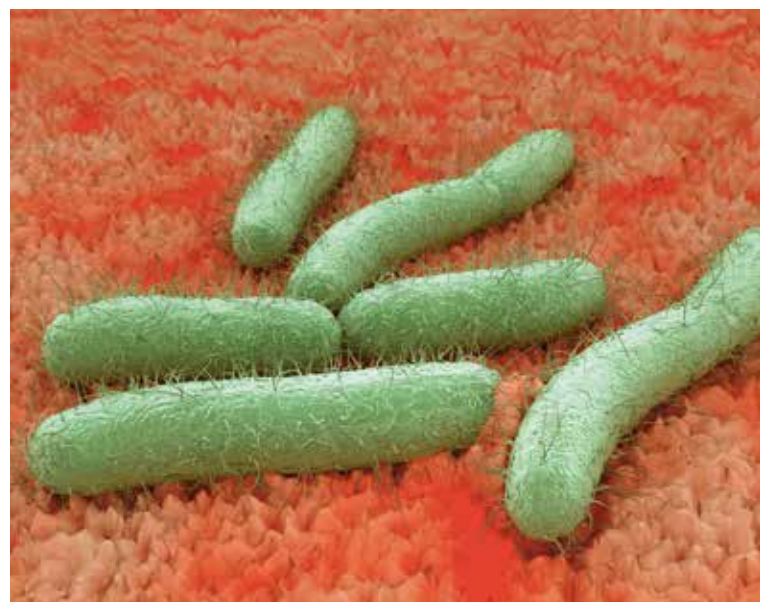
Originalveröffentlichung: Bacioglu, M. et al. (2016) Neuron; DOI: 10.1016/j.neuron.2016.05.018
Quelle: www.dzne.de

Salmonelleninfektionen

Antibiotika zunehmend unwirksam

Salmonelleninfektionen im Blut, ausgelöst durch das Bakterium *Salmonella enterica*, führen in südlichen Regionen und Südostasien nach wie vor zu vielen Todesfällen. Besonders betroffen sind Kinder zwischen zwei und fünf Jahren. Die Behandlung dieser Infektionen könnte immer mehr zum Problem werden, denn die Resistenzen gegen die eingesetzten Antibiotika nehmen zu. DZIF-Wissenschaftler vom Bernhard-Nocht-Institut für Tropenmedizin in Hamburg konnten nun nachweisen, dass auch neuere Generationen von Antibiotika immer weniger wirksam sind. „Wenn wir die Salmonellen im Blut nicht mehr mit den neuen Antibiotika wie Ciprofloxacin in den Griff bekommen, ist das ein großes Problem für die betroffenen Länder“, warnt Prof. Jürgen May, der zusammen mit seinem Team in Ghana untersuchte, ob dieses neue Antibiotikum dort auch bereits Resistenzen ausgelöst hat.

Originalveröffentlichung: Eibach, D. et al. (2016) Clin. Infect. Dis.; DOI: 10.1093/cid/civ757
Quelle: www.dzif.de



istockphoto.com | Aunt_Spray

Mikrobiologie

Abwasser als Quelle für neue Biomoleküle

In Biofilmen eines Abwasserrohrs fanden Biologen aus Jülich und Düsseldorf Bakterien, die bislang unbekannte Enzyme und Biotenside herstellen. Die gefundenen Biomoleküle sind in der Lage, z.B. Fette und Eiweiße abzubauen, aber auch Membranen aufzulösen und damit antibiotische Wirkung zu entfalten. Im Gegensatz zu Tensiden chemischen Ursprungs gehen die Forscher davon aus, dass die biologisch gewonnenen Wirkstoffe vollständig biologisch abbaubar sind. Die jetzt veröffentlichten Ergebnisse können langfristig dazu beitragen, neue Technologien für die chemische und die Lebensmittelindustrie zu erschließen.

Originalveröffentlichung: Thies, S. et al. (2016) *Sci. Rep.*; DOI: 10.1038/srep27035
Quelle: www.bionity.com

Meeresbiologie

Hoffnungsschimmer für bedrohte Riffe



Fischer in Manus (Papua Neuguinea) – einer von 2.500 untersuchten Standorten der „Nature“-Studie
© Dr. Sebastian Ferse

Korallenriffe ernähren Millionen von Menschen in den Tropen, doch viele dieser Riffe liefern nicht mehr die erwarteten Fischereierträge. Was beeinflusst den Fischreichtum in den Riffen? Dieser Frage ist ein internationales Team von 39 Wissenschaftlern an mehr als 2.500 Riffen in 46 Ländern nachgegangen und hat einen gewaltigen Datensatz zusammengetragen. Die statistische Auswertung ergab, dass sich die Fischbiomasse der meisten Riffe anhand der berücksichtigten Faktoren erklären lässt: Größe und Erreichbarkeit des nächstgelegenen Fischmarktes, Transportinfrastruktur, die wirkungsvolle Durchsetzung von Managementregeln und das lokale Riffhabitat. „Etwa 6% der Riffe jedoch scheren aus, haben eine deutlich höhere oder niedrigere Fischbiomasse als erwartet“, so Dr. Sebastian Ferse vom Leibniz-Zentrum für Marine Tropenökologie (ZMT) in Bremen. „Diese Ausnahmestandorte liefern uns einen guten Ausgangspunkt, um zu untersuchen, wie es Küstengemeinschaften geschafft haben, ihre Riffe entgegen des globalen Trends in einem überraschend guten Zustand zu erhalten.“

Die Ergebnisse der internationalen Studie könnten nun die Basis für neue Lösungen zum Schutz der Korallenriffe sein.

Originalveröffentlichung: Cinner, J. E. et al. (2016) *Nature*; DOI:10.1038/nature18607
Quelle: www.zmt-bremen.de

Entdecken Sie unsere neuen Lösungen zum Schutz des Laborpersonals die

Einfacher und
Sicherer sind



Captair Smart Filterabzüge ohne Abluftleitung



Halo Laborluftreiniger



Halo Sense
Luftqualitätssensor für Labor



Captair Smart
Chemikalienschränke ohne
Abluftleitung mit Filtersystem

Verlangen Sie die beste Filtrationsqualität



Eine leistungsstarke Schnittstelle durch Licht



Vernetzen Sie Ihre Geräte und beobachten Sie diese aus der Ferne



erlab
Luftfiltrationsexperte zum Schutz von Laborpersonal seit 1968

Aus Deutschland:
Tel.: 0800 330 47 31

Aus anderen Ländern:
Tel.: 0033 2 32 09 55 95

E-Mail: verkauf@erlab.net
www.erlab.com

Optik

Zeiss Symposium „Optics in the Digital World“



Auf dem Zeiss Symposium „Optics in the Digital World“ haben rund 200 internationale Experten Trends der Optik und Photonik diskutiert. Die zukünftigen Forschungsanforderungen seien durch zunehmende Digitalisierung und Big-Data-Anwendungen geprägt und bestimmten Trends in optischen Technologien. Dazu gehörten etwa rechnergestützte Bildbearbeitung, Verarbeitung großer Datensätze in der Optik, Informationsgewinnung aus Daten, Visualisierung für Augmented und Virtual Reality-Szenarien (AR/VR) sowie Computer Vision und Machine Learning, wie Prof. Laura Waller, University of California in Berkeley, Prof. Ingmar Posner, Oxford University, und David Bohn, Microsoft, skizzierten.

Quelle: www.zeiss.de

Auf dem Symposium „Optics in the Digital World“: David Bohn, Microsoft, Prof. Laura Waller, UC Berkeley, Stefan Kampmann, Osram, Prof. Michael Kaschke, Zeiss, Prof. Ingmar Posner, Oxford University, Dr. Jochen Peter, Zeiss (von links) Bild: Zeiss

EU-Regularien I

VDMA: Europa braucht Schutz vor Dumping aus China

Derzeit prüft die EU, ob China zum 11. Dezember 2016 automatisch der Status einer Marktwirtschaft zuerkannt werden muss, Artikel 15 a (ii) des WTO-Beitrittsprotokolls China entfällt. Bislang müssen beklagte chinesische Unternehmen in einem Antidumping-Verfahren nachweisen, dass in ihrem Sektor in China marktwirtschaftliche Verhältnisse herrschen. Kann dieser Nachweis nicht geführt werden, ist es ohne weitere Prüfung zulässig, Preise bzw. Kosten eines marktwirtschaftlichen Drittlandes zugrunde zu legen. Nach Wegfall dieses Artikels im Dezember 2016 könnte sich diese Beweislast umkehren. „Europa muss sich weiterhin gegen Dumping aus China schützen können. Das gilt unabhängig davon, ob die Europäische Union dem Land den Marktwirtschaftsstatus zuerkennen muss oder nicht.“ sagt Ulrich Ackermann, Leiter der VDMA Außenwirtschaft.

Quelle: www.vdma.org

Brexit

VCI: „Wirtschaftlicher und politischer Schaden wiegt schwer“

Zum Ergebnis der Abstimmung in Großbritannien erklärte Marijn Dekkers, Präsident des Verbandes der Chemischen Industrie (VCI): „Die deutsche chemische Industrie hat sich stets zur politischen und wirtschaftlichen Einheit der Europäischen Union bekannt. Daher bedauere ich es sehr, dass die Briten für einen Ausstieg aus der EU gestimmt haben. Gerade jetzt, wo sich die Konjunktur in Europa zaghafte erholt, ist der Austritt ein schlechtes Signal für die weitere wirtschaftliche Entwicklung. Weniger Wirtschaftswachstum in den EU-Staaten und ein schwächeres Exportgeschäft werden die Konsequenzen sein. Genauso schwer wiegt aber der politische Schaden. Nach den Differenzen über die richtige Flüchtlingspolitik ist das EU-Referendum in Großbritannien der zweite Rückschlag in diesem Jahr für das historische Projekt der europäischen Einigung. Wir alle brauchen ein politisch geeintes und wirtschaftlich starkes Europa.“

Quelle: www.vci.de

Lebensmittelchemie

Pasteurisierung mit Mikrowellen



Entwicklung neuer Pasteurisierungsverfahren am Fraunhofer IGB.

Bild: ©Fraunhofer IGB

Mit Mikrowellen können Getränke und Lebensmittel auf schonende Weise haltbar gemacht werden. Das Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik (IGB) entwickelt und optimiert entsprechende Verfahren für die Nahrungsmittelindustrie. In einem Langzeitversuch im Industriemaßstab konnte nun gezeigt werden, dass die Mikrowellentechnologie den Reinigungsaufwand in Pasteurisierungsanlagen deutlich reduziert und somit Zeit, Energie und Kosten einspart.

Quelle: www.igb.fraunhofer.de

EU-Regularien II

Chemieindustrie enttäuscht über Kriterien für hormonell schädliche Stoffe

In der Diskussion über die Regulierung hormonell aktiver Chemikalien in Europa hat die EU-Kommission ihren Vorschlag für Kriterien vorgelegt, mit denen schädliche Stoffe in Zukunft identifiziert werden sollen. Der Vorschlag berücksichtigt nach Ansicht des Verbands der Chemischen Industrie (VCI) nicht die Wirkstärke eines Stoffes. Diese bestimmt, ab welcher Konzentration oder Dosierung eine schädliche Wirkung auftritt. „Wir sehen den Vorschlag der EU-Kommission kritisch. Zwischen hormonell aktiven Stoffen, die sicher verwendet werden können, und denen, die schon bei niedrigen Mengen oder Dosierungen eine schädliche Wirkung haben, kann damit nicht unterschieden werden“, so der VCI-Hauptgeschäftsführer Dr. Utz Tillmann.

Quelle: www.vci.de

Industrielle Biotechnologie

Europäische Forschungsverbünde gestartet

Das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) fördert über seinen Projektträger Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) deutsche Forschungseinrichtungen und Unternehmen in sieben neu gestarteten, europäischen Projektverbänden zur industriellen Biotechnologie. Die Förderung beträgt insgesamt 3,1 Mio. Euro.

Quelle: news.fnr.de



Nachhaltigkeit

Tierfutter für Aquakulturen

Wissenschaftler von Evonik wollen Lachse, Garnelen und Co. langfristig zu Vegetariern machen und so einen Beitrag zur Schonung der marinen Ressourcen leisten. Dazu setzen sie auf den Ersatz von aus Wildfang erzeugtem Fischmehl und Fischöl im Futter. Vor knapp zehn Jahren haben sie begonnen, spezielle Aminosäuren und Aminosäurederivate für Fische und Krustentiere zu entwickeln, welche Fischmehl zukünftig zu einem großen Teil überflüssig machen sollen. Das Prinzip dahinter: Durch die gezielte Zugabe von Aminosäuren wie Methionin und Lysin zum Futter wird die Zusammensetzung des vegetarischen Futters so verbessert, dass Lachs und Co. auch pflanzliches Eiweiß optimal nutzen können.

Quelle: www.evonik.de

INTEGRA

DIESE PIPETTE HAT DEN DREH RAUS VOLUMEN BLITZSCHNELL EINSTELLEN

EVOLVE Manuelle Pipette

Im Gegensatz zu herkömmlichen Pipetten, bei welchen lediglich ein einzelner, rotierender Dosierknopf zur Volumeneinstellung benutzt werden kann, bietet EVOLVE drei individuelle Räder zur direkten Einstellung jeder Ziffer des Volumens. Dieser revolutionäre Ansatz erlaubt Benutzern das Volumen mehr als 10-mal schneller einzustellen.



VIAFLO II



VOYAGER II



ASSIST



VIAFLO 96 | 384



www.integra-biosciences.com

apropos

... Essen im Müll

Die Thematik ist nicht neu. Sachverständige, Journalisten,

Wissenschaftler, professionelle Interessenvertreter und auch

Politiker äußern sich in regelmäßigen Abständen dazu:

Mindestens 1,3 Mrd. Tonnen Nahrungsmittel gehen ent-

lang der globalen Wertschöpfungskette bis einschließ-

lich dem Verbraucher pro Jahr verloren.

Nach Schätzungen der Welternährungsorganisation der Vereinten Nationen werden in den Industriestaaten jährlich mehr als 220 Mio. Tonnen Essen weggeworfen; 18-20 Mio. Tonnen sind es in Deutschland – etwa 200 Kilogramm pro Bundesbürger. Das Verbraucherministerium rechnet vor, dass jeder Bundesbürger im Jahr Lebensmittel im Wert von 330 Euro in den Müll wirft. Es gibt viele Untersuchungen zu diesem Thema. Wirkungsvolle Strategien zur Vermeidung oder zumindest zur Reduzierung dieser maßlosen Verschwendung gibt es nur in Ansätzen.

Jüngst legte der WWF Deutschland (WWF: World Wide Fund for Nature) unter dem Titel Das große Wegschmeißen eine umfangreiche Studie vor (wwf.de/2015/juni/das-grosse-wegschmeissen/), die die Ergebnisse von vielen vorangehenden Studien zusammenfasst und sich mit dem Verlust von Nahrungsmitteln auf dem Weg zwischen Erzeugern und Endverbrauchern in ganzer Breite auseinandersetzt.

Die Lebensmittelverluste entlang der Kette vom Erzeuger bis zum Verbraucher haben sehr vielfältige Gründe. Es fällt auf, dass der Verlust umso höher ist, je näher man beim Endverbraucher



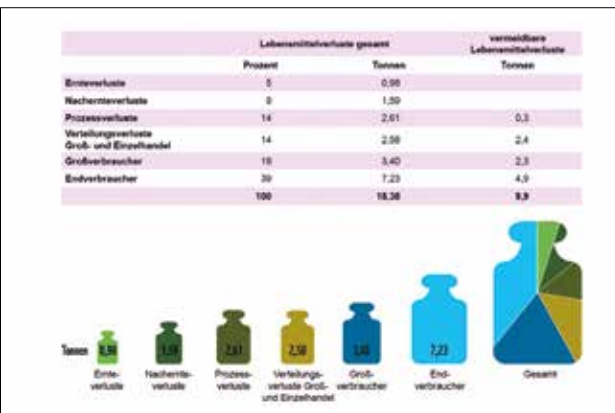


Abb.1 Lebensmittelverluste in Deutschland: gesamt und vermeidbare Verluste (Quelle: WWF)

ist. Das zeigen die Tabelle und das Diagramm aus der WWF-Studie sehr deutlich (Abb. 1). In Deutschland gehen, wenn die gesamte Wertschöpfungskette bis hin zum Endverbraucher betrachtet wird, über 18 Mio. Tonnen Nahrungsmittel verloren. Dies entspricht fast einem Drittel des aktuellen Nahrungsmittelverbrauchs Deutschlands (54,5 Mio. Tonnen). Über die Hälfte davon wären vermeidbar, fast 10 Mio. Tonnen. Mit anderen Worten: 10 Mio. Tonnen an genusstauglichen Nahrungsmitteln, die unter hohem Arbeits- und Ressourcenaufwand produziert worden sind, landen letztendlich irgendwo entlang der Wertschöpfungskette oder beim Endverbraucher im Müll. Besonders hoch sind dabei die Tonnagen an vermeidbaren Verlusten bei Getreideerzeugnissen mit knapp 2 Mio. Tonnen (v.a. Brot und Backwaren) sowie bei Obst und Gemüse mit jeweils ca. 1,5 Mio. Tonnen. Auch Kartoffeln und Milcherzeugnisse gehen mit jeweils über 1 Mio. Tonnen noch in einem beachtlichen Ausmaß verloren. Gerade für Produkte wie Getreide, Kartoffeln und Milch ist dies bedenklich, da die Vermeidbarkeit von Verlusten hier als vergleichsweise hoch eingestuft wird.



© Istockphoto | MachineHeadz

Der durch vielerlei Medienaktivitäten bekannte Spitzenkoch Christian Rach schreibt in seiner Einleitung zur WWF-Studie „Wir produzieren schon heute Lebensmittel für 12 Milliarden Menschen. Das Problem: Mindestens 1,3 Mrd. t Nahrungsmittel gehen entlang der globalen Wertschöpfungskette bis einschließlich dem Verbraucher verloren. Die Ursachen mögen in den vielen verschiedenen Regionen der Welt unterschiedlich sein, traurige Gemeinsamkeit ist jedoch, dass die Verluste an Lebensmitteln weltweit zwischen 30 bis 40 % liegen... Bei Ländern mit hohem Einkommen gehen mehr Lebensmittel am Ende der Wertschöpfungskette verloren – häufig auch, weil diese Normen zu Größen oder der Ästhetik nicht entsprechen. All diese „verlorenen“ Lebensmittel wurden angebaut, geerntet, transportiert, weiterverarbeitet, gekühlt, evtl. schon zubereitet – um dann vielleicht als zu groß portionierte Beilage in den Müll zu wandern.“

Die größten Verluste bei Lebensmitteln treten auf zwischen Groß- und Einzelhandel einerseits und den Verbrauchern andererseits. Das hat sicher eine Reihe von Ursachen: Im privaten Bereich wird häufig mehr gekauft, als für den zeitnahen Verbrauch benötigt wird. Übrig Gebliebenes landet im Müll. Beim Einzelhandel ist es ein wenig anders: Waren, die optisch den Verkaufskriterien nicht mehr entsprechen oder deren „Ablaufdatum“ kurz bevorsteht, werden entsorgt. Dabei ist es bekannt, dass fast alle Waren, deren Mindesthaltbarkeitsdatum überschritten ist, in fast allen Fällen noch lange danach zum Verzehr geeignet sind. Das wissen insbesondere diejenigen, die ihre Lebensmittel aus dem Müll der Supermärkte beziehen. Sogenanntes „Containern“ findet besonders in großen Städten immer mehr Anhänger. Bedürftige versuchen nachts, aus den Containern der Supermärkte noch essbare Produkte zu fischen. Leicht ist das nicht: Viele Ladenbesitzer verriegeln ihre Müllbehälter; sie lassen die Sachen lieber vergammeln, als Bedürftige an sie heranzulassen. „Containern“ ist in einigen Fällen illegal: Wer Müll vom Gelände eines Supermarktes stiehlt, begeht einen Diebstahl, da der Müll noch dem Eigentümer, also dem Supermarkt, gehört. Außerdem kann auch der Strafbestand Hausfriedensbruch erfüllt sein, wenn ein fremdes Grundstück betreten wird. Sobald Türen und Mauern überklettert werden, begeht jemand Hausfriedensbruch.

Die Franzosen sind uns in dieser Richtung voraus. Die Nationalversammlung verabschiedete Mitte 2015 in Paris einstimmig eine Rege-

lung, wonach nicht vermeidbare Lebensmittelabfälle künftig gespendet, kompostiert oder als Tierfutter verwendet werden müssen. Große Märkte sollen dafür mit karitativen Organisationen zusammenarbeiten. In unseren Regierungskreisen verlässt man sich in diesem Zusammenhang auf freiwillige Regelungen – mit sehr unterschiedlichem Erfolg.

Doch was kann man tun? Es wäre sicher ein Quantensprung auf dem Wege zur Reduzierung von Lebensmittelabfällen, wenn man die Nahrungsmittel – statt sie mit einem „Mindesthaltbarkeitsdatum“ zu kennzeichnen – mit Sensoren versehen könnte, die etwas über den Zustand der Ware aussagen. Das ist Zukunftsmusik, aber erste Ansätze in dieser Richtung sind bereits erkennbar. Hier gäbe es sicher auch Anknüpfungspunkte für die Lebensmittelchemie.

Wir danken dem WWF Deutschland für die Abdruckrechte.

→ Prof. Dr. Jürgen Brickmann

Und sie bewegt sich (vielleicht) doch

- die Politik! Nach einer Meldung der Presseagentur AFP vom 10. Juli 2016 sollen die Verbraucher nach Plänen von Bundeslandwirtschaftsminister Christian Schmidt (CSU) bei leicht verderblichen Lebensmitteln in Zukunft besser über die Haltbarkeit informiert werden. Künftig soll es neben dem bekannten Mindesthaltbarkeitsdatum auf den Verpackungen auch ein „Verbrauchsverfallsdatum“ geben. Bei dauerhaft haltbaren Produkten wie Nudeln oder Kaffee soll das Mindesthaltbarkeitsdatum nach Schmidts Plänen gänzlich wegfallen. Der Landwirtschaftsminister will auch neue Methoden fördern, die Haltbarkeit zu deklarieren. So könnte ein Joghurt sein Verfallsdatum künftig selbst bemerken. „Nach meiner Vorstellung wären z.B. sensitive Folien auf den Deckeln von Joghurtbechern nützlich, die farblich anzeigen, ob das Produkt noch genießbar ist oder nicht“, sagte Schmidt. Man möchte die Menge der Lebensmittel, die im Müll landen, bis zum Jahr 2030 halbieren. Ein löbliches Ansinnen. Ob daraus etwas wird, scheint nach Meinung einiger Kommentatoren eher zweifelhaft. Schon im März dieses Jahres hat der Minister eine ähnliche Ankündigung verbreitet, von der bis dato nie wieder etwas gehört wurde.

Analytische Expertise als Alleinstellungsmerkmal

Entwicklungen im Bereich der Klinischen Chemie und Laboratoriumsmedizin

Der Deutsche Kongress der Laboratoriumsmedizin (DKLM) findet vom 28.–30. September 2016 in Mannheim statt. Herr Prof. Dr. med. Berend

Isermann, Präsident der DGKL (Deutsche Vereinigte Gesellschaft für Klinische Chemie und Laboratoriumsmedizin e.V.), hat in diesem Jahr das Amt des Kongresspräsidenten inne. labor&more hat ihn gefragt, was die Kongressbesucher 2016 erwartet.

Herr Professor Isermann, der DKLM steht in diesem Jahr unter dem Motto „Labormedizin verbindet“. Damit legen Sie den Fokus auf die Interdisziplinarität des Faches. Was sind Ihrer Meinung nach die größten Chancen und Herausforderungen dieses Fachgebiets in Deutschland?

Die größten Chancen des Faches liegen in der zunehmenden Individualisierung der Medizin gepaart mit neuen bzw. immer leistungsfähigeren diagnostischen Verfahren, wie der Analyse zellfreier DNA im Blut mittels NGS (next generation sequencing) und digitaler PCR oder der Proteinanalytik mittels LC-MS. Hier verfügen wir über exzellente analytische Expertise gepaart mit jahrelangem Know-How im Bereich Qualitätssicherung und analytische Qualität. Das ist ein Alleinstellungsmerkmal. Diese Entwicklungen werden es uns ermöglichen, im engen Austausch mit den klinischen Kollegen bzw. den niedergelassenen Kollegen individuelle Diagnostik zu etablieren. Das ist zugleich auch eine der großen Herausforderungen des Faches – neben der Nachwuchsfrage und der Neugestaltung der assoziierten Berufsgruppen. Damit meine ich die Integration der Naturwissenschaftler in die Labordiagnostik und den Wandel im Bereich des MTA-Berufes.

Das gewählte Motto weist auch auf ein breit gefächertes Programm hin. Welche Themen-Highlights können die Teilnehmer erwarten?

Unter den Themen-Highlights findet sich entsprechend der Antwort zur ersten Frage das Thema „liquid profiling“, also der Nachweis zellfreier DNA mittels innovativer Technologien. Daneben werden auch Themen wie interdisziplinäres POCT-Management (POCT: patienten-

nahe Labordiagnostik), Verbesserung der Grundversorgung durch innovative diagnostische Technologien oder die besonderen Herausforderungen an die Diagnostik angesichts der metabolischen Pandemien (Adipositas, Diabetes mellitus) stehen. Neue Biomarker der Inflammation oder diagnostische Ansätze zellulärer Reprogrammierung und der damit einhergehenden pathologischen Gewebeveränderungen werden weitere Themen sein. Ein wesentlicher Aspekt ist die Nachwuchsarbeit.

Auf welche Veranstaltung freuen Sie sich persönlich am meisten?

Auf den ersten DKLM-Lauf morgens mit möglichst vielen Teilnehmern (lacht)! Nein, wir haben exzellente international ausgewiesene Redner gewinnen können, die zu dem Thema „big-data in the public domain“ – also die Verfügbarkeit großer Datensätze im Internet – berichten werden. Beispiele sind der humane Proteinatlas (Anmerkung der Reaktion: www.proteinatlas.org) oder Expressionsdaten von verschiedenen Nierenerkrankungen (www.nephroseq.org).

Ein Schwerpunktthema dieses Jahr ist die patientennahe Sofortdiagnostik (POCT). Welche Herausforderungen und Risiken entstehen auf diesem Gebiet der Forschung?

Dieses Gebiet entwickelt sich rasant. Wie immer birgt dies Chancen und Risiken. Die Herausforderung ist zu erkennen, wo durch POCT ein Mehrwert für die Patienten entsteht, der die Mehrkosten rechtfertigt. Dann ist POCT der richtige Weg. In anderen Fällen wird die POCT-Diagnostik eher ein Irrweg sein, der mehr kostet, aber keinen zusätzlichen Nutzen, vielleicht sogar einen Qualitätsverlust mit sich bringt. Als

Labormediziner werden wir sicherstellen, dass die Rahmenbedingungen für die POCT-Diagnostik stimmen, d.h. dass die Qualität der Analytik, einschließlich der Präanalytik, bewahrt bleibt und die Patientendaten in gewohnter Qualität langfristig z.B. im EDV-System zur Verfügung stehen.

**Die DGKL vergibt für die Kongress-
teilnahme Reisestipendien an junge
Nachwuchswissenschaftler. Wie wichtig
ist die Nachwuchsförderung auf dem
Gebiet der Klinischen Chemie und Labo-
ratoriumsmedizin? Und welche Heraus-
forderungen stellen sich bezüglich der
Lehre und Ausbildung von Nachwuchs-
forschern – gerade auch in Hinblick auf
das Thema Interdisziplinarität?**

Wie bereits oben dargestellt, ist die Nachwuchsarbeit einer der Themenschwerpunkte beim diesjährigen Kongress. Wir werden im Vorfeld bei dem Kongress eine mehrstündige Session zu dem Thema „Didaktische Konzepte“ anbieten. Und wir haben in das Kongressprogramm Sessions aufgenommen, die von jungen Nachwuchswissenschaftlern organisiert und durchgeführt werden. Außerdem werden wir zum Kongress eine eigene DGKL Sektion gründen, die sich speziell mit der Frage Nachwuchsarbeit befasst. Zudem haben wir durch die Stiftung Pathobiochemie und Molekulare Diagnostik ein umfassendes Forschungsförderprogramm für den wissenschaftlichen Nachwuchs aufgelegt und werden Anfang des kommenden Jahres zusammen mit der DFG eine Nachwuchsakademie durchführen. Im Rahmen des Kongresses werden wir Preise für den Nachwuchs verleihen.

**Nach welchen Gesichtspunkten werden
die Preisträger ausgewählt?**

Wir verleihen Preise in drei Kategorien: für den besten Abstract, den besten Vortrag und die beste Posterpräsentation. Außerdem wird noch die diesjährige Preisträgerin des Ivar-Trautshold-Nachwuchsförderpreises einen Vortrag halten.

**Wie unterscheidet sich der 2. Deutsche
Kongress der Laboratoriumsmedizin im
Vergleich zum 1. Kongress?**

**Gibt es z.B. neue Themenbereiche, die
in der Zwischenzeit relevant geworden
sind, oder gab es Anregungen zu neuen
Themenschwerpunkten?**

Die Themen entwickeln sich immer weiter. Das oben bereits angesprochene „liquid profiling“,

im Sinne des Nachweises zellfreier DNA im Blut, ist dieses Jahr stark in den Fokus gerückt. „Liquid profiling“ oder „liquid biopsy“ haben wir in unserem Fach schon immer gemacht. Neu sind einige Verfahren zum Nachweis zellfreier DNA – und das werden wir thematisieren. Wir haben des Weiteren im Programm die Veranstaltungen der DGKL und des DVTA enger verlinkt und hoffen so, dass wir ein breiteres Publikum ansprechen. Gemäß dem Motto „Labor verbindet“ haben wir viele Kollegen aus anderen medizinischen Disziplinen involviert. Für die Zukunft könnte ich mir vorstellen, diese Interaktion insbesondere mit anderen diagnostischen Bereichen weiter auszubauen.

**Herr Prof. Isermann, wir bedanken uns
sehr herzlich für das Gespräch.**

Berend Isermann hat in Würzburg, Bristol (GB) und New Haven (USA) studiert. Nach dem AiP in Heidelberg verbrachte er einen viereinhalb-jährigen Forschungsaufenthalt im Blood Center of Wisconsin, USA. Nach seiner Rückkehr an die Universität in Heidelberg erlangte er die Facharztausbildung für Innere Medizin, Endokrinologie und Labormedizin. Zudem ist er Klinischer Chemiker (DGKL). Seit 2011 ist Prof. Isermann Leiter des Instituts für Klinische Chemie und Pathobiochemie an der OvGU in Magdeburg. Von 2014–2015 war er Vizepräsident, seit Januar 2016 ist er Präsident der DGKL.

regional

Tradition und Moderne – Lebensmittelforschung in Freising

Prof. Dr. Michael Rychlik, Lehrstuhl für Analytische Lebensmittelchemie,
Technische Universität München, Freising, und
Dr. Michael Granvogl, Lehrstuhl für Lebensmittelchemie,
Technische Universität München, Freising

2016 ist ein besonderes Jahr für Freising – die vor 1300 Jahren gegründete, älteste Stadt Oberbayerns. Anlässlich des 500-jährigen Jubiläums des Bayerischen Reinheitsgebots richtet sich das Interesse auf die Stadt mit ihrer besonderen Beziehung zum Bier. Mit der Bayerischen Staatsbrauerei Weihenstephan steht hier die älteste noch produzierende Brauerei der Welt, deren Ursprung auf das Gründungsjahr 1040 zurückdatiert wird. Aber auch für diejenigen, die sich mit der modernen Lebensmittelchemie befassen, ist 2016 bedeutsam, da in Freising-Weihenstephan der 45. Deutsche Lebensmittelchemikertag vom 12.–14. September stattfinden wird. Ein kurzer Rückblick soll die traditionsreiche Geschichte des Biers und der Lebensmittelchemie in Freising beleuchten.

Aufgrund seiner günstigen Lage an der Isar gründete der Wanderbischof Korbinian im Jahre 725 ein Benediktinerkloster auf dem heutigen Weihenstephaner Berg. Dokumente von angelegten Hopfengärten zeugen davon, dass hier bereits zu oder kurz nach Korbinians Zeiten Bier gebraut wurde. Der offizielle Startpunkt für die heute älteste Brauerei der Welt ist das Jahr 1040, als die Weihenstephaner Mönche von der benachbarten Stadt Freising das alleinige Brau- und Schankrecht erhielten. Seit dieser Zeit wird auf dem Weihenstephaner „Nährberg“ Bier gebraut mit einer wechselvollen Geschichte von Plünderungen, u.a. durch die Hunnen, die Schweden und die Franzosen, Großbränden und Pestepidemien sowie einem großen Erdbeben im Jahr 1348. Ein Schlussstrich unter die jahrhundertealte Klostergeschichte wurde dann 1803 gezogen, als im Zuge der Säkularisierung sämtliche Besitztümer des Klosters an den bayerischen Staat übergingen.

Gebraut wurde aber weiterhin, und im 19. und 20. Jahrhundert wurden mehrere Bildungseinrichtungen für Landwirtschaft und Brauerei in Weihenstephan zusammengezogen, bis der Großteil der Institutionen, und formal auch die Staatsbrauerei, 1930 zur damaligen Technischen Hochschule München, der jetzigen Technischen Universität München, kam. Die Forschungs- und Lehrbrauerei, der Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie und die Staatsbrauerei Weihenstephan sind seither ein Zentrum der Forschung und Ausbildung für das Brauwesen und ihre Absolventen sind weltweit verteilt.

Die Lebensmittelchemie der Technischen Universität München wurde 2010 von der Chemiefakultät in Garching, der sie aber immer noch mit dem Lehrstuhl für Lebensmittelchemie und dem Bachelor-Studiengang zugehörig ist, an die interdisziplinäre Fakultät „Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Land-

wirtschaft und Umwelt“ (WZW) verlagert. Am WZW unterstützt sie mit molekularem Verständnis und analytischer Expertise sowohl die Forschung in allen Disziplinen der „Life Sciences“ in Weihenstephan als auch die Lehre, u.a. durch den eigenen Master-Studiengang. In Weihenstephan angesiedelt sind nun die Lehrstühle für Lebensmittelchemie (Prof. Dr. Dr. Peter Schieberle, zugehörig zur Fakultät für Chemie, Garching), für Lebensmittelchemie und molekulare Sensorik (Prof. Dr. Thomas Hofmann) und für Analytische Lebensmittelchemie (Prof. Dr. Michael Rychlik; beide Fakultät WZW, Freising-Weihenstephan) sowie die Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (DFA), ein Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft. Sie bearbeiten mit dem Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie gemeinsame Projekte im Bereich der Aroma- und Geschmacksstoffe, der Kontrolle der Mykotoxinbelastung sowie der Minimierung sog. „food-borne toxicants“



Bild: Sabine von Mallinckrodt

Die Gastgeber des Lebensmittelchemikertages **Prof. Dr. Michael Rychlik** (Lehrstuhl für Analytische Lebensmittelchemie), links, und **Dr. Michael Granvogl** (Lehrstuhl für Lebensmittelchemie), rechts, zusammen mit **Prof. Dr. Jürgen Brickmann** (labor&more) im klassisch angelegten Biergarten des Bräustüberls unter Rosskastanien. Hier ergibt sich immer wieder die Gelegenheit, die große Vielfalt der Biere der Staatsbrauerei und auch den berühmten „Obazda“ zu verkosten. Dieser wurde nachweislich im Bräustüberl im Jahr 1958 von der damaligen Wirtin Katharina Eisenreich erfunden, wodurch die Camembert-Reste aus der damals noch am Berg ansässigen Molkerei verwertet wurden. Heute ist der „Obazda“ ein Milchprodukt mit der von der EU geschützten geografischen Angabe „aus Bayern“. Das „Geheimnis“ des Originalrezepts ist ein Schuss Weißbier, für welches die Staatsbrauerei Weihenstephan berühmt ist und vielfach ausgezeichnet wurde.

(toxikologisch relevante Verbindungen, die beim Prozessieren von Lebensmitteln aus natürlich vorkommenden Vorläufern gebildet werden), der Entwicklung glutenfreier Rohstoffe zur Bierherstellung und Getreideverarbeitung sowie der Physiologie und Analytik von Hopfeninhaltsstoffen.

Folgerichtig findet der 45. Deutsche Lebensmittelchemikertag 2016 in Freising statt. Er bietet ein hochrangiges wissenschaftliches und kulturelles Programm: Schwerpunktthemen sind „Aroma- und Geschmacksstoffe“, „Rückstände und Kontaminanten“, „Lebensmitteltechnologie“ und „Aktuelle Themen aus Wissenschaft, Wirtschaft, Recht und Überwachung“. Der diesjährige öffentliche Abendvortrag wird von Prof. Dr. Klaus Roth zum Thema „Schokolade – ein chemischer Sinnesrausch“ inklusive Schokoladenverkostung präsentiert. Workshops der AG Junge LebensmittelchemikerInnen (AG JLC), eine umfangreiche Posterausstellung und eine Firmenausstellung komplettieren das wissenschaftliche Programm der Tagung. Das gesellschaftliche Highlight ist der „Gesellige Abend“ im Bräustüberl Weihenstephan in direkter Nachbarschaft zur Staatsbrauerei Weihenstephan.

→ michael.rychlik@tum.de
 → michael.granvogl@tum.de

Michael Rychlik, Jg. 1964, studierte Lebensmittelchemie an der Universität Kaiserslautern und ging anschließend zur Technischen Universität München, wo er unter Prof. Werner Grosch promovierte und sich 2003 für das Fachgebiet Lebensmittelchemie habilitierte. 2008–2015 war er wissenschaftlicher Leiter der Bioanalytik Weihenstephan und wurde 2010 zum Universitätsprofessor und Ordinarius am Lehrstuhl für Analytische Lebensmittelchemie am Wissenschaftszentrum Weihenstephan der TU München ernannt. Er lehrt Lebensmittelchemie an der TU München und hielt bzw. hält Lehrveranstaltungen an der Universität Erlangen, der University of Queensland, Australien, und der National University of Singapore. Er ist Träger des wiss. Förderpreises der Deutschen Großbäckereien und des Kurt-Täufel-Preises der Lebensmittelchemischen Gesellschaft. Seit 2014 ist er Vorsitzender der Kommission für Kontaminanten und andere gesundheitlich unerwünschte Stoffe in der Lebensmittelkette am Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Berlin. Im Jahr 2016 wurde ihm außerdem der Titel eines Honorary Professors von der University of Queensland, Australien, verliehen.

Michael Granvogl, Jg. 1974, studierte, promovierte und habilitiert seit Ende 2011 [Ende 3. Quartal 2016] im Bereich Lebensmittelchemie an der Technischen Universität München. Seit 2009 war er als Akademischer Rat und seit 2015 ist er als Akademischer Oberrat in Lehre und Wissenschaft am Lehrstuhl für Lebensmittelchemie tätig. Seit 2010 ist er Vorsitzender des Regionalverbandes Bayern der Lebensmittelchemischen Gesellschaft (LChG), Fachgruppe in der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh). Zudem ist er aktuell in die „Leadership rotation“ der Food Safety Subdivision der Agricultural and Food Chemistry Division der American Chemical Society (ACS) aufgenommen worden, deren Leitung er 2018 übernehmen wird. Seine wissenschaftlichen Arbeiten hat Herr Granvogl in ca. 40 „peer-reviewed“ Publikationen veröffentlicht und in über 50 Vorträgen auf renommierten nationalen und internationalen Konferenzen präsentiert. Im Rahmen des 45. Deutschen Lebensmittelchemikertages wird ihm der Kurt-Täufel-Preis des Jungen Wissenschaftlers verliehen werden, 2014 erhielt er die Josef Schormüller Medaille.

vitamine

Heute schon genug Folat gehabt?

Neue Erkenntnisse zur Folatversorgung und -analytik

Dr. Sabine Mönch¹⁾, Dr. Christiane Ringling^{2,3)}, Markus Kopp^{2,3)}, Lisa Striegel²⁾,
Dr. Michael Netzel⁴⁾, Dr. Gabriele Netzel⁵⁾, Dr. Thomas Frank⁶⁾, Prof. Dr. Michael Rychlik²⁾

Die Vitamine der Folsäuregruppe sind im Stoffwechsel v.a. bei der Übertragung von Methylgruppen beteiligt und erfüllen wichtige Funktionen im Stoffwechsel der Aminosäuren und Nukleinsäuren. Da die Folate vom menschlichen Organismus nicht selbst gebildet werden können, müssen sie mit der Nahrung zugeführt werden. Durch Ernährungserhebungen hat sich aber herausgestellt, dass die Bevölkerung Deutschlands durchschnittlich nur zwei Drittel der täglich erforderlichen, empfohlenen Menge zu sich nimmt.

Diese Form der nutritiven Unterversorgung gilt v.a. bei Frauen im gebärfähigen Alter als Risikofaktor, da ein Folatmangel mit einem gehäuften Auftreten einer besonderen Art von Missbildungen bei Neugeborenen, den Neuralrohrdefekten, verbunden ist. Daneben mehren sich Anzeichen, die eine ungenügende Folatzufuhr mit der Anfälligkeit für Herz-Kreislauf-erkrankungen, Dickdarmkrebs und der Alzheimer'schen Erkrankung in Verbindung bringen. Aufgrund aktueller Bewertungen hat die Deutsche Gesellschaft für Ernährung den Referenzwert für die Folatzufuhr auf 300 µg pro Tag festgesetzt. Darüber hinaus wird allen Frauen in gebärfähigem Alter empfohlen, täglich zusätzlich 400 µg Folsäure, z.B. durch Nahrungsergänzungsmittel, zu sich zu nehmen [1]. Die genann-

ten Empfehlungen werden gegenwärtig kontrovers diskutiert, da sich der Ansatz, über die Notwendigkeit einer ausreichenden Folatversorgung aufzuklären, und die freiwillige Anreicherung von Lebensmitteln mit Folsäure als wirkungslos erwiesen haben [2]. Gerade im Hinblick auf die Risikobewertung und die schnelle Erfassung des Folatstatus bieten sich auf dem Gebiet der Folatanalytik aber neue diagnostische Möglichkeiten. Zur Ermittlung der Folatgehalte in Lebensmitteln und Blut ist jedoch eine sichere Analytik erforderlich, die immer noch herausfordernd ist.



¹⁾Lehrstuhl für Lebensmittelchemie, Technische Universität München, Freising

²⁾Lehrstuhl für Analytische Lebensmittelchemie, Technische Universität München, Freising

³⁾ZIEL Institute for Food and Health, Technische Universität München, Freising

⁴⁾Centre for Nutrition and Food Sciences, Queensland Alliance for Agriculture and Food Innovation (QAAFI), The University of Queensland, Australien

⁵⁾Centre for Animal Science, Queensland Alliance for Agriculture and Food Innovation (QAAFI), The University of Queensland, Australien

⁶⁾Bad Soden

Bestimmung der Folate in Lebensmitteln

Die Gruppe der Folate zeichnet sich durch eine Vielzahl an Verbindungen aus. Neben den verschiedenen sog. Pteroylmonoglutamatformen liegen die Folate in Lebensmitteln überwiegend als Pteroylpolyglutamate vor, die zwei bis acht Glutamylreste im Molekül enthalten können (Abb. 1).

Die Polyglutamate als Speicherformen der Folate müssen durch Pteroylpolyglutamathydro-lasen (PPH) oder sog. Konjugasen in die Mono-glutamate umgewandelt werden, da nur diese mit den meisten analytischen Verfahren erfass-bar sind. Inzwischen wird eine ganze Reihe von Methoden verwendet. Die mikrobiologischen und die chemisch-instrumentellen Bestim-mungen stellen dabei die wichtigsten Verfahren dar.

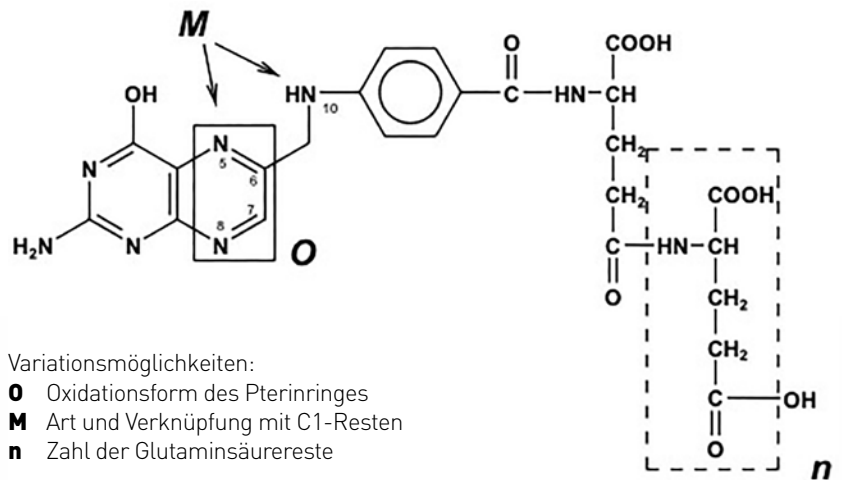


Abb. 1 Variationsmöglichkeiten der Strukturen der Folate



vitamine

Mikrobiologische Analysen zeigen Folate in Lebensmittelextrakten durch das Wachstum von Mikroorganismen (z.B. *Lactobacillus casei*) auf folatreichen Extrakten an. Trotz der Empfindlichkeit dieser Methode zur Bestimmung des Gesamtfolatgehalts ist sie zum differenzierten Nachweis einzelner Vitamere nicht geeignet. Daneben können spezielle Wachstumsfaktoren oder Inhibitoren eine Stimulation oder Hemmung der Mikroorganismen hervorrufen und somit das Ergebnis verfälschen.

Die chemisch-analytischen Methoden besitzen gegenüber den vorher beschriebenen Methoden den Vorteil, dass sie die einzelnen Folatvitamere voneinander unterscheiden können. Die selektivste Detektion der Folate im Bereich der flüssigchromatographischen Methoden ist die Massenspektrometrie. Um Verluste der labilen Folate während der Extraktion und Ionisationsstörungen bei der Massenspektrometrie zu kompensieren, haben sich Stabilisotopenverdünnungsanalysen (SIVA) sowohl bei der Bestimmung von Folaten in Lebensmitteln [3] als auch in der Untersuchung von Humanproben, wie Urin, Plasma und Erythrozyten [4], bewährt.

Bei der SIVA dienen stabilisotopenmarkierte Vitamere als interne Standards. Diese werden der Probe vor der Extraktion in definierten Mengen zugegeben. Durch eine massenspektrometrische Bestimmung des Verhältnisses der markierten zu den natürlich vorhandenen, unmarkierten Vitaminen im Lebensmittelextrakt kann auf die Konzentration der natürlichen Folate geschlossen werden. Somit ist eine selektive Analyse der einzelnen Vitamere nach chromatographischer Trennung möglich und Aufbereitungsverluste können einfach kompensiert werden.

Methodenvergleiche

Beim Vergleich der beiden genannten Methoden wurde in der Literatur des Öfteren von höheren Gehalten mittels mikrobiologischem Assay gegenüber HPLC-basierten Methoden berichtet. Daher führten auch wir einen direkten Vergleich des mikrobiologischen Assays mit der SIVA durch. Die Dekonjugation der Polyglutamate in die Monoglutamate erfolgte bei beiden Methoden mit PPH aus Hühnerpankreas in Kombination mit PPH aus Rattenserum bei einem pH-Wert von 5,0. Nach der experimentellen Bestätigung der Enzymaktivität mit der Testsubstanz Pteroyltriglutamat war eine vollständige Dekonjugation der Polyglutamate in der Probenmatrix durch die eingesetzten Konjugasen zu erwarten.

Tab. 1 Methodenvergleich der Gesamtfolatbestimmung durch Stabilisotopenverdünnungsanalyse (SIVA) und mikrobiologischem Assay (MA), Gehalte in µg/100g

Probe	LC-MS/MS / SIVA	MA
Brokkoli	183	188
Weizenkeime	288	438
Erbsensuppe	41	34
Mixed Vegetables (CRM)	336	311 ¹

¹[zertifiziert: 315 ± 28]

Weder für Brokkoli noch für Erbsensuppe oder ein aus einem Gemisch von Gemüse bestehendes Referenzmaterial (Tab. 1) war ein signifikanter Unterschied ersichtlich. Eine Weizenkeimprobe zeigte jedoch einen deutlichen Unterschied: Die Werte aus der Quantifizierung mittels LC-MS/MS (SIVA) lagen niedriger als die des mikrobiologischen Assays. Eine genaue Untersuchung ergab, dass die Dekonjugation nicht vollständig verlief und noch Diglutamate und zu einem gewissen Teil auch höhere Polyglutamate in der Messlösung nachweisbar waren.

Es wurde daraufhin eine Methode zur Quantifizierung der Diglutamate entwickelt. Diese ergab zwar für die Quantifizierung mittels LC-MS/MS (SIVA) höhere Werte, doch erst mit einer optimierten Enzymbehandlung war es möglich, einen Gehalt von 392 µg/100 g zu ermitteln, der sich dem Wert des mikrobiologischen Assays gut annähert bzw. gleicht. Daneben muss noch die Abhängigkeit von der Wahl des Folsäure für die Kalibration des mikrobiologischen Assays beachtet werden, da sich hier Differenzen in

den Ergebnissen von bis zu 20 % ergeben können. Ein Screening nach Diglutamaten wurde daraufhin in die Methode integriert, um die Vollständigkeit der Dekonjugation zu überprüfen.





Erfassung der Bioverfügbarkeit von Folaten

Für Ernährungsempfehlungen zur Vermeidung der genannten Mangelerscheinungen ist nicht nur die Kenntnis der Folatgehalte in Lebensmitteln, sondern auch die Information über deren Bioverfügbarkeit (BV) wichtig. Darunter versteht man klassisch eine pharmakologische Messgröße, die das Ausmaß und die Geschwindigkeit charakterisiert, mit der eine Substanz (Arzneistoff oder Nährstoff) aufgenommen (resorbiert) wird und am Wirkort zur Verfügung steht. Der Wirkort ist einer unmittelbaren Bestimmung meist nicht zugänglich, wohl aber Blut oder Urin. Von entscheidender Bedeutung für die praktische Bestimmung der BV ist die zentrale Annahme, dass Konzentrationen am Wirkort und in der systemischen Zirkulation proportional sind [5]. Daher basieren die am häufigsten eingesetzten Verfahren zur Erfassung der BV auch darauf, dass der betreffende Nährstoff im Blut oder Urin quantifiziert wird.

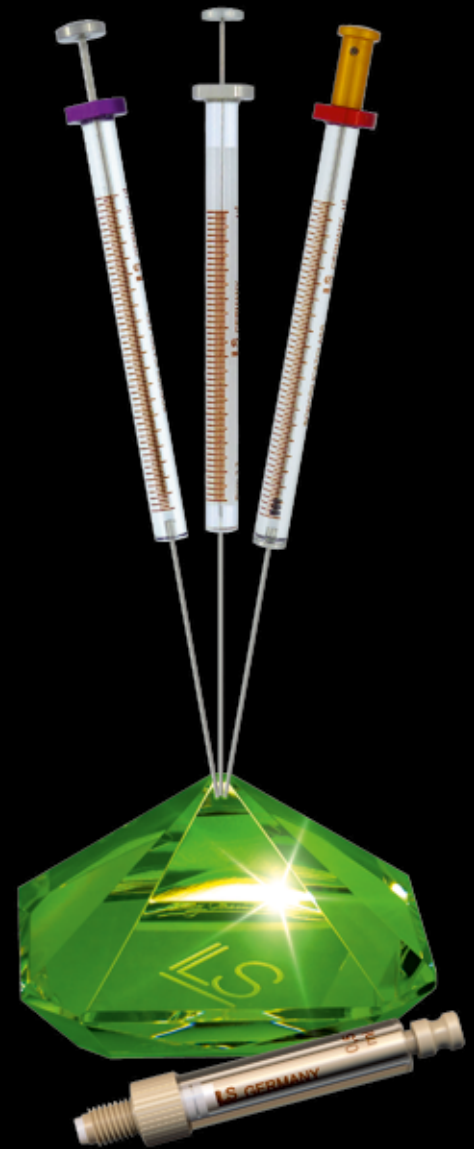
Entsprechende Studien können nach Kurzzeit- oder Langzeitprotokollen ablaufen, die im Anschluss an die Nährstoffgabe entweder kurzfristig die Änderung der Plasmaspiegelkurven oder die Veränderung eines Markers für die langfristige Speichersättigung erfassen.

In verschiedenen Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass die sog. Methode der AUC (area under the curve) zur Bestimmung der BV

Tab. 2 Relative Folatbioverfügbarkeit in verschiedenen Lebensmitteln in der Hauptstudie [8] und der Vorstudie [7]

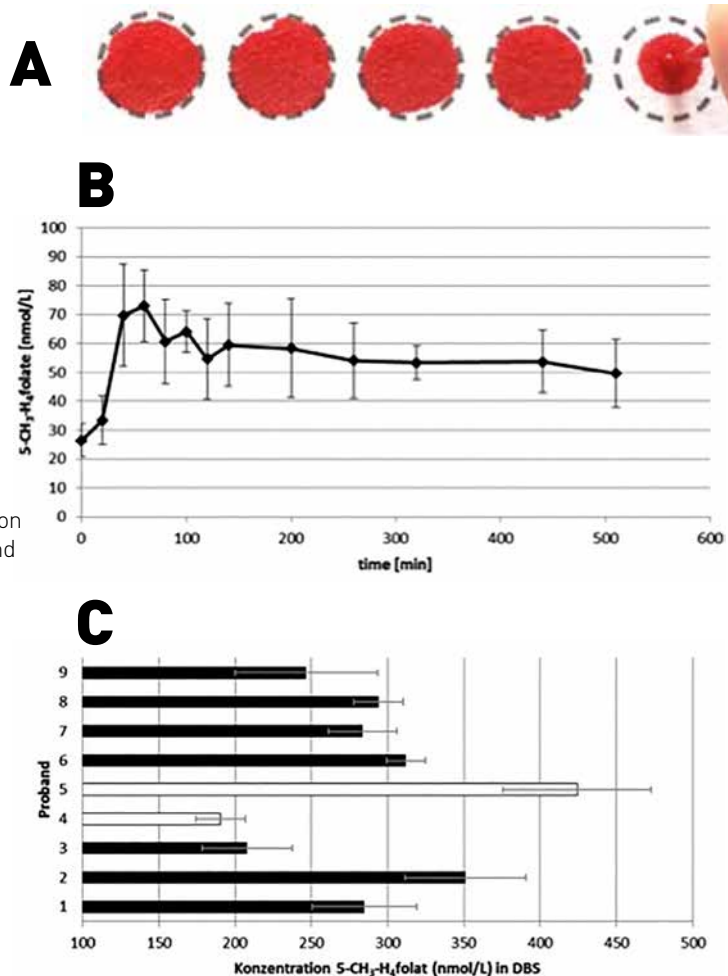
				
Bioverfügbarkeit bezogen auf Folsäure = 100 %	Spinat Dosis: 523 µg	Weizenkeime Dosis: 236 µg	Camembert A Dosis: 571 µg	Camembert B Dosis: 189 µg
untere Grenze des 90 % Vertrauensbereichs (AUC)	43,4 %	19,5 %	5,1 %	
Geometrisches Mittel (AUC)	73,0 %	33,0 %	8,8 %	> 64% Vorstudie
obere Grenze des 90 % Vertrauensbereichs (AUC)	122,9 %	56,0 %	15,4 %	

Die richtigen
Mikroliterspritzen
für jede Anwendung



Qualität Made in Germany

I L S Innovative Labor Systeme GmbH
Mittelstraße 37
98714 Stützerbach/Germany
Phone: +49 (36784) 525-0
Fax: +49 (36784) 525-25
ils@microsyringes.com
www.microsyringes.com



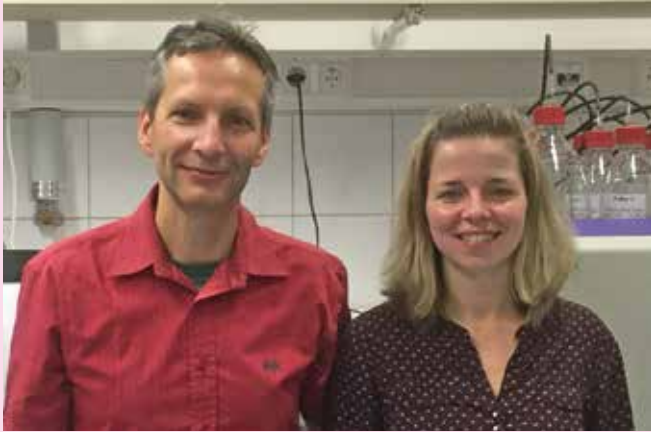
von Mikronährstoffen aus Lebensmitteln geeignet ist. Dabei wird die postresorptive Blutspiegelkurve ermittelt und die Fläche unter der Konzentrations-Zeit-Kurve bestimmt. Für Folate stellt die Bestimmung der absoluten BV ein Problem dar, da Folate stoffwechselbedingt in Körperflüssigkeiten und Geweben permanent gegenwärtig sind und im Austausch stehen. Zur Bestimmung der relativen BV wird den Probanden daher das Lebensmittel und in zeitlichem Abstand eine Folatlösung mit möglichst identischem Vitamingehalt oral oder intravenös verabreicht. Anschließend werden jeweils die Spiegel der Körperflüssigkeiten gemessen. Im Falle der Folate wird im Plasma das 5-Methyltetrahydrofolat als Marker mittels LC-MS/MS (SIVA)-Verfahren erfasst. Aus den berechneten AUCs kann so die relative BV (Folatlösung = 100 %) ermittelt werden.

Verschiedene Untersuchungen ergaben, dass die einzelnen Monoglutamatformen der verschiedenen Vitamere unterschiedliche Bioverfügbarkeiten zeigen [6] und so die Vitamerendifferenzierung bei der Bestimmung der Lebensmittelfolate zur Voraussage der BV wichtig ist.

In zwei Humanstudien untersuchten wir die relativen Folatbioverfügbarkeiten in verschiedenen Lebensmitteln. Einer Machbarkeitsstudie mit nur zwei Probanden und Camembert als getestetem Lebensmittel [7] folgte die Hauptstudie mit 24 Probanden und drei Lebensmitteln: Spinat, Weizenkeime und ein weiterer Camembert (allerdings eine andere Sorte als in der Vorstudie) [8].

Die in der Hauptstudie ermittelte BV der Folate aus Spinat von 73% stimmt gut mit vorhergehenden Untersuchungen überein und bestätigt, dass Spinat eine ausgezeichnete Folatquelle darstellt (Tab. 2). Die niedrige BV der Weizenkeimfolate von nur 33 % war dagegen aufgrund eines Einschusses in die kompakte Matrix und einer im menschlichen Verdauungstrakt vermutlich unvollständigen Dekonjugation zu erwarten. Daraus lässt sich folgern, dass Weizenkeime trotz ihres hohen Gehalts eine schlechte Folatquelle für den Menschen darstellen. Erstaunlich war die sehr niedrige Folatbioverfügbarkeit von unter 10 % aus dem Camembert der Hauptstudie. In früheren Untersuchungen zur BV wurden derart geringe Werte aus Milchprodukten nicht beschrieben, obwohl oft über die Bindung

vitamine



Michael Rychlik, Jg. 1964, Staatl. geprüfter Lebensmittelchemiker, Promotion 1996, Habilitation in Lebensmittelchemie 2003, seit 2010 Ordinarius für Analytische Lebensmittelchemie der TU München und seit 2016 zusätzlich Honorary Professor an der University of Queensland, Australien

Sabine Mönch, Jg. 1983, Staatl. geprüfte Lebensmittelchemikerin, Promotion 2010, seit 2011 am Forschungszentrum Weihenstephan für Brau- und Lebensmittelqualität, Abteilung Lebensmittelsicherheit (ehemals Bioanalytik, Weihenstephan)



Christiane Ringling, Jg. 1985, Staatl. geprüfte Dipl.-Lebensmittelchemikerin, Promotion an der TU München zum Thema „Folatanalytik und Simulation der Verdauung von Folaten“ 2016, seit 2014 Kunden- und Projektmanagerin im Institut Kirchhoff Berlin



Markus Kopp, Jg. 1987, Studium der Lebensmittelchemie an der TU München, von 2012–2016 Promotion an der TU München zum Thema „Analytik von Folaten – klinische und mikrobiologische Applikationen“

der Folate an das in Milch vorkommende Folatbindungsprotein diskutiert wurde. Für die geringe BV der Camembertfolate mögen auch Einschlüsse der Folate in die Rinde und das Pilzmycel des Camemberts verantwortlich sein, was bei homogenen Milchprodukten keine Rolle spielt. Vermutlich wirkt sich auch die geringe Stabilität während der Verdauung des in Camembert oft hohen Gehaltes an Tetrahydrofolat negativ auf die BV aus. Unerwartet war dennoch die Diskrepanz der Bioverfügbarkeiten für die Camemberts aus Vor- und Hauptstudie, da der erstere mit über 64 % eine recht hohe, letzterer mit unter 10 % aber eine deutlich niedrigere Folatbioverfügbarkeit aufwies. Zwei Erklärungsmöglichkeiten sind für diese Ergebnisse denkbar: Zum einen beruhen die Berechnungen aus der Vorstudie nur auf zwei Probanden, was wenig repräsentativ erscheint. Zum anderen wurden zwei unterschiedliche Camembert-Sorten verwendet, die sich sowohl in der Vitamerverteilung als auch in den Folatgehalten in Teig und Rinde unterschieden. So belief sich der Folatgehalt des Camemberts der Vorstudie in der Rinde auf 37 % des Gesamtfolatgehalts, während er beim Käse der Hauptstudie 80 % betrug.

Diese Ergebnisse deuten auf zwei bisher wenig beachtete Aspekte zur Folatbioverfügbarkeit hin: zum einen auf die stark unterschiedlichen Bioverfügbarkeiten zwischen den Lebensmitteln – sogar innerhalb einer Lebensmittelgruppe zwischen verschiedenen Handelsmarken – und zum anderen erfordern die starken interindividuellen Unterschiede zwischen den Probanden weitere Untersuchungen der individuellen De-

terminanten der BV (Ausstattung mit Folattransportproteinen oder Folatstoffwechsellenzymen wie der 5,10-Methylen-tetrahydrofolatreduktase). Der generelle Mittelwert von 50 % BV [9] muss daher als sehr grob angesehen und die Allgemeingültigkeit der Empfehlungen darf angezweifelt werden.

Moderne Folatanalytik in Blutproben

Für bessere und individualisierte Empfehlungen wären intensivere Human-Bioverfügbarkeitsstudien erforderlich. Dies geschieht üblicherweise mittels Folatmessungen im Blutplasma der beteiligten Probanden.

Blutfolatuntersuchungen werden derzeit nach Blutentnahme durch klinisches Personal durchgeführt. Eine eigene Probennahme durch den Probanden selbst ist bisher nicht vorgesehen. Im Allgemeinen ist daher das Aufsuchen einer Arztpraxis bzw. bei wissenschaftlichen Humanstudien die Durchführung in einem klinischen Bereich unter medizinischer Aufsicht erforderlich. Dies gestaltet Humanstudien zeitaufwändig und kostenintensiv. Durch eine Blutentnahme mittels Finger- bzw. Hautpunktion (wie bei Blutglucosemessungen oder Neugeborenen-screensings) und deren Fixierung als getrocknete Blutstropfen ließen sich sowohl die Belastungen für die Probanden als auch die Kosten für die Untersuchung am Menschen zur BV insgesamt in erheblichem Maße reduzieren. Die Probanden könnten im Idealfall Probenahme und Trocknung selbst vornehmen und die getrocknete Probe auf dem Postweg ins Labor zur Folatanalyse senden.

Daher wurde kürzlich die Analytik von 5-Methyltetrahydrofolat (5-CH₃-H₄folat) – der bioaktiven Form der Folate – aus getrockneten Blutstropfen (dried blood spots, DBS, Abb. 2A) und Plasmatropfen (dried plasma spots, DPS, Abb. 2B) entwickelt und validiert [10]. Die Analytik ermöglicht es, in kleinsten Blut- und Plasmaproben von 50 bzw. 30 µL diese bioaktive Form auf einfachem, minimalinvasivem Wege nachzuweisen. Bei der Analyse von getrockneten Blutstropfen kann sowohl Plasma- als auch Vollblut-5-CH₃-H₄folat nachgewiesen werden. Abbildung 2C zeigt die Gehalte an 5-CH₃-H₄folat aus DBS von acht Probanden. Weiß hinterlegt ist der Vollblutspiegel einer Probandin vor (Proband 4) und nach (Proband 5) achtwöchiger Supplementierung mit Folsäure. Somit ermöglicht das mikroinvasive Verfahren auch die Kontrolle des Folatstatus und die Wirksamkeit einer länger andauernden Zufuhr von Folatquellen. Die Ergebnisse der mikroinvasiven Methoden entsprechen den Werten aus konventionell analysiertem Vollblut und Plasma. Gegenüber der bisherigen konventionellen Blutabnahme unter medizinischer Aufsicht ermöglicht dieser Fortschritt eine Kosten- und Personalreduktion bei größer angelegten Studien. Dies eröffnet Perspektiven für gezieltere Bioverfügbarkeitsuntersuchungen und bessere Empfehlungen zur Folatzufuhr, besonders bei Frauen im gebärfähigen Alter.

→ michael.rychlik@tum.de



Lisa Striegel, Jg. 1989, Studium der Lebensmittelchemie an der TU München, seit 2014 Promotion an der TU München zum Thema „Analytik und Bioverfügbarkeit von Folaten“



Gabriele Netzel, Jg. 1974, Studium der Oekotrophologie und Promotion an der Justus-Liebig-Universität Gießen, seit 2016 Advance Queensland Research Fellow an der University of Queensland, Australien

Michael Netzel, Jg. 1967, Studium der Oekotrophologie und Promotion an der Justus-Liebig-Universität Gießen, 2005-2007 Forschungsstipendiat der Alexander von Humboldt-Stiftung Bonn, seit 2013 Senior Research Fellow an der University of Queensland, Australien

Literatur

[1] Krawinkel, M.B. et al. (2014) *Eur. J. Clin. Nutr.*, 68, 719-723
 [2] Obeid, R. et al. (2016) *J Perinat. Med.*, 44, 261-268
 [3] Ringling, C. & Rychlik, M. (2013) *Eur. Food Res. Technol.*, 236, 17-28
 [4] Mönch, S. et al. (2010) *Anal. Biochem.*, 398, 150-160
 [5] Derendorf, H., Gramette, T. & Schäfer, H.G. (2002) *Pharmakokinetik*, 2. Aufl., Stuttgart, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH

[6] Gregory, J.F. et al. (1992) *Am. J. Clin. Nutr.*, 55, 1147-1153
 [7] Mönch, S. et al. (2016) *Frontiers in Nutrition*, 3, 9. doi: 10.3389/fnut.2016.00009
 [8] Mönch, S. et al (2015) *Food & Function*, 6, 241-247. doi: 10.1039/C4FO00658E
 [9] Bailey, L.B. (1998) *Nutrition Reviews*, 56, 294-299
 [10] Kopp, M. & Rychlik, M. (2015) *PLoS ONE* 10(11), e0143639. doi:10.1371/journal.pone.0143639



Competence in Process and Laboratory Technology



20 to 23 September 2016 | Messe Basel | ilmac.ch

ILMAC is part of the Basel Life Science Week from 19 to 23 September | basellife.org



Free ticket:
ilmac.ch/ticket with PrioCode
 welcome-ilmac16

Highlights: ILMAC Forum | Lunch & Learn | ILMAC Networking Event and ILMAC Party



Main Partner Process





aromen

Gesunde und hochwertige Lebensmittel

... und was die Lebensmittelchemie dazu beitragen kann

Dr. Michael Granvogl

Lehrstuhl für Lebensmittelchemie, Technische Universität München, Freising

In der Vergangenheit haben sich bereits viele Arbeitsgruppen mit der Analytik von Geruchs- und Geschmacksstoffen einerseits und mit toxikologisch bedenklichen Substanzen andererseits beschäftigt. Eine Vereinigung beider Aspekte zur Herstellung von Lebensmitteln, die sowohl geringe Konzentrationen sog. „food-borne toxicants“ (Verbindungen, die während der Lebensmittelherstellung aus natürlich vorkommenden Inhaltsstoffen gebildet werden) aufweisen als auch der erwarteten Verbraucherqualität hinsichtlich Geruch, Geschmack, Farbe und Textur entsprechen, wurde bislang aber eher selten durchgeführt. Seit einigen Jahren hat sich meine Arbeitsgruppe am Lehrstuhl für Lebensmittelchemie der Technischen Universität in Freising-Weihenstephan aber genau diese Aufgabenstellung als Ziel gesetzt. Weiter werden dort auch andere unerwünschte Substanzen in Nahrungsmitteln analysiert, so beispielsweise Verbindungen, die für die Entwicklung von Fehlgerüchen in Lebensmitteln bei deren Herstellung oder Lagerung verantwortlich sind.

Rapsöl: Fehleraromen vermeiden

Ein aktuelles Forschungsprojekt beschäftigt sich mit der Aufklärung des stichig/modrigen Fehleraromas von nativem Rapsöl. Mitte der 80er-Jahre begann die Kultivierung des sog. „00-Raps“, der den Ersatz der gesundheitlich bedenklichen Erucasäure durch die ebenfalls einfach ungesättigte Ölsäure [1] sowie die Reduktion des Glucosinolatgehalts – und damit einhergehend die Reduktion der Bitterkeit – nach sich zog. Dadurch gewann Rapsöl rapide an Bedeutung und wird heutzutage als Öl mit positiven physiologischen Eigenschaften gesehen. Die Gesamtproduktionsmenge stieg seit 2011 um 20 % an, womit sich Rapsöl nach Palmöl und Sojaöl zu den drei wichtigsten Pflanzenölen weltweit entwickelt hat. Dabei ist für den Verbraucher das charakteristische saftig und nussige Aroma von nativem Rapsöl ein wichtiges Qualitätsmerkmal. In der aktuellen Studie [2] wurden mit Hilfe des Konzepts der molekularen Sensorik – bestehend aus Aromaextraktverdünnungsanalyse (AEVA), Identifizierungsexperimenten mittels Gaschromatographie-Olfaktometrie (GC-O) und Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS), Stabilisotopenverdünnungsanalyse (SIVA), Berechnung der Aromawerte (AWs) und schlussendlich einem Simulationsexperiment – systematisch die Schlüsselaromastoffe von nativem Rapsöl charakterisiert.

Nach der schonenden Isolierung der flüchtigen Verbindungen durch Dünnschichtdestillation und anschließende Hochvakuumdestillation mittels „Solvent Assisted Flavour Evaporation“-Technik [3] wurde durch GC-O zwischen flüchtigen, nicht aromaaktiven und flüchtigen, aromaaktiven

Verbindungen unterschieden. Bei dieser Technik dient die menschliche Nase als zweiter Detektor, wodurch über einen sog. „Sniffing-report“ den jeweiligen Aromastoffen die sensorische Qualität zugeordnet werden kann. Dabei wird zunächst das nach der Hochvakuumdestillation erhaltene, an Vigreux-Kolonnen aufkonzentrierte Aromadestillat analysiert. Anschließend wird dieses Destillat stufenweise 1+1 mit Lösungsmittel verdünnt und jede der Verdünnungsstufen erneut über GC-O sensorisch bewertet. Diese Screening-Methode endet mit den sog. „Flavour dilution“ (FD)-Faktoren, welche die letzte Verdünnungsstufe angeben, bei der die einzelnen Aromastoffe noch durch die menschliche Nase wahrgenommen werden können. Je höher der jeweilige FD-Faktor, desto wichtiger sollte im Normalfall die jeweilige Verbindung für das Gesamtaroma des Lebensmittels sein. Diese Methodik wird als Aromaextraktverdünnungsanalyse (AEVA) bezeichnet. Zunächst wurde ein natives, sensorisch einwandfreies Rapsöl analysiert, da diese Ergebnisse als Vergleich für das fehlerhafte Öl dienen sollten. Mittels AEVA konnten 52 aromaaktive Verbindungen mit FD-Faktoren zwischen 8 und 2048 detektiert werden, von denen 50 identifiziert wurden.

Der nächste Schritt war die Quantifizierung der Schlüsselaromastoffe, also der Verbindungen mit den höchsten FD-Faktoren. Da es sich bei Aromastoffen um teils leicht flüchtige, aber auch um teils labile Verbindungen handelt, ist die Verwendung von stabilisotopenmarkierten Substanzen als interne Standards unerlässlich. Hierzu werden die Verbindungen, falls sie nicht

kommerziell erwerblich sind, in der Art synthetisiert, dass entweder Wasserstoffatome durch Deuteriumatome oder das Kohlenstoff-12-Isotop durch das Kohlenstoff-13-Isotop ersetzt sind und dadurch Analyt (unmarkiert) und Standard (markiert) aufgrund der unterschiedlichen Molekulargewichte mittels Massenspektrometrie unterschieden werden können. Diese Methodik ist als Stabilisotopenverdünnungsanalyse (SIVA) bekannt. Im Rapsöl wurden damit 23 Aromastoffe mit einem FD-Faktor ≥ 32 quantifiziert.

Die Konzentration allein ist aber nicht ausreichend, um eine Aussage treffen zu können, ob eine einzelne Verbindung zum Gesamtaroma beiträgt. Hierzu müssen zunächst die jeweiligen Geruchsschwellenwerte bestimmt werden, die dann mit den Konzentrationen ins Verhältnis gesetzt werden. Daraus resultieren die sog. Aromawerte (AWs; Quotient aus Konzentration und Geruchsschwelle). Ist der $AW \geq 1$, trägt die Substanz zum Gesamtaroma bei, da sie in Mengen über ihrer Geruchsschwelle vorliegt. Im Rapsöl wiesen elf Verbindungen Konzentrationen oberhalb ihrer Schwellen in Öl und somit einen $AW \geq 1$ auf. Den höchsten AW zeigte 2-Isopropyl-3-methoxy-pyrazin (330) gefolgt von Dimethyltrisulfid (37), Buttersäure (7), Dimethylsulfid (7), 2-Isobutyl-3-methoxy-pyrazin (5), Octanal (3), 2-sec-Butyl-3-methoxy-pyrazin (3), Hexanal, 3-Methylbutanal, (E,E)-2,4-Nonadienal und Sotolon (alle 2). Zur Validierung der analytischen Daten wurde ein Simulationsexperiment durchgeführt, bei dem die Aromastoffe mit $AWs \geq 1$ in ihren natürlich vorkommenden Konzentrationen zu einer geruchsfreien Ölmatrix dotiert wurden. Das Rekombinat zeigte

aromen

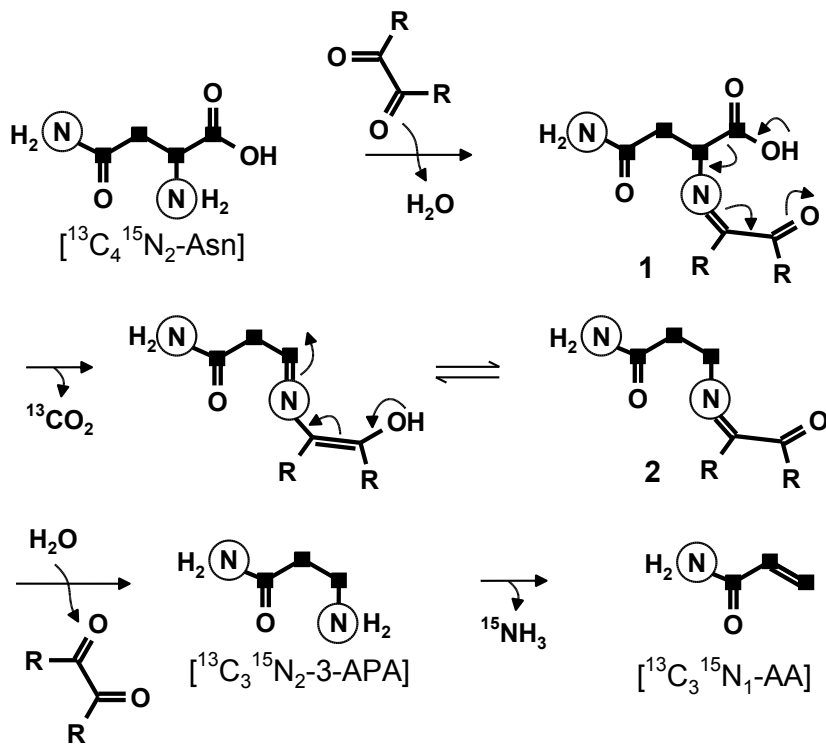


Abb. 1 Bildungsweg von Acrylamid [4] ■ : ¹³C-Markierung; (○) : ¹⁵N-Markierung

ein Aromaprofil, das sehr gut mit dem des nativen Originalrapsöls übereinstimmte, wodurch die erfolgreiche Identifizierung und Quantifizierung der Schlüsselaromastoffe bestätigt wurde. So weit, so gut. Nun stellte sich die Frage, welche Verbindungen in dem sensorisch fehlerhaften Rapsöl vorhanden und für das Auftreten des Fehleraromas verantwortlich waren. Somit wurde erneut das Konzept der molekularen Sensorik auf die sensorisch beanstandete Probe angewandt. Der Vergleich der nach den Identifizierungs- und Quantifizierungsexperimenten erhaltenen Daten zeigte interessanterweise, dass im schlechten Rapsöl keine neuen Verbindungen analysiert werden konnten – allerdings wiesen 16 Aromastoffe eine um mindestens Faktor 5 erhöhte Konzentration auf, teilweise sogar um einen Faktor von bis zu 10.000! Durch Zugabe dieser Verbindungen zum sensorisch einwandfreien Rapsöl in Mengen, die den analysierten Zunahmen zwischen gutem und schlechtem Rapsöl entsprachen, konnte aus dem guten Rapsöl ein Öl nachgestellt werden, das den identischen sensorischen Defekt aufwies wie die Originalrapsölprobe mit Fehleraroma.

Tab. 1 Analyse von Aromastoff- und Acrylamidkonzentrationen in Kartoffelchips in Abhängigkeit des Frittiermediums

Somit war es der Lebensmittelchemikerin Katrin Matheis, die das Projekt unter meiner Leitung bearbeitet, gelungen, den Fehlgeruch auf molekularer Ebene aufzuklären. Neben den wissenschaftlich interessanten Ergebnissen konnten auch den Herstellern klare Empfehlungen bzgl. einer Vermeidung der Fehlerarombildung gegeben werden, da fast alle Verbindungen, die im schlechten Öl mengenmäßig angestiegen waren, durch einen mikrobiellen Bildungsweg erklärt werden konnten. Demnach ist es besonders wichtig, bereits auf eine qualitativ hochwertige Saat für die Ölherstellung zu achten. Zudem ist es von Bedeutung, dass die Hersteller auf gute Lagerbedingungen der Rohware Wert legen.

Verbindung	Konzentration (µg/kg) ^a			
	Distelöl	Kokosfett	Rapsöl	kommerz. Frittierfett
Acrylamid	160	248	467	194
(E,E)-2,4-Decadienal	3900	347	1350	349
(E,Z)-2,4-Decadienal	797	56,1	207	37,7
2-Ethyl-3,5-dimethylpyrazin	21,7	16,2	16,1	17,8
2,3-Diethyl-5-methylpyrazin	15,5	8,6	16,6	18,3
3-Ethyl-2,5-dimethylpyrazin	127	48,3	28,1	71,7
2-Methylbutanal	921	1270	1110	1430
3-Methylbutanal	1100	902	1320	998
3-[Methylthio]propanal	17,9	18,1	17,8	13,6

^a Mittelwert aus Dreifachbestimmung

Kartoffelchips: Acrylamid reduzieren, Aroma beibehalten

Ein weiteres Forschungsprojekt [5] der vergangenen Jahre konzentrierte sich u.a. auf Kartoffelchips. Hier war die Aufgabenstellung, die sensorische Qualität auf dem Niveau zu halten, das die Verbraucher kennen und deshalb auch erwarten, aber dazu parallel den Gehalt der toxisch bedenklichen Substanz Acrylamid zu reduzieren.

Bereits 2006 gelang es mir in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhlinhaber Prof. Peter Schieberle den Bildungsweg ausgehend von der freien Aminosäure Asparagin über das Intermediat 3-Aminopropionamid zu Acrylamid aufzuklären (Abb. 1).

Zunächst wurden in dieser Studie – ebenfalls wieder unter Anwendung des Konzepts der molekularen Sensorik – die Schlüsselaromastoffe von Kartoffelchips analysiert. Anschließend wurden diese Aromastoffe in Chips, die in verschiedenen Frittiermedien hergestellt wurden, parallel mit Acrylamid quantifiziert, um den Einfluss verschiedener Fette und Öle auf die Bildung dieser Verbindungen zu testen (Tab. 1).

Das Sensorikpanel konnte in Triangeltests mit hoher Signifikanz Unterschiede im Aromaprofil von Chips, die in Distelöl und Kokosfett bzw. in Rapsöl und Kokosfett hergestellt wurden, feststellen. Dabei wurde insbesondere ein Unterschied in der Aromanote „frittiert“ beschrieben. Somit war es erstes Ziel, diesen sensorischen Befund auf molekularer Ebene zu belegen. Erwünschte Schlüsselaromastoffe von Kartoffelchips, die diese Aromanote aufweisen, sind die beiden Isomere von 2,4-Decadienal. Die quantitativen Daten hierzu zeigten große Unterschiede in den jeweiligen Konzentrationen, beispielsweise von 347 µg/kg (Kokosfett) bis zu 3900 µg/kg (Distelöl) für (E,E)-2,4-Decadienal (Tab. 1), wodurch die sensorischen Ergebnisse

1 U 2 N 3 V 4 E 5 R 6 Z 7 I 8 C 9 H 1 T 2 B 3 A 4 R 5 E
1 B 2 A 3 U 4 S 5 T 6 E 7 I 8 N 9 E 2 I 3 H 4 R 5 E 6 R
1 K 2 A 3 R 4 R 5 I 6 E 7 R 8 E

Workshops **Information**

Konzepte **Kolloquien** Netzwerk

Beratung **Perspektiven** Wissen **Impulse** Beratung

Tagungen Konzepte **International** Karriereservice

Kurse Diskussion Beratung **Fortbildung** Jobbörse

Workshops **Kurse** Fortbildung **Forschung** Kolloquien

Netzwerk Tagungen **Beratung** Informationen **Konzepte**

Fortbildung **Jobbörse** Kurse **Wissen**

Diskussion Karriereservice

www.gdch.de



GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER

Gesellschaft Deutscher Chemiker e.V.
Postfach 90 04 40
60444 Frankfurt am Main

Telefon: 069 7917-0
Fax: 069 7917-232
E-mail: gdch@gdch.de

aromen



Bild: Sabine von Mallenbrodt

Michael Granvogl, Jg. 1974, studierte, promovierte und habilitiert seit Ende 2011 (Ende 3. Quartal 2016) im Bereich Lebensmittelchemie an der Technischen Universität München. Seit 2009 war er als Akademischer Rat und seit 2015 ist er als Akademischer Oberrat in Lehre und Wissenschaft am Lehrstuhl für Lebensmittelchemie tätig. Seit 2010 ist er Vorsitzender des Regionalverbandes Bayern der Lebensmittelchemischen Gesellschaft (LChG), Fachgruppe in der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh). Zudem ist er aktuell in die „Leadership rotation“ der Food Safety Subdivision der Agricultural and Chemistry Division der American Chemical Society (ACS) aufgenommen worden, deren Leitung er 2018 übernehmen wird.

bestätigt werden konnten. Die Erklärung hierfür liefert die Fettsäurezusammensetzung in den Triglyceriden der verwendeten Frittiermedien: Linolsäure ist der Prekursor für 2,4-Decadienal und ist in Distelöl mit ca. 75% die Hauptfettsäure, im Vergleich zu Kokosfett (< 1%) und Rapsöl (ca. 20%).

Auch die Bildung des unerwünschten Acrylamids war deutlich von der Fettart abhängig. Erfreulicherweise zeigten die Chips, die mit Distelöl hergestellt wurden und das beste sensorische Profil aufwiesen, auch die niedrigste Acrylamidkonzentration (160 µg/kg; Tab. 1). Auch „Kokosfett-Chips“ und „Frittierfett-Chips“ zeigten niedrige Acrylamidkonzentrationen, allerdings waren die Mengen der erwünschten 2,4-Decadienale deutlich reduziert im Vergleich zu „Distelöl-Chips“. Die Konzentrationen der Pyrazine und der Strecker-Aldehyde blieben weitgehend unverändert.

Somit konnte den Herstellern eine Möglichkeit aufgezeigt werden, wie sensorisch hochwertige Kartoffelchips mit niedriger Acrylamidkonzentration produziert werden können, ohne dass technologische Prozessparameter verändert werden müssen.

Fazit

Durch Kombination von sensorischen und instrumentell-analytischen Techniken ist es dem modernen Lebensmittelchemiker möglich, zur Herstellung von gesunden und qualitativ hochwertigen Nahrungsmitteln einen entscheidenden Beitrag zu liefern!

→ michael.granvogl@tum.de

Literatur

- [1] Abdellatif, A.M.M. & Vles, R.O., (1970), *Nutr. Metab.* 12, 285-295
- [2] Matheis, K. & Granvogl, M., (2016), *Eur. Food Res. Technol.*, ahead of print, DOI:10.1007/s00217-016-2657-5
- [3] Engel, W, et al., (1999), *Eur. Food Res. Technol.*, 207, 237-241
- [4] Granvogl, M. & Schieberle, P., (2006), *J. Agric. Food Chem.*, 54, 5933-5938
- [5] Thürer, A. & Granvogl, M., (2016), *J. Agric. Food Chem.*, submitted



HI98161 für Lebensmittel



HI98162 für Milch



HI98163 für Fleisch



HI98164 für Joghurt



HI98165 für Käse

Die professionellen Foodcare Handmessgeräte für pH und Temperatur Neu von Hanna Instruments

Robust • Wasserdicht • GLP-Funktionen • Datenexport

Weitere Informationen unter:
<http://bit.ly/hanna-hi9816x>



+49 7306 357 9100
info@hannainst.de
www.hannainst.de

HANNA[®]
instruments

toxikologie





Angriffspunkt DNA

Zelluläre Schadensantwort auf natürliche Lebensmittelkanzerogene

Sabrina Hauptenthal, Thomas Uebel, Prof. Dr. Melanie Esselen
Institut für Lebensmittelchemie, Westfälische Wilhelms-Universität Münster

toxikologie

„Fleischersatzprodukte anstatt echtem Schnitzel“ trifft auf immer breitere gesellschaftliche Akzeptanz, da nicht nur ethisch korrektes Verhalten, sondern auch positive gesundheitliche Aspekte mit pflanzlichen Produkten assoziiert werden.

Allerdings bedeutet „pflanzlich“ nicht zwangsläufig sicher, wie sich schon in Georg Büchners Dramenfragment Woyzeck, inspiriert durch Liebig's Versuche mit einseitigen Erbsendiäten, erahnen lässt. Auch durch eine ausgewogene Ernährung werden Verbraucher tagtäglich mit natürlich vorkommenden pflanzlichen Lebensmittelkanzerogenen exponiert. Im Rahmen einer gesamtheitlichen Risikobewertung solcher Stoffe wird u.a. der Frage nachgegangen, welche zellulären Mechanismen an der krebserzeugenden Wirkung beteiligt sind.



Humane Exposition und toxikologische Bewertung von Methyleugenol

Das Phenylpropanoid Methyleugenol ist Bestandteil verschiedener ätherischer Öle, darunter fallen Basilikum- und Fenchelöl. Wir Verbraucher kommen hauptsächlich über Gewürzpflanzen, aromatisierte Lebensmittel und pflanzliche Nahrungsergänzungsmittel, aber auch über unterschiedlichste Kosmetikprodukte mit Methyleugenol in Kontakt. Die tägliche Aufnahmemenge wird auf 0,01–0,66 mg/kg Körpergewicht geschätzt, ist jedoch sehr von unseren Verzehrsgewohnheiten abhängig. Da Methyleugenol von der Internationalen Agentur für Krebsforschung als „möglicherweise kanzerogen für den Menschen“ (Klasse 2B) klassifiziert worden ist, ist die Verwendung der Reinsubstanz Methyleugenol für die Aromatisierung von Lebensmitteln in der Europäischen Union verboten. Für mit Kräuterextrakten aromatisierte Lebensmittel gelten produktspezifische Höchstmengen von 1-60 mg/kg [1, 2].

Unter dem Begriff „Gentoxizität“ werden alle Mechanismen, die zur Schädigung oder Veränderung des genetischen Materials in der Zelle führen, zusammengefasst. Induziert werden diese DNA-Schäden durch biologische Noxen, exogene Substanzen, wie z.B. Chemikalien, und Lebensmittelkontaminanten, aber auch durch natürliche Lebensmittelinhaltsstoffe oder energiereiche Strahlung. Im Rahmen der Sicherheitsbewertung werden gentoxische Wirkungen sowohl in vitro auf zellulärer Ebene als auch nachfolgend in Tierversuchen ermittelt.

Die krebserzeugende Aktivität von Methyleugenol wurde in Nager-Studien an Ratte und Maus

eindeutig nachgewiesen, wobei die wirkmechanistischen Untersuchungen zur Gentoxizität und auch Mutagenität der Klasse der Phenylpropanoide weiter im wissenschaftlichen Fokus stehen [3].

Die Priorität in der Risikobewertung von Lebensmittelinhaltsstoffen oder auch Kontaminanten mit gentoxischem und kanzerogenem Wirkmechanismus wird mithilfe des margin of exposure (MOE) Konzepts ermittelt. Der MOE gibt das Verhältnis zwischen 10 %iger tumorinduzierender Wirkung im Tierversuch und der Humanexposition an [4]. Für Methyleugenol wurde ein MOE unter < 10.000 bestimmt, weshalb ein erhöhter Handlungsbedarf für das Risikomanagement besteht [1].

DNA-Adduktbildung

Häufig wirken Substanzen nicht als direkte Kanzerogene, sondern werden im Rahmen des Fremdstoffmetabolismus zu sog. sekundären Kanzerogenen aktiviert. Cytochrom P450-abhängige Monooxygenasen katalysieren eine Hydroxylierung an der 1'-Position der allylischen Seitenkette des Methyleugenols. Nachfolgend kommt es zur Sulfotransferasen-vermittelten 1'-Sulfonierung. Durch spontane Spaltung des Sulfatrestes entsteht ein hoch reaktives Carbokation, welches als ultimales Kanzerogen angesehen wird. Weitere reaktive Phase I-Metaboliten, wie z.B. 3'-Oxomethylisoeugenol, sowie das Methyleugenol-2',3'-Epoxid wurden charakterisiert und werden für die Aufklärung des gentoxischen Wirkmechanismus von Methyleugenol eingesetzt [5].

Reaktive Verbindungen können mit zellulären Bestandteilen reagieren und beispielsweise direkt via Adduktbildung mit DNA-Basen die DNA schädigen. Daher gelten DNA-Addukte als

wichtiger Biomarker in der Gentoxizität bzw. der Kanzerogenese, da sie bei unterbleibender oder fehlerhafter Reparatur zu Mutationen führen können. Direkte DNA-Adduktbildung wurde bereits für Methyleugenol bzw. -metaboliten in vitro und in vivo nachgewiesen [5, 6].

Hemmwirkung auf transkriptionsregulierende Enzyme

Neben der direkten Bildung von DNA-Addukten können auch indirekte Mechanismen zur Schädigung unseres Erbguts beitragen. Oxidative Metaboliten von Methyleugenol beeinflussen Enzyme, die eng mit der DNA-Integrität assoziiert werden. Folgend könnten Prozesse der Replikation, der Transkription und der Kontrolle von DNA-Schäden fehlerhaft ablaufen.

Natürliche Hemmstoffe von Histon-Deacetylasen (HDAC) führen zu Veränderungen im Histon-Code und werden mit einer erhöhten DNA-Schädigung sowie einer verminderten DNA-Reparatur in Verbindung gebracht. Methyleugenol und die Phase I-Metaboliten 1'-Hydroxymethyleugenol, 3'-Oxomethylisoeugenol und Methyleugenol-2',3'-epoxid hemmen die HDAC-Aktivität in humanen Kolonkarzinomzellen [7].

Die Aktivität humaner Topoisomerase der Klasse I wird durch die Metaboliten Methyleugenol-2',3'-Epoxid und 3'-Oxomethylisoeugenol gehemmt. Topoisomerasen der Klasse I sind Enzyme, welche den topologischen Status der DNA verändern, indem sie transiente Einzelstrangbrüche im Zucker-Phosphat-Rückgrat erzeugen. Sie tragen eine entscheidende Rolle in jedem Aspekt der Replikation, der Transkription und der Rekombination. Topoisomerasehemmstoffe können durch Verlängerung der Enzymbindung an die DNA, der sog. Topoisomerase-

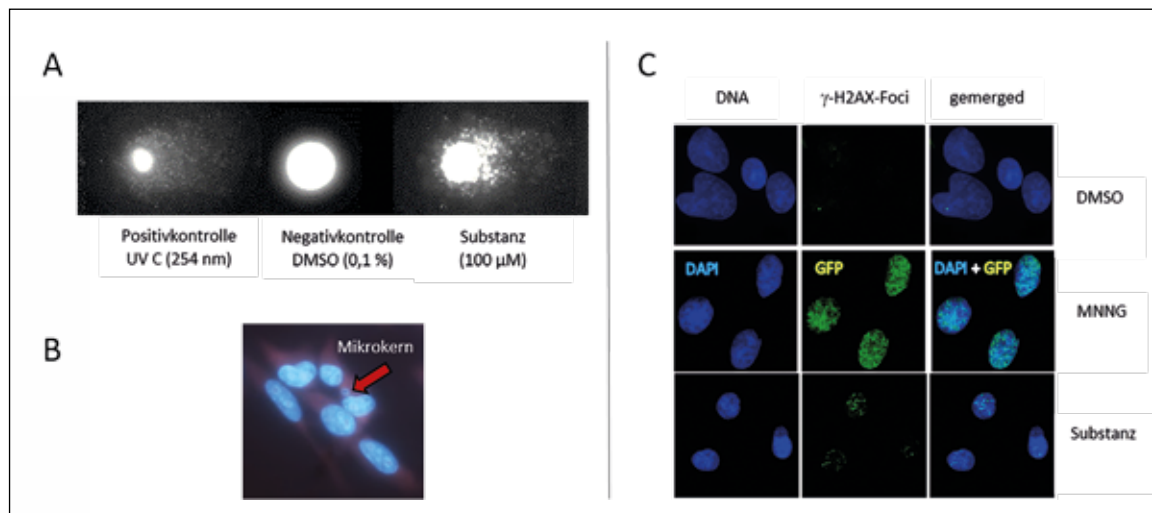


Abb. 1 Verschiedene gentoxische Endpunkte von Methyleugenol-Metaboliten.

A Dargestellt ist unterschiedlich geschädigte DNA nach einstündiger Inkubation von Zellen gemessen mittels alkaalischem Comet Assay nach Färbung mit Ethidiumbromid. **B** Exemplarische Mikrokerninduktion durch die Testsubstanz. Zur Detektion wird eine 4',6-Diamidin-2-phenylindol/Propidiumiodid/Antifade-Lösung zur Färbung verwendet und die Mikrokerne mittels Fluoreszenzmikroskopie ausgewertet. Die DNA ist blau und die Zytoplasmaproteine sind rot dargestellt. **C** Detektion von γ H2AX-Foci als Marker für DNA-Doppelstrangbrüche am Beispiel der Lösungsmittelkontrolle Dimethylsulfoxid (DMSO), der Positivkontrolle *N*-Methyl-*N*-nitro-*N*-nitrosoguanidin (MNNG) und der Testsubstanz nach zweistündiger Inkubation. Färbung der γ H2AX-Foci mittels fluoreszenzmarkiertem Antikörper (grün fluoreszierendes Protein [GFP]) und Gegenfärbung der DNA mit 4',6-Diamidin-2-phenylindol ([DAPI], blau).

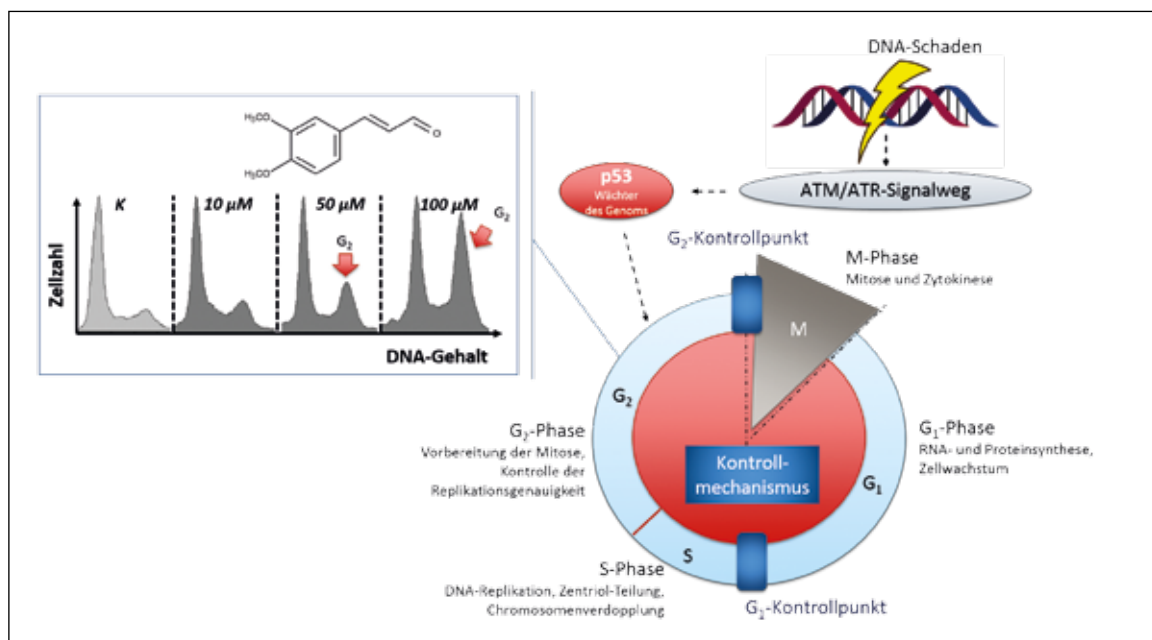


Abb. 2 Zellzykluskontrolle.

Zellwachstum entsteht durch Progression der Zelle durch den Zellzyklus, welcher sich aus Interphase und Mitose (M-Phase) zusammensetzt. Die Interphase beinhaltet die G_1 -, S- und G_2 -Phase und stellt eine Periode des kontinuierlichen Wachstums dar. Dabei steht G für „gap“ (Lücke). Der Eintritt in die Synthese (S)-Phase, in welcher die DNA repliziert wird, und in die M-Phase wird an den zwei entsprechenden Kontrollpunkten kontrolliert. Des Weiteren gibt es sowohl in der G_1 - als auch in der G_2 -Phase sog. DNA-Schadens-Kontrollpunkte. Dabei kommt es zur Interaktion mit unterschiedlichen Proteinen. Wird ein DNA-Schaden erkannt, werden folgend die Zellen in der entsprechenden Zellzyklusphase akkumuliert, der DNA-Schaden repariert und, wenn dies nicht mehr möglich ist, die Apoptose eingeleitet. 3'-Oxomethylisoeugenol induzierte DNA-Schäden führen zur ATM/ATR-vermittelten Aktivierung des p53-Proteins und nachfolgend zu einem p53-induzierten G_2 -Arrest.

Chemicals
7th International Fine, Specialty and Commodity Chemicals, Petrochemicals and Chemical Intermediates Exhibition

Laboratory
7th International Laboratory, Technology, Test & Measurement Equipments, Auxiliary Materials and Lab Consumables Exhibition

Technology
7th International Process and Automation Industry, Packaging, Recycling, Logistics, Labor Safety and Environmental Technologies Exhibition

Life sciences
pharma-food-cosmetics-home care
Pharmaceuticals, Food, Cosmetics, Personal & Home Care Ingredients, Raw Materials and Technologies Exhibition

Chem Show Eurasia

10-12 November 2016
Istanbul Expo Center

7th International Chemical Industry Group Exhibition

Organizer
Artkim Fuarcik Division
Tel: 0 212 324 00 00
sales@artkim.com.tr

Supporter
KOSGEB

Media Partner
TURKCHEM Magazine

THIS FAIR IS ORGANIZED WITH THE PERMISSION OF TOBB (THE UNION OF CHAMBERS AND COMMODITY EXCHANGES OF TURKEY) IN ACCORDANCE WITH THE LAW NO.5174

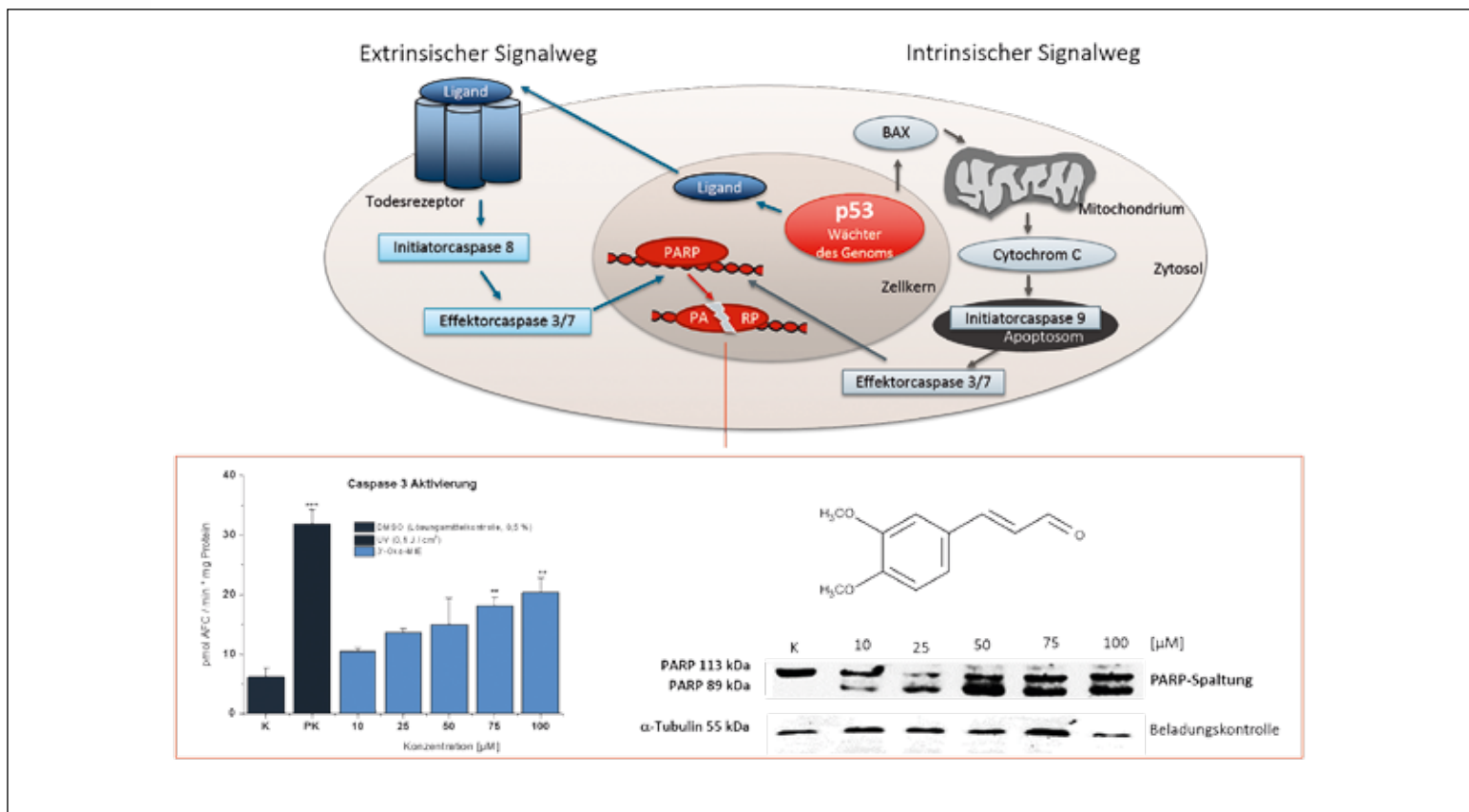


Abb. 3 Vereinfachte Darstellung der exogenen und endogenen Apoptoseinduktion.

Im Verlauf des extrinsischen Signalweges (exogener Weg) führt die p53-Aktivierung zur Expression und Translokation von Liganden der Todesrezeptorfamilie. Diese Liganden, wie u.a. der Tumornekrosefaktor alpha, binden an den Rezeptor und es kommt zur Aktivierung der sog. Todesdomäne und zur Spaltung der Procaspase 8 in die aktive Initiatorcaspase 8. Diese wiederum aktiviert die Effektorcaspasen 3 und 7. Darüber hinaus aktiviert p53 im intrinsischen Signalweg (endogener Weg) proapoptische Proteine (z.B. BAX). Damit geht die Freisetzung von Cytochrom C aus dem Mitochondrium einher, welches sich mit weiteren Proteinen wie der Initiatorcaspase 9 zu einem Komplex, dem Apoptosom, verbindet. Dieser Komplex wiederum aktiviert auch die Effektorcaspasen 3/7. Diese Effektorcaspasen induzieren in beiden Wegen die Spaltung ihrer Caspasesubstrate, wie z.B. der Poly(ADP-ribose)-Polymerase-1 (PARP), und führen somit zum programmierten Zelltod. In der humanen Kolontumorzelllinie HT29 induziert eine 72-stündige Inkubation mit 3'-Oxomethylisoeugenol die Effektorcaspasen 3 und die Spaltung von Poly(ADP-ribose)-Polymerase-1 [K: Lösungsmittelkontrolle, Dimethylsulfoxid [DMSO] in einer Endkonzentration von 0,5% (v/v); PK: Positivkontrolle UV [0,1 J/cm²]].

Giftung, oder durch Erzeugen von starkem Torsionsstress durch katalytische Enzymhemmung die Rate an zellulären DNA-Strangbrüchen erhöhen [8].

Testsysteme zur Erfassung genotoxischer Effekte

Die Einzelzell-Gelelektrophorese, auch Comet Assay genannt, stellt ein Testsystem zur Erfassung von DNA-Strangbrüchen in einzelnen Zellen dar und gilt als Indikator-test für ein genotoxisches Wirkpotenzial. Methyleugenol und verstärkt seine oxidativen Metaboliten induzieren signifikant DNA-Schäden in unterschiedlichen Zellkulturmodellen (Abb. 1) [8, 9]. Das stärkere DNA-strangbrechende Potenzial der Metaboliten im Vergleich zur Muttersubstanz verdeutlicht erneut die Relevanz der metabolischen Aktivierung im Hinblick auf den genotoxischen Wirkmechanismus dieser Substanz-

klasse. Mit dem alkalischen Comet Assay-Protokoll werden u.a. Einzelstrangbrüche, Doppelstrangbrüche und alkalilabile Stellen erfasst. Anhand von Western Blot-Experimenten wurden die DNA-Strangbrüche zum Teil als DNA-Doppelstrangbrüche charakterisiert, da die Metaboliten den Phosphorylierungsstatus des Histons H2AX, einem Biomarker für DNA-Doppelstrangbrüche, erhöhen (Abb. 1 C) [8].

Als weiterer Marker für ein genotoxisches Wirkpotenzial wurde die In-vitro-Mikrokernbildungsrate nach Substanzinkubation erfasst. Dieses Testsystem erlaubt es, das Schädigungspotenzial von Substanzen auf chromosomaler Ebene zu untersuchen. Mechanistisch können sowohl Chromosomenbrüche, sog. klastogene Effekte, als auch Chromosomenfehlverteilungen in Form von aneugenischen Effekten detektiert werden. Auch in diesem Testsystem zeigten Methyleugenol-2'3'-Epoxid sowie der Aldehyd 3'-Oxomethylisoeugenol das stärkste genotoxische Poten-

zial. Die induzierten Mikrokerne waren meist CREST-Protein positiv, weshalb ein aneugener Wirkmechanismus postuliert wurde.

Welche zelluläre Konsequenz die Beeinflussung der DNA-Integrität durch die Testsubstanzen mit sich bringt, galt nachfolgend zu klären.

Zellzyklusarrest und Apoptoseinduktion

Während des Durchlaufens des Zellzyklus wird an bestimmten Kontrollpunkten die DNA auf Vollständigkeit und Unversehrtheit geprüft und ggf. schadensabhängige DNA-Reparaturmechanismen oder der programmierte Zelltod (Apoptose) eingeleitet [10].

Eine zelluläre Antwort auf DNA-Schäden ist die Aktivierung des ATM (ataxia telangiectasia mutated) und ATR (ATM and Rad3 related)-Kinasen vermittelten Signalweges. Dieser Signalweg umfasst u.a. die Checkpoint-Kinasen



Sabrina Haupenthal, Jg. 1987, studierte Lebensmittelchemie und Toxikologie an der Technischen Universität Kaiserslautern. Seit 2014 ist sie wissenschaftliche Mitarbeiterin und seit 2015 an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster tätig. Der Hauptfokus ihrer Promotion liegt auf der Charakterisierung der gentoxischen Eigenschaften von Phenylpropanoiden. Im Rahmen ihrer Promotion absolviert sie die Weiterbildung "Fachtoxikologe/in DGPT" (Deutsche Gesellschaft für Pharmakologie und Toxikologie).

Thomas Uebel, Jg. 1991, studierte ebenfalls Lebensmittelchemie und Toxikologie an der Technischen Universität Kaiserslautern. Seit 2014 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster und beschäftigt sich im Rahmen seiner Promotion mit dem Einfluss von Alkenylbenzenen auf den zellulären Redoxstatus. Auch er nutzt die wenige freie Zeit während der Promotion zur Weiterbildung "Fachtoxikologe/in DGPT".

Melanie Esselen, Jg. 1976, studierte Lebensmittelchemie und Toxikologie an der Technischen Universität Kaiserslautern, wo sie 2006 promovierte. Nach einer Post-Doktoranden Phase in der Arbeitsgruppe von Frau Prof. Doris Marko wurde sie 2010 Juniorprofessorin für Lebensmittelchemie und Toxikologie an der Technischen Universität Kaiserslautern. Seit 2014 ist Melanie Esselen Professorin für Lebensmittelchemie an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster. 2013 erhielt sie den „Kurt-Täufel-Preis des Jungen Lebensmittelchemikers“ der Lebensmittelchemischen Gesellschaft.

sischen Signalweg abläuft (Abb. 3). In humanen Kolontumorzellen führt eine Inkubation mit den Methyleugenol-Metaboliten 1'-Hydroxymethyleugenol, 3'-Oxomethylisoeugenol und Methyleugenol-2',3'-epoxid zur Aktivierung der Effektorcaspasen 3/7 und der Spaltung von Poly(ADP-ribose)-Polymerase-1 und damit zum programmierten Zelltod.

Fazit

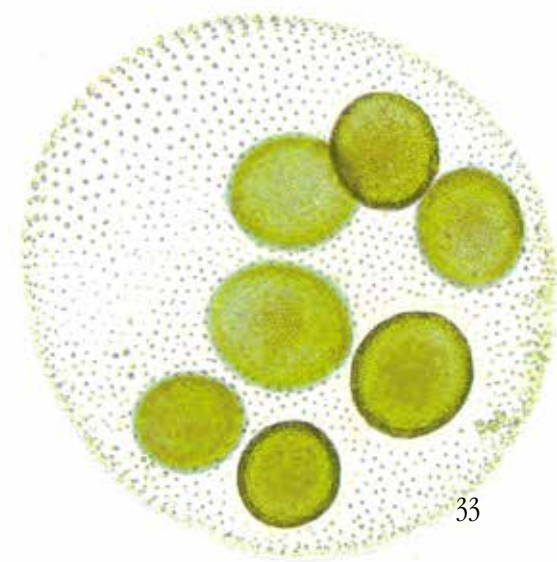
Mechanistische In-vitro-Untersuchungen haben gezeigt, dass unterschiedliche oxidative Metaboliten von Methyleugenol aufgrund ihrer ausgeprägten Reaktivität gegenüber verschiedenen zellulären Zielstrukturen von Bedeutung für das toxische Wirkprofil der Muttersubstanz sind. Als Ziele wurden Enzyme der DNA-Integrität, die DNA selbst sowie Proteine der DNA-Schadensantwort charakterisiert. Zellzyklus-Stopp und Apoptoseinduktion sind potenzielle zelluläre Konsequenzen für die fehlende In-vitro-Mutagenität der Testsubstanzen [9].

→ esselen@uni-muenster.de

Literatur

- [1] European Commission (2001) Scientific Committee on Food, SCF/CS/FLAV/FLAVOUR/4 ADD1 FINAL (http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out102_en.pdf)
- [2] Smith, B. et al. (2010) Food Chem. Toxicol. 48, 89-97
- [3] National Toxicology Program (2000) Natl. Toxicol. Program Tech. Rep. Ser. 491, 1-412
- [4] European Food Safety Authority (2012) EFSA Journal 10, 2578 (http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific_output/files/main_documents/2578.pdf)
- [5] Cartus, A.T. et al. (2012) Toxicol. Sci. 129, 21-34
- [6] Hermann, K. et al. (2014) Carcinogenesis 35, 935-941
- [7] Grob, I.A.M. et al. (2013) J. Nutr. Metab. 2013, 821082
- [8] Grob, I.A.M. et al. (2015) Arch Toxicol. Nov 5. [Epub ahead of print]
- [9] Grob, I.A.M. et al. (2012) Food Funct. 3, 428-436
- [10] Roos, W.P. & Kaina, B. (2006) Trends Mol. Med. 12, 440-50

Illustrationen: ©istockphoto \Nancy Nebring



CHK1 und CHK2, welche nachfolgend das Tumorsuppressorprotein p53 phosphorylieren und damit aktivieren. All diese Proteine stellen Kontrollinstanzen der Zellzyklusprogression, der Restrukturierung des Chromatins, der DNA-Replikation und der DNA-Reparatur dar. Methyleugenol-Metaboliten aktivieren über den

ATM/ATR-Signalweg das p53-Protein, welches wahrscheinlich im Zusammenhang mit dem induzierten Zellzyklusarrest in der G2/M-Phase steht (Abb. 2).

Eine weitere DNA-Schadensantwort stellt die p53-vermittelte Apoptoseinduktion dar, welche meist über den extrinsischen oder den intrin-

biotechnologie

Egal ob Heuschrecken, Grillen, Mehl- oder Buffalowürmer – Insekten sind derzeit nicht nur aus kulinarischer Sicht in aller Munde. Um in fast allen, teils auch extremen, Lebensräumen überleben und dabei nahezu jedes organische Substrat als Futterquelle aufschließen zu können, bedienen sich Insekten einer Vielzahl an biologischen und chemischen Systemen. Hierbei spielen v.a. Enzyme, die entweder von den Insekten selbst oder aber durch symbiotische Mikroorganismen produziert werden, eine entscheidende Rolle. Besonders für Applikationen im Bereich der Weißen Biotechnologie könnten diese Enzyme als vielversprechende Helfer eingesetzt werden und somit bisherige Prozesse der Lebensmittelbiotechnologie revolutionieren.

Klein, aber oho – mit Insekten zu besseren Lebensmitteln

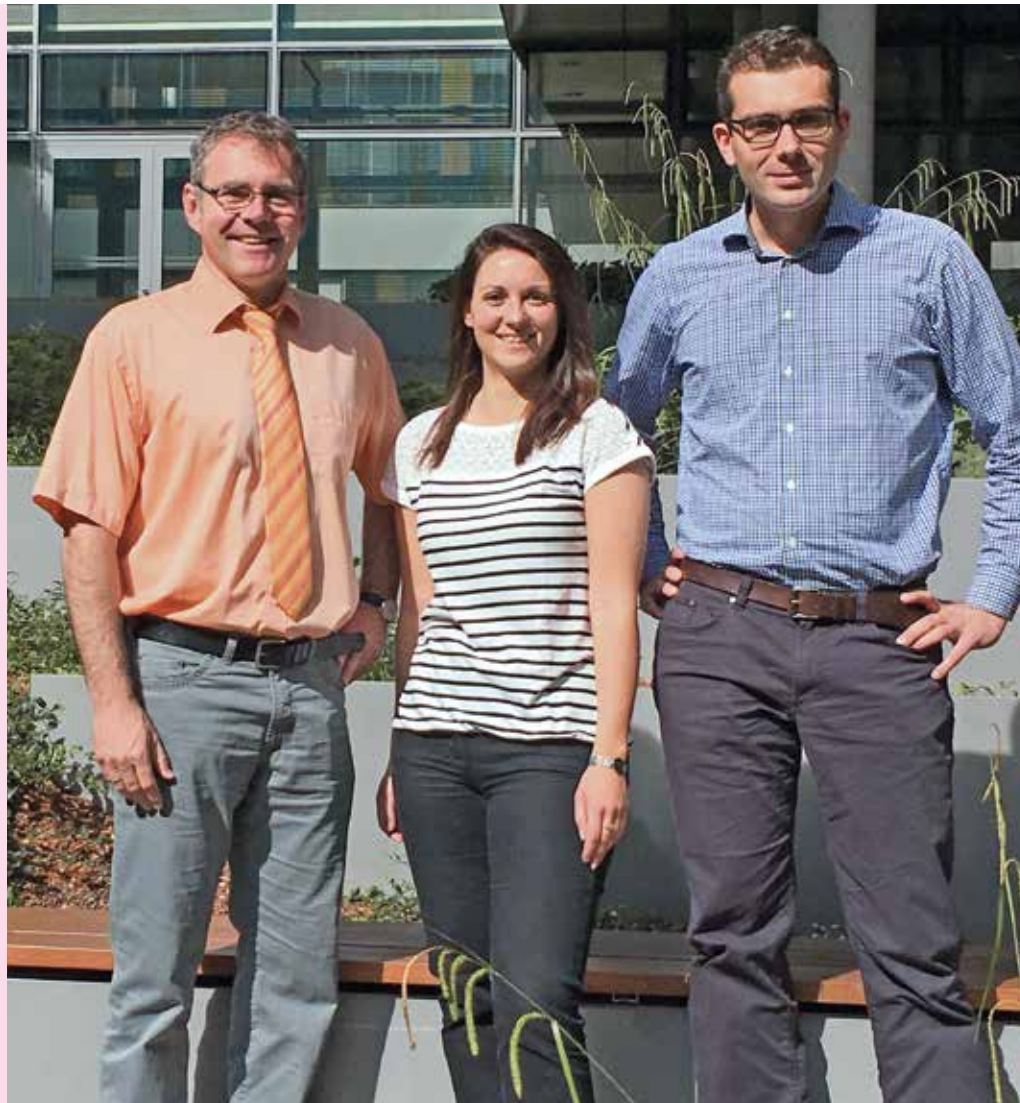
Enzyme aus Insekten als neue Helfer für die Weiße Biotechnologie

Dr. Nicole Mika, Prof. Dr. Martin Rühl, Prof. Dr. Holger Zorn
Institut für Lebensmittelchemie und Lebensmittelbiotechnologie,
Justus-Liebig-Universität Gießen
„LOEWE-Zentrum für Insektenbiotechnologie & Bioressourcen“

Holger Zorn, (links) Jg. 1967, studierte Lebensmittelchemie an der Universität Karlsruhe. Nach Promotion (Hohenheim) und Habilitation (Hannover) war er von 2004–2006 als Privatdozent an der Universität Hannover und von 2006–2008 als Professor für Technische Biochemie an der TU Dortmund tätig. Seit 2008 ist Prof. Zorn Geschäftsführender Direktor des Instituts für Lebensmittelchemie und Lebensmittelbiotechnologie der Justus-Liebig-Universität Gießen und seit 2014 stellvertretender Koordinator des LOEWE-Zentrums für Insektenbiotechnologie & Bioressourcen.

Nicole Mika, Jg. 1984, studierte Lebensmittelchemie an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main und promovierte am Institut für Lebensmittelchemie und Lebensmittelbiotechnologie der Justus-Liebig-Universität Gießen. Seit 2014 ist sie dort als Post-Doc tätig.

Martin Rühl, (rechts) Jg. 1978, studierte Biotechnologie und Bioinformatik an der Fachhochschule Weihenstephan. Nach Promotion und Post-Doc an der Georg-August-Universität Göttingen in der Abteilung für Molekulare Holzbiotechnologie und technische Mykologie war er von 2011–2012 Post-Doc an der Justus-Liebig-Universität Gießen am Institut für Lebensmittelchemie und Lebensmittelbiotechnologie. Seit 2012 ist Prof. Rühl Juniorprofessor für Lebensmittelanalytik und Lebensmittelbiotechnologie an der Universität Gießen.



Enzyme in der Lebensmittelbiotechnologie

Enzyme sind im Bereich der Lebensmittelbiotechnologie unersetzliche Werkzeuge und finden sowohl während der Produktion traditioneller Lebensmittel, wie Wein, Käse oder Bier, als auch während der Synthese verschiedener Lebensmittelzusätze, wie Vitamine oder Aromen, Verwendung. Auch bei der Konservierung von Lebensmitteln, der Eliminierung potenziell toxischer Komponenten und der Verbesserung der Textur und des Herstellungsprozesses nehmen Enzyme eine entscheidende Rolle ein und kommen so dem Wunsch des Verbrauchers nach einem möglichst natürlichen Produkt nahe. Die derzeit in der Lebensmittelindustrie verwendeten Enzyme sind hauptsächlich pilzlichen, bakteriellen und pflanzlichen Ursprungs. Durch die ständige Weiterentwicklung bei der Herstellung von Lebensmitteln, den steigenden Bedarf an Fertigprodukten und die Entwicklung neuer Produkte für Patienten mit Nahrungsmittelallergien oder -unverträglichkeiten wird die Lebensmittelindustrie jedoch oftmals vor neue Heraus-

forderungen gestellt. Die Nachfrage nach neuen Enzymen, beispielsweise aus Insekten oder insektenassoziierten Mikroorganismen, um diesen neuen Anforderungen gerecht zu werden, ist dementsprechend groß.

Insektenassoziierte Enzyme

Am LOEWE-Zentrum für Insektenbiotechnologie und Bioressourcen in Gießen machen sich derzeit verschiedene Forschungsgruppen aus den Bereichen der Grünen, Roten und Weißen Biotechnologie die Vielfalt der Welt der Insekten zunutze. Hierbei stehen beispielsweise die Entwicklung antimikrobieller Peptide, die Verwendung von therapeutischen Peptidasen oder die Gewinnung insektenassoziierten Enzyme für die Weiße Biotechnologie im Fokus. Die Weiße Biotechnologie, auch industrielle Biotechnologie genannt, verwendet Enzyme oder Mikroorganismen, um bereits existierende Herstellungsverfahren zu verbessern oder neue Produkte entsprechend veränderter Markt- oder Verbrauchervorstellungen zu konzipieren. Die Verwen-

dung von insektenassoziierten Enzymen im Bereich der Lebensmittelbiotechnologie gewinnt dabei immer mehr an Bedeutung, zumal die große taxonomische Vielfalt von Insekten mit einer entsprechenden biologischen Diversität an Enzymen einhergeht. So liegen u.a. Peptidasen, Amylasen, Lipasen und α -D-Glucosidasen im Fokus aktueller Forschungsarbeiten auf diesem Gebiet.

Bei der Produktion der jeweiligen Enzyme spielt das bevorzugte Substrat der Insekten eine entscheidende Rolle. So weisen verschiedene Holzschädlinge, darunter Borkenkäfer und Termiten, hauptsächlich cellulolytische Aktivität auf (endo-1,4- β -D-Glucanasen und β -D-Glucosidasen), um cellulosehaltige Substrate effizient zu Mono- und Oligosacchariden zu hydrolysieren. Eine reiche Quelle für Peptidasen stellt die Gruppe der Getreideschädlinge dar. Ihre Fähigkeit zur enzymatischen Hydrolyse diverser Getreideproteine kann als Vorbild für die Hydrolyse lebensmitteltechnologischer Proteine, wie Gluten oder Reisprotein, genutzt werden [1] (Abb. 1).

biotechnologie

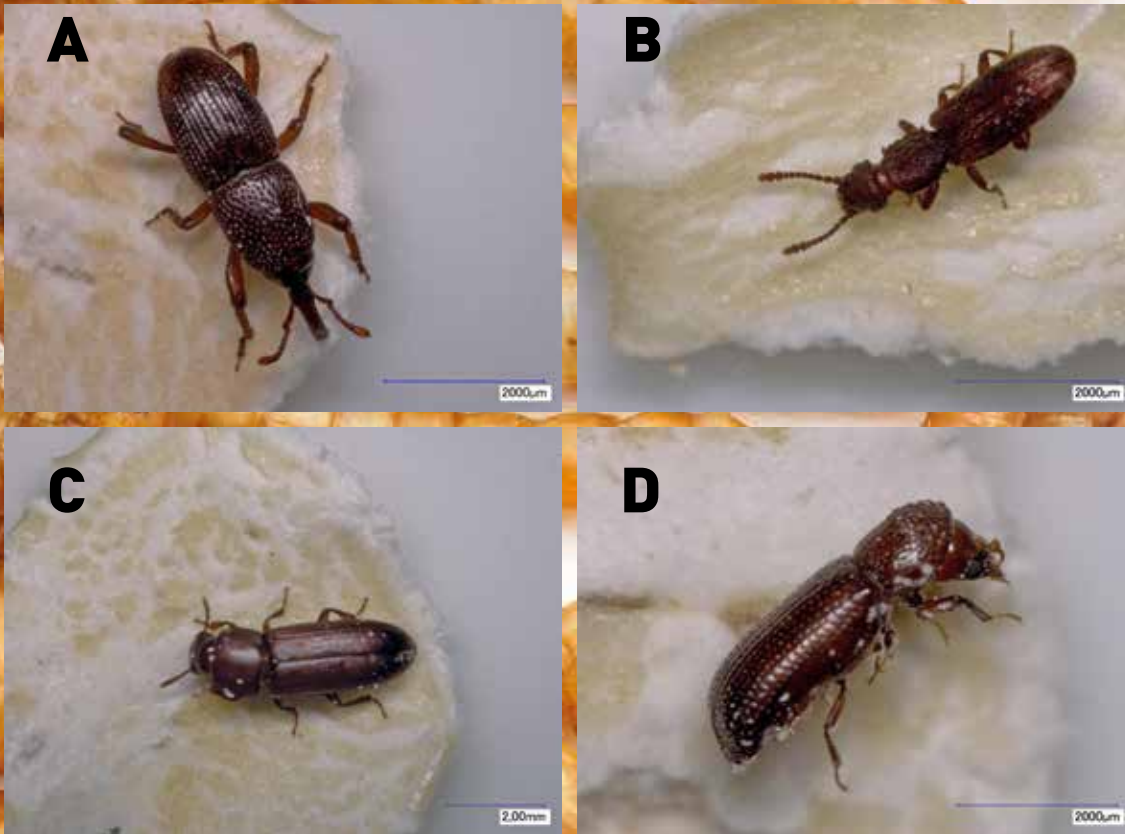


Abb. 1 **A** *Sitophilus granarius* (Kornkäfer), **B** *Oryzaephilus surinamensis* (Getreideplattkäfer), **C** *Tribolium castaneum* (rotbrauner Reismehlkäfer), **D** *Rhizopertha dominica* (Getreidekapuziner)

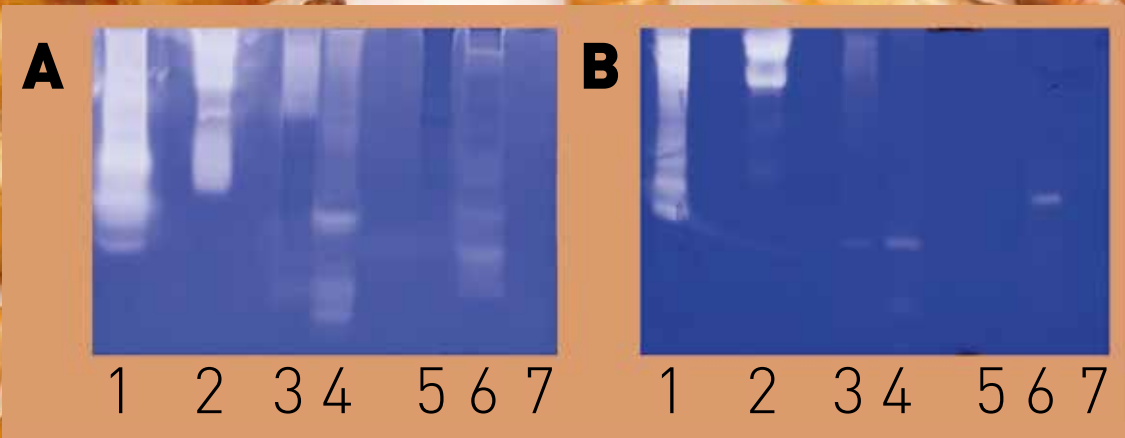


Abb. 2 Halbnative Zymogramme mit implementiertem Gluten (**A**) und Reisprotein (**B**) (nach [6]). Als Proben wurden aufgetragen
 1 = *R. dominica*
 2 = *O. surinamensis*
 3 = *T. molitor* (Larve)
 4 = *T. molitor* (adulte Käfer)
 5 = *S. granarius*
 6 = *A. diaperinus*
 7 = *T. castaneum*



Abb. 3 **A** *T. molitor*, adulte Käfer, **B** *T. molitor*, Larve.

Abbau von Gluten

Etwa 1% der Weltbevölkerung leidet am Krankheitsbild der Zöliakie, einer Glutenunverträglichkeit [2]. Auslöser ist das Getreideprotein Gluten, welches beispielsweise in Weizen, Gerste, Roggen oder Hafer vorkommt. Gluten ist reich an den Aminosäuren Prolin und Glutamin und daher nahezu resistent gegenüber einem proteolytischen Abbau im Gastrointestinaltrakt. Passieren die Gliadin- und Glutenin-Epitope die Darmschleimhaut, wird bei den Patienten eine unkontrollierte Immunantwort der T-Zellen ausgelöst. In Studien wurde gezeigt, dass bereits 100 mg Gluten bei Betroffenen massive Probleme hervorrufen können [3]. Typische Symptome zeigen die Patienten durch Mangelernährung, Durchfall und Wachstumsstörungen, sie sind demzufolge auf eine strenge Diät angewiesen. Während Erwachsene auf Produkte wie Nudeln, Brot oder auch Bier verzichten können, ist das Angebot an glutenfreier Babynahrung beschränkt.

Der partielle Abbau von Gluten bzw. zöliakierelevanten Peptiden wurde bereits in verschiedenen Forschungsansätzen gezeigt. So wurde z.B. durch Enzymextrakt aus dem Ascomyceten *Aspergillus niger* [4] oder aus gekeimtem Getreide [5] die Hydrolyse einiger Gliadin- und Glutenin-Epitope erreicht. Dennoch werden für einen kommerziellen Einsatz noch spezifischere und effizientere Peptidasen benötigt. Studien im Bereich der Insektenbiotechnologie haben kürzlich einen erfolgreichen Abbau von Gluten und Reisprotein durch Extrakte aus den Getreideschädlingen *Rhizopertha dominica*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Tenebrio molitor* (Larve und adulter Käfer) und *Alphitobius diaperinus* gezeigt (Abb. 2).

Neben der Fähigkeit zur Hydrolyse von Gluten und Reisprotein wurde in den Insektenextrakten, speziell im Fall von *R. dominica* und *O. surinamensis*, eine hohe prolyl-spezifische Peptidaseaktivität nachgewiesen [6]. Die typische Konfor-

mation vieler prolylspezifischer Peptidasen (PsP) verhindert einen Abbau von Peptiden mit einer Länge von mehr als 30 Aminosäuren. Prolinreiche Proteine, wie Gluten oder Collagen, sind somit effektiv vor einem proteolytischen Abbau geschützt [7]. Noch vor einigen Jahren waren lediglich PsP aus Tieren, Pflanzen und Bakterien bekannt. In den letzten Jahren hingegen wurden Pilze und v.a. auch Insekten als hochinteressante Quellen für PsP identifiziert, welche auch in der Lage sind, größere Peptide zu hydrolysieren. Der Mehlkäfer, *Tenebrio molitor* (Abb. 3), zählt dabei vermutlich aufgrund seiner Größe zu den am besten untersuchten Käfern. Verschiedene Studien belegten, dass die relevanten Verdauungsenzyme zur Hydrolyse proteinreicher Substrate hauptsächlich im Darm der Käferlarven lokalisiert sind [8].

Insekten als Nahrungsquelle

Neben dem Interesse an insekten-assoziierten Enzymen stehen die Insekten selbst als Nahrungs- und Futtermittel im Fokus aktueller Forschungsarbeiten. Die einfache Kultivierung der Insekten (geringer Wasserverbrauch, platzsparend, geringer Ausstoß an Treibhausgasen, Kultivierung auf Reststoffen, nahezu optimale Futterverwertung) spielt dabei eine ebenso große Rolle wie ihr vergleichsweise hoher Nährstoffgehalt. Beispielsweise zeigt das Fettsäurespektrum der Mehlwurmlarven einen hohen Gehalt an den ungesättigten Fettsäuren Ölsäure und Linolsäure, die zusammen einen Anteil von über 50% gemessen am Anteil aller Fettsäuren ausmachen. Daneben kann der Rohproteingehalt der Mehlwurmlarven bis zu zwei Drittel ihrer Trockenmasse betragen. In Zukunft werden daher Insekten als Alternative zu tierischen Lebensmitteln eine größere Rolle spielen.

→ holger.zorn@uni-giessen.de



Literatur

- [1] Mika, N. et al. (2013) *Adv Biochem Eng Biotechnol* 136, 1-17
- [2] Green, P. & Cellier, C. (2007) *N Engl J Med* 357, 1731-1743
- [3] Catassi, C. et al. (1993) *Gut* 34, 1515-1519
- [4] Edens, L. et al. (2005) *J Agric Food Chem* 53, 7950-7957
- [5] Geßendorfer, B. et al. (2011) *Eur Food Res Technol* 232, 205-209
- [6] Mika, N. et al. (2015) *Eur Food Res Technol* 240, 431-439
- [7] Gass, J & Khosla, C. (2007) *Cell Mol Life Sci* 64, 345-355
- [8] Vinokurov, KS. et al. (2006) *Comp Biochem Physiol B* 145, 126-137

Korea - Pharmaceutical Powerhouse of the Future



Why CPhI Korea 2016?

- 32.6% Increase in Exports:** Korea's annual pharmaceutical exports have increased by 32.6% last year
- 19% Increase in R&D Expenses:** 56 listed pharmaceutical companies in Korea have elevated R&D expenses by 19% last year
- US \$1.2 Billion Biosimilar Market:** Korea's biosimilar market is predicted to reach US \$1.2 billion by 2019 with a CAGR of 7.8%
- Global Healthcare Fund:** Korean government is actively supporting overseas clinical trials, M&A, and open innovation with a US \$150 million 'Global Healthcare Fund' investment



23 - 25 August 2016 • COEX • Seoul

Co-located with:



Register now: <http://gotocphi.com/korea2016>

Sponsored By:



Organised By:



Chemiefabrik auf sechs Beinen

Chemische Verteidigung bei Blattkäferlarven

Dr. Antje Burse und Prof. Dr. Wilhelm Boland

Abteilung für Bioorganische Chemie, Max-Planck-Institut für chemische Ökologie, Jena



©istockphoto / Henrik J.

Pflanzen bilden zur Abwehr von pflanzenfressenden Insekten eine Fülle von Naturstoffen. Viele Käferarten haben jedoch faszinierende Strategien entwickelt, mit diesen Substanzen umzugehen, und sich so Lebensräume geschaffen, die für andere Organismen nicht attraktiv sind. Weltmeister in dieser Disziplin sind die Blattkäfer (Chrysomelidae), die pflanzliche Metaboliten gezielt in ihr Wehrsystem importieren, die Substanzen umbauen und sie schließlich zur effektiven Abwehr von Fraßfeinden und Mikroorganismen einsetzen.



Chemische Abwehr durch Wirtspflanze bestimmt

Die Käfer (Coleoptera) sind mit über 350.000 Arten die weltweit größte Ordnung aus der Klasse der Insekten. Seit mehr als 240 Mio. Jahren nutzen Käfer Pflanzen als Nahrungsquelle, was zu einer wechselseitigen Anpassung führte und zur heutigen Artenvielfalt beider Organismengruppen beitrug [1]. Bei den im Verlaufe der Evolution stattfindenden Adaptationsprozessen spielten Naturstoffe (Sekundärmetabolite) eine entscheidende Rolle. Pflanzenfressende (phytophage) Käfer entwickelten verschiedene Taktiken im Umgang mit pflanzlichen Sekundärmetaboliten, wobei der Sequestrierung, d.h. der Aufnahme und Speicherung von Pflanzeninhaltsstoffen aus der Nahrung, eine wichtige Rolle zukommt. Vor allem innerhalb der Familie der Blattkäfer (Chrysomelidae) ist die Nutzung sequestrierter Verbindungen für die Abwehr von Fraßfeinden weit verbreitet. Häufig führt Sequestrierung zu einer Spezialisierung der jeweiligen Chrysomeliden-Art auf einen bestimmten Wirt und trägt infolge zur Koevolution von Pflanze und Konsument bei.

Innerhalb der Chrysomelidae sind viele Spezies bekannt, bei denen sich nicht nur die erwachsenen Käfer, sondern auch ihre Larven durch Pflanzeninhaltsstoffe schützen [2]. So besitzen die Larven des Subtribus Chrysomelina auf dem Rücken spezielle Drüsen, in denen solche Verbindungen gespeichert und bei Gefahr als Sekret abgesondert werden (Abb. 1). Die Sekrete sind eine Emulsion von hochkonzentrierten organischen Verbindungen in einer wässrigen Proteinmatrix.

Chrysomelina-Larven können die wirksamen Komponenten ihres Wehrsekretes entweder vollständig selbst herstellen (-Biosynthese) oder aus glucosidisch gebundenen Vorstufen der pflanzlichen Nahrung gewinnen (sequestrieren). Die Fähigkeit zur Sequestrierung entstand bei den Chrysomelina-Arten aus der ursprünglichen De-novo-Synthese von

cyclopentanoiden Monoterpenen (Abb. 2A) [2,3]. Durch die Aufnahme pflanzlicher Glucoside (z.B. Salicin aus Weide, Abb. 2B) gestaltet sich die Synthese von Abwehrsubstanzen ökonomischer, wobei die freigesetzte Glucose zusätzlich zur Energiegewinnung dienen kann.

Im Gegensatz zur Nutzung von nur einem einzigen Sekundärmetaboliten aus der Wirtspflanze – wie z.B. Salicin, das zu Salicylaldehyd umgesetzt wird – gibt es innerhalb der Chrysomelina-Gruppe Arten, die Glucoside verschiedenster Alkohole aufnehmen und mit autogen synthetisierten Carbonsäuren verestern. Dies führt zu mehr als 70 verschiedenen Verbindungen im Wehrsekret von *Chrysomela lapponica* (Abb. 2C).

Kombiniert man dieses entwicklungsgehistorische Szenario mit der jeweiligen Wirtspflanze, so können Stammbäume erstellt werden, die die wechselseitige Anpassung von Blattkäfern und Wirt widerspiegeln (Abb. 2D) [4].

Die Arten, die ihre Abwehrchemie selbst produzieren, sind in der Lage, unterschiedliche Wirtspflanzen zu nutzen, während die Sequestrierer (Salicin) ihre ökonomischere Biosynthese mit einer dauernden Bindung an Weidengewächse bezahlen. Diesen Engpass hat die höchstentwickelte Chrysomelina-Art (*C. lapponica*) wieder überwinden können, indem sie auf Weide oder Birke als Wirtspflanze leben kann [2]. Dadurch verändern sich allerdings die Komponenten des Abwehrsekretes, was sich auch auf das Spektrum der Fraßfeinde im neuen Lebensraum auswirken kann. Im Verlauf der Evolution müssen Sequestrierer sich also immer wieder mit der Wirkung neuer pflanzlicher Sekundärmetabolite auseinandersetzen.

Viele Wege zum aktiven Wehrsekret

Zunächst konnte gezeigt werden, dass Transportproteine den Import pflanzlicher Glucoside in die Larven vermitteln (Abb. 3) [3,6]. Mit der Nahrung aufgenommene hydrolyse-

stabile Analoga der natürlichen O-Glucoside (Thioglucoside) akkumulieren als intakte Moleküle im Reservoir der Wehrdrüse, sodass sie offensichtlich die Darmmembran und auch die Membran der Wehrdrüse ohne Veränderung passieren können [3]. Dies ist bei den hochpolaren Glucosiden ohne Transportproteine nicht möglich und erlaubt über eben diese Transporter eine gezielte Passage durch den Körper zur Wehrdrüse. Dabei sind selbst die ursprünglichen De-novo-Produzenten schon zur Sequestrierung imstande, wenn ihre Wirtspflanzen nur die richtigen Vorstufen enthalten [5]. Im Umkehrschluss bedeutet dies aber auch, dass in ihnen bereits das volle Instrumentarium, das zur Sequestrierung erforderlich ist, angelegt ist, was die Entwicklung in Richtung Sequestrierung erleichtert haben dürfte.

Hat ein Glucosid das Wehrsystem erreicht, wird zunächst der Zucker abgespalten. Das freigesetzte Aglycon wird weiter modifiziert, indem es zu Aldehyden oxidiert (Salicylaldehyd, Abb. 2B) oder mit aktivierten Carbonylverbindungen zu Estern (Abb. 2C) umgewandelt wird. Durch Kombination von Oxidation und Cyclisierung entsteht schließlich aus dem Glucosid des 8-Hydroxygeraniols das monoterpenoide Iridoid Chrysomelidial (Abb. 2A), das z.B. vom Meerrettichblattkäfer produziert wird [2].

Die heute lebenden Spezies belegen, dass ihre Transportproteine genau auf die jeweilig importierten Vorstufen abgestimmt sind. So importiert der Salicylaldehydproduzent *C. populi* nur das pflanzliche Salicin, während die Transportproteine von Iridoidproduzenten praktisch nur das Glucosid des 8-Hydroxygeraniols importieren (entweder aus De-novo-Synthese im Fettkörper oder aus Blattmaterial, das diese Vorstufe enthält, vergl. Abb. 2A) [3]. Aufnahme von Blattmaterial mit isopenmarkierten Vorstufen belegte den Einbau, sodass tatsächlich auch bei de-novo-produzierenden Arten schon die Fähigkeit zur Sequestrierung nachweisbar ist [5].

naturstoffe

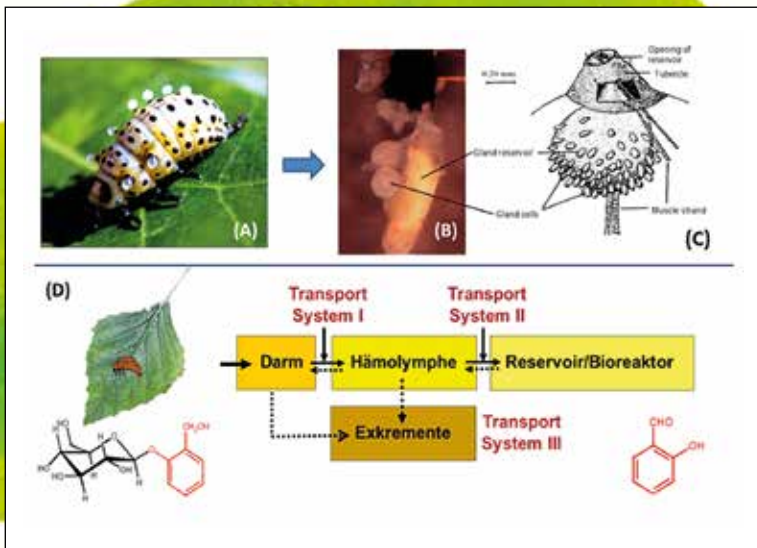


Abb. 1 Wehrsystem und Transportweg im Insekt. **A** Larve des Pappelblattkäfers (*Chrysomela populi*) in Abwehrstellung. **B** Reservoir mit anhängenden Drüsen, arbeitet als Bioreaktor. **C** Schematische Darstellung des Wehrsystems, das durch Muskelkontraktion die Wehrsubstanzen präsentieren kann. Ist die Gefahr vorüber, werden die kostbaren Tropfen wieder eingezogen. **D** Transportweg pflanzlicher Glucoside vom Blatt bis zum Wehrsystem.

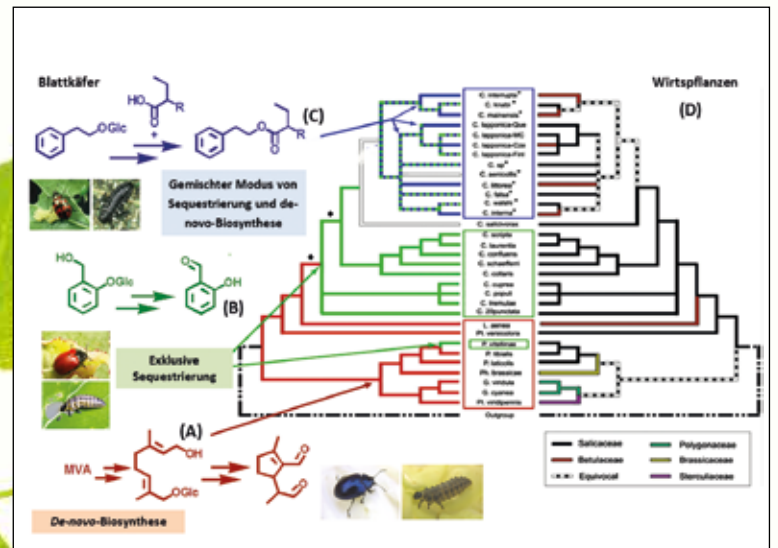


Abb. 2 Rekonstruktion der Phylogenie der Chrysomelina unter Berücksichtigung ihrer Wehrchemie und Wirtspflanzen. **A** Rot, autogene Biosynthese von Iridoiden (Chrysomelidial); **B** grün, Produktion von Salicylaldehyd aus Salicin (Sequestrierung aus Pflanzen der Salicaceae-Familie); **C** blau, Produktion von Esterverbindungen aus de-novo-synthetisierter Carbonsäure und sequestrierten, glucosidisch gebundenen Alkoholen; **D** Rekonstruktion der Phylogenie anhand mitochondrialer Kontrollsequenzen und Wirtspflanzenabhängigkeit [4].

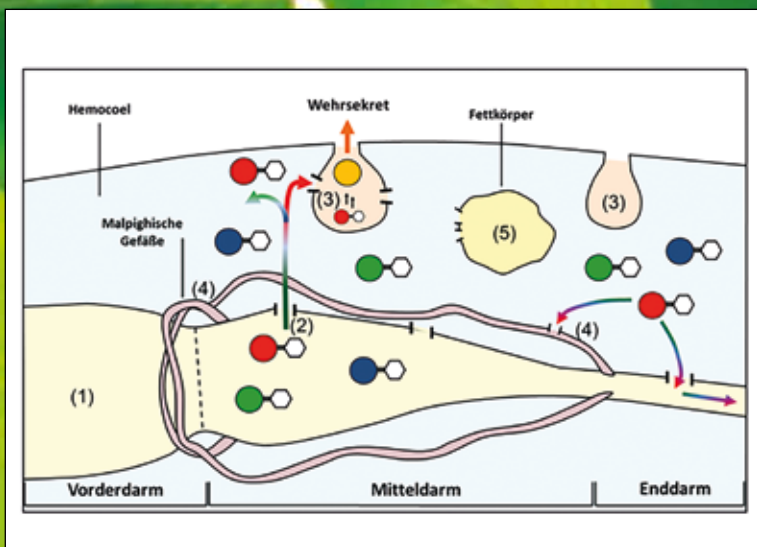


Abb. 3 Schematische Darstellung des Netzwerkes von Transportprozessen. Glucoside und ihre Aglyca gelangen mit der Nahrung in den Verdauungstrakt (1). Die glucosidisch gebundenen Substanzen passieren mit Hilfe von Transportproteinen die Darmmembran (2). Sie werden über die Hämolymphe entweder in die Wehrdrüsen transportiert (3), wo sie als Vorstufen zur Biosynthese der Wehrsubstanzen Verwendung finden, oder sie werden durch die Malpighischen Gefäße und den Enddarm wieder ausgeschieden (4). Aglyca können die Darmmembran vermutlich durch Diffusion passieren. Sie gelangen zunächst in den Fettkörper, wo sie mit einem Glucoserest versehen werden (5). So reglucosyliert können sie nun ebenfalls durch die spezifischen Transportmechanismen in die Wehrdrüse aufgenommen und in aktive Wehrsubstanzen umgewandelt oder auch ausgeschieden werden.



Abb. 4 Parasiteninduzierter Wirtspflanzenwechsel. Larven von *C. lapponica* auf Weide (*Salix*-Arten) produzieren Salicylaldehyd, der ggf. auf Parasiten (z.B. Larve der Schwebfliege *Parasyrphus nigritarsis*) attraktiv wirkt. Nach Wechsel auf Birke (*Betula*-Arten) als Wirtspflanze unterbleibt die Produktion des Salicylaldehyds.

Anpassung nach Wirtspflanzenwechsel

Obwohl es sich um recht komplexe und präzise kontrollierte Transportmechanismen und Biosyntheserouten handelt, zeigen Blattkäfer dennoch eine erstaunliche Plastizität in der Anpassung an Veränderungen in ihrer Umwelt. Die hochentwickelte *C. lapponica*-Art kann auf Weide und Birke als Wirtspflanze leben, produziert dann aber unterschiedliche Wehrsekrete [7]. Man postuliert, dass der Wirtspflanzenwechsel von Weide auf Birke durch massiven Parasitendruck ausgelöst wurde, bei dem der eigentlich der Verteidigung dienende Salicylaldehyd eine wichtige Rolle gespielt haben könnte. Diese stark riechende Verbindung könnte nämlich auch die Parasiten angelockt haben [9], denen *C. lapponica* nur durch einen Wirtspflanzenwechsel entkommen konnte (Abb. 4). Die betreffenden Birken und Weiden haben viele ähnliche Inhaltsstoffe, allerdings fehlt der Birke das Salicin und mithin kann der verräterische Salicylaldehyd mangels Substrat nicht mehr gebildet werden.

Die Anpassung ging aber weiter, indem die Birkenbewohner heute nur noch eine funktionslose Salicylaldehydoxidase besitzen, deren Produktion sie überdies auch noch stark heruntergefahren haben [8]. Da viele andere glucosidische Vorstufen in Weide und Birke ähnlich oder identisch sind, bleibt die Mehrzahl der defensiven Verbindungen trotz Wirtspflanzenwechsel identisch und damit die Abwehr funktionsfähig.

Solch ein modulares System, bestehend aus Transport/Import pflanzlicher Vorstufen und davon räumlich abgetrennter Weiterverarbeitung im Wehrsystem, gibt in gewissem Rahmen Flexibilität. Es macht es möglich, dass bei existenzieller Bedrohung Wirtspflanzen leichter gewechselt werden können, ohne dass der Schutz vor Fraßfeinden völlig verloren geht.

Die Studien an Chrysomelina-Käfern zeigen die Komplexität des Sequestrierungsprozesses, dessen Entwicklung Folgen für die Wechselwirkung der Arten in einem Lebensraum haben kann. Da die Sequestrierung von Glucosiden ein weit verbreitetes Phänomen im Tierreich ist, kann das Modell der Blattkäfer als wertvolles System zum Studium von Anpassung und Evolution bei Pflanzen und Insekten herangezogen werden.

→ [Boland@ice.mpg.de](mailto:boland@ice.mpg.de)



Wilhelm Boland, Jg. 1950, studierte Chemie und Biochemie (1969–1975) in Münster und Köln, promovierte 1978 an der Universität Köln und habilitierte 1987 für das Fach Biochemie. 1988 wurde er als C3-Professor für Organische Chemie an die Universität Karlsruhe berufen. Von 1994–1997 war er als Professor für Bioorganische Chemie an der Universität Bonn. Seit 1997 ist Prof. Boland Mitglied der Max-Planck-Gesellschaft und Direktor der Abteilung für Bioorganische Chemie am MPI für chemische Ökologie in Jena. Arbeitsgebiete: Induktion pflanzlicher Abwehr, Wehrchemie von Blattkäfern, Kontrolle von Mikrobiomen bei Insekten.

Antje Burse, Jg. 1973, studierte Biologie an der Friedrich-Schiller-Universität, Jena. Im Rahmen ihrer Doktorarbeit war sie am Max-Planck-Institut für Terrestrische Mikrobiologie, Marburg/Lahn, tätig und promovierte 2003 an der Philipps-Universität, Marburg/Lahn. Seitdem ist Dr. Burse Principal Investigator in der Abteilung von Prof. Dr. Wilhelm Boland, Max-Planck-Institut für chemische Ökologie, Jena. Mit der Forschung zur Evolution der pflanzenabhängigen Wehrsekretproduktion bei Blattkäfern habilitierte sie 2016 an der Friedrich-Schiller-Universität, Jena.

© Bild: Kerstin Ploss

Literatur

- [1] <https://de.wikipedia.org/wiki/Blattk%C3%A4fer> (Juni 2016)
- [2] Boland, W. (2015) *Perspectives in Science* 6, 38–48
- [3] Kubn, J. et al. (2004) *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 101, 13808–13813
- [4] Termonia, A. et al. (2001) *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 98, 3909–3914
- [5] Kunert, M. et al. (2008) *Insect Biochem. Mol. Biol.* 38, 895–904
- [6] Strauss, A. et al. (2013) *eLife* 2, e01096
- [7] Tolzin-Banasch, K. et al. (2011) *J. Chem. Ecol.* 37, 195–204
- [8] Kirsch, R. et al. (2011) *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 108, 4897–4901
- [9] Köpf, A. et al. (1997) *Ecol. Entomol.* 22, 176–183



Alkaloide: Theobromin und Coffein

Prof. Dr. Reinhard Matissek und Dr. Marion Raters

Theobromin und Coffein stellen 99% der Alkaloide des Kakaos dar. Kürzlich konnte gezeigt werden, dass durch das Verhältnis dieser beiden Alkaloide zueinander Rückschlüsse auf Herkunft und Qualität des Kakaos möglich sind.

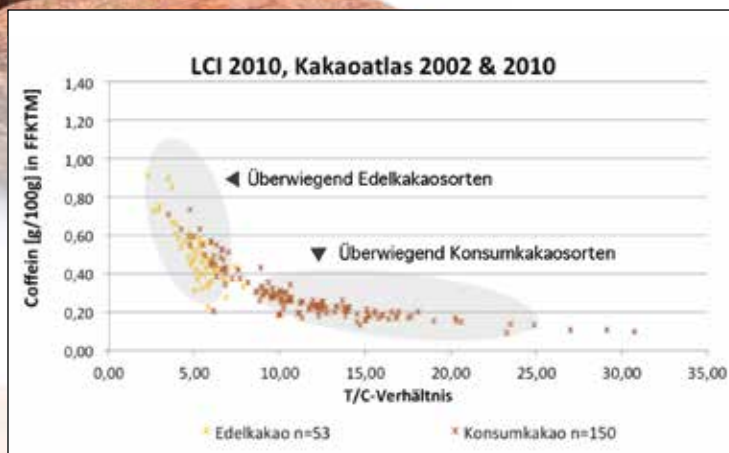
Der Alkaloid-Begriff

Der Begriff „Alkaloid“ setzt sich aus dem arabischen Wort al-qalya („die Pflanzenasche“) und dem griechischen -oides („ähnlich“) zusammen und bezeichnet organische, stickstoffhaltige Verbindungen natürlichen Ursprungs mit mehr oder weniger ausgeprägtem basischem Charakter. Erstmals wurde der Terminus „Alkaloid“ im Jahre 1819 von W. Meissner vorgeschlagen. Er definierte Alkaloide als alkalisch reagierende Pflanzenstoffe. In den darauffolgenden Jahrzehnten wurde diese Begriffserklärung bis zur heutigen Definition vielfältig abgewandelt und verändert. Zur Nomenklatur der Alkaloide werden häufig Trivialnamen verwendet, die sich oftmals vom systematischen Pflanzennamen der Pflanze ableiten, aus der sie zuerst extrahiert wurden. Eine andere Möglichkeit zur Benennung ist die systematische IUPAC-Nomenklatur.

Eine vielfältige Substanzgruppe

Groben Schätzungen zufolge existieren rund 10.000 verschiedene Alkaloide. Sie wurden nicht nur aus höheren Pflanzen isoliert, sondern finden sich auch in Mikroorganismen, Pilzen und Tieren wie z.B. Salamandern, Kröten und Fischen. Oftmals findet man strukturverwandte Alkaloide in sich nahestehenden Pflanzen. Ein Beispiel dafür sind Atropin und Scopolamin, die in Nachtschattengewächsen nachgewiesen wurden. Im Gegensatz dazu existieren auch Alkaloide, wie z.B. Nicotin,

Abb. 1 T/C-Verhältnisse, berechnet aus LCI- und Kakaoatlas 2002 & 2010-Ergebnissen [2, 3]



die in weit entfernten Pflanzenfamilien vorkommen. Alkaloide können in unterschiedlichen Teilen der Pflanze gebildet und akkumuliert werden.

Bisher ist weitgehend unbekannt, wieso Pflanzen Alkaloide bilden. Sie stellen für die Pflanze selbst keine lebensnotwendigen Verbindungen dar; ein Züchten der alkaloidfreien Form ist somit mittlerweile möglich. Jedoch scheinen die Alkaloide einigen Pflanzen als wirksames Mittel vor Fraßschutz oder als Vorstufe der Nicotinsäure, die in Form des NAD als Coenzym an zahlreichen Redoxreaktionen des Zellstoffwechsels beteiligt ist, zu dienen. Für den Menschen sind Alkaloide von vielfältiger Bedeutung. Zum einen haben viele Alkaloide eine toxische Wirkung auf den Menschen (z.B. Solanin). Zum anderen werden bestimmte Alkaloide auch aufgrund ihrer anregenden Wirkung genutzt, wie beispielsweise das in Kaffee, Kakao oder Guarana enthaltene Coffein. Missbräuchliche Verwendung finden Alkaloide in Form von Rauschmitteln, wie Morphin, Cocain oder den halluzinogenen Lysergsäure-Derivaten.

Kakaorelevante Alkaloide

Die Alkaloide des Kakaos (*Theobroma cacao L.*) setzen sich zu 99 % aus Theobromin und Coffein zusammen, wobei die Menge an Coffein im Kakao im Mittel nur ein Zehntel der Theobromin-Menge ausmacht.

Die beiden Alkaloide gehören – wie das im grünen Tee enthaltene Theophyllin – zur Gruppe der Methylxanthine und unterscheiden sich lediglich in Anzahl und Position der Methylgruppen. Bei den

Verbindungen handelt es sich um wasserlösliche Stoffe, die leicht bitter schmecken. Kakao wirkt im Vergleich zu Kaffee in geringerem Maße anregend, da die Menge an enthaltenem Coffein deutlich geringer ist. In einem LCI-Projekt konnte kürzlich gezeigt werden, dass durch das Verhältnis von Theobromin zu Coffein (T/C-Verhältnis) Rückschlüsse auf Herkunft und Qualität des Kakaos gezogen werden können. Bei sortenreinen Schokoladen kann somit festgestellt werden, ob es sich um ein Produkt aus Edelkakao oder aus Konsumkakao handelt (s. Abb. 1) [1].

Im LCI findet ein hochleistungschromatographisches (HPLC) Verfahren zur Bestimmung von Theobromin und Coffein in Kakao und Kakaoerzeugnissen Anwendung. Die Detektion erfolgt anschließend mittels UV-Detektor. Durch dieses Verfahren können Theobromin und Coffein selektiv quantifiziert und nicht nur, wie bei photometrischen Verfahren, als Summe der Methylxanthinderivate bestimmt werden. Der Gehalt an Coffein und Theobromin gilt als Bewertungsgrundlage für die Abschätzung des Kakaogehaltes von kakaohaltigen Erzeugnissen.

→ marion.raters@lci-koeln.de

Lebensmittelchemisches Institut (LCI) des Bundesverbandes der Deutschen Süßwarenindustrie e.V., Köln

Literatur

- [1] Raters, M. et al. (2013) *Lebensmittelchemie* 67: 165
- [2] Lieberei, R. et al. (2010) *„Kakaoatlas 2010“*
- [3] Lieberei, R. et al. (2002) *„Kakaoatlas 2002“*

Die LCI-Kolumne

In der Kolumne LCI-Fokus berichten Prof. Dr. Reinhard Matissek und Dr. Marion Raters über interessante Forschungsergebnisse aus dem LCI.



Dr. Marion Raters und Prof. Dr. Reinhard Matissek

27.-30. September 2016, Hamburg

46. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Immunologie (DGfi)

Vom 27.-30. September 2016 findet die 46. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Immunologie (DGfi) in Hamburg statt. Bei der internationalen Tagung präsentieren renommierte Wissenschaftler und Experten aus Wissenschaft, Industrie und staatlichen Organisationen aktuelle Ergebnisse der Grundlagenforschung und der translationalen immunologischen Forschung und diskutieren in Plenarsitzungen, Symposien und Workshops neue Erkenntnisse im gesamten Bereich der Immunologie.

Highlights der Tagung sind Plenarvorträge zur Infektionsimmunologie – der Analyse von Abwehrmechanismen des Immunsystems gegen virale, bakterielle und parasitäre Erreger –, zur Autoimmunität – der fehlerhaften Reaktion gegen körpereigene Moleküle – und zur Regulation der Immunantwort – der Abschaltung einer notwendigen oder überschießenden Immunreaktion. Im Zentrum der immunologischen Forschung stehen die molekulare Analyse von Krankheitsmustern und die Erforschung von Therapieoptionen für immunologisch bedingte Krankheiten.

Diskutiert werden aktuelle Erkenntnisse zur fehlerhaften Regulation des Immunsystems, das den Körper dann nicht mehr vor Infektionen, Tumoren und Autoimmunität schützt. Manche Organe haben besondere immunologische Eigenschaften, wie z.B. der Darm mit den zahlreichen

Bakterien, gegen die das Immunsystem ebenso wie gegen Nahrungsantigene nicht reagiert, die Lunge, die häufig bei systemischen Autoimmunerkrankungen mitbetroffen ist, das Nervensystem, das durch die Blut-Hirn-Schranke vom Immunsystem getrennt ist, oder die Leber, die eine immunprivilegierte Stellung im Organismus hat und nur selten von Autoimmunerkrankungen betroffen ist. Zu den Mechanismen dieser Immuntoleranz werden neue Studien vorgestellt, die zukünftig Therapieoptionen für Autoimmunerkrankungen darstellen können.

Ein weiterer wissenschaftlicher Schwerpunkt liegt auf Allergien, die seit Jahren zunehmen. Zahlreiche neue Ansätze zur Verbesserung von Diagnostik und spezifischer Immuntherapie zeigen erhebliche Fortschritte in der experimentellen und klinischen Allergologie, etwa mit einer auf das individuelle Patienten-Allergenprofil zugeschnittenen Immuntherapie. Ein weiteres wichtiges Tagungsthema ist neben der Klinischen Immunitätsforschung und der angeborenen Immunität gegen Erreger die Erforschung der fetomaternalen Immunologie mit neuen Untersuchungen zu Immuntoleranz und Schwangerschaft.

→ www.immunology-conference.de

rückblick

Turkish pharma grows by 15.6%, as CPhI Istanbul shares MENA trends and challenges for 2016



Key growth drivers for the MENA region were forecasted at CPhI Istanbul (June 1-3, 2016), with outsourcing, vaccine development and biotechnology emerging as major trends. Experts and C-level executives debated the region's major opportunities and challenges during the event. At the 'C Suite Meet Up' representatives from BI, Daiichi Sankyo, and industry bodies debated the overall picture of the pharma economy.

CPhI Istanbul, which attracted over 4465 leading executives, brought together hosted buyers from countries such as Jordan, Iran, Lebanon, India, Azerbaijan, Uzbekistan and Georgia, along with Turkish pharma companies for commercial discussions, knowledge sharing and analysis. And,

over the next 5-years, experts forecast that regional outsourcing will continue to accelerate as governments seek to have more medicine produced locally.

Hande Yılmaz, Marketing Manager, at CPhI Istanbul, added: "This year we have seen a notable increase in thought leaders and international companies attending at CPhI Istanbul. What is clear, is that if we can bring these regional players together, to debate the current challenges and meet new potential partners, we will see strong growth across the manufacturing base in Turkey and the wider MENA region".

→ www.cphi.com

b u c h v e r l o s u n g



Gewinnen mit labor&more

In der letzten Ausgabe hatten wir Ihnen in unserem Buchtipps „Auf den Spuren der Ameisen“ empfohlen. Nun verlosen wir unter allen Einsendungen per E-Mail mit dem Stichwort „Ameise“ jeweils eines von drei Exemplaren des Buches.

→ win@laborundmore.de

Einsendeschluss ist der 30. September 2016.

Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.



labor&more

Verlag
succidia AG i.L.
Verlag und Kommunikation
Rösslerstr. 88 · 64293 Darmstadt
Tel. +49 6151-360 56-0
Fax +49 6151-360 56-11
info@succidia.de · www.succidia.de

Herausgeber
Jörg Peter Matthes [JPM]¹

Wissenschaftlicher Direktor
Prof. Dr. Jürgen Brickmann [JB]²
brickmann@succidia.de

Redaktion
Kathrin Schneider [KS]³
schneider@laborundmore.de

Prof. Dr. Jürgen Brickmann [JB]
brickmann@succidia.de

Jörg Peter Matthes [JPM]
jpm@4t-da.de

Dr. Gerhard Schilling [GS]⁵
g.j.schilling@t-online.de

Wissenschaftliche Beratung
Dr. Gerhard Schilling [GS]
g.j.schilling@t-online.de

Anzeigenverkauf
Heiko Rothmann⁶
rothmann@succidia.de

Anzeigenverwaltung
Sophia Schwiderek⁷
anzeigen@succidia.de

Konzeption, Layout, Produktion
Heike Matthes⁴
matthes@4t-da.de

Wissenschaftlicher Beirat
Prof. Dr. Philippe A. Bopp
Department of Material Science and Engineering, School of Molecular Science and Engineering, Vidyasirimedhi Institute of Science and Technology (VISTEC), Rayong, Thailand

Prof. Dr. Horst Hahn
Geschäftsführender Direktor, Institut für Nanotechnologie, Karlsruher Institut für Technologie

Prof. Dr. Dr. h.c. Henning Hopf
Institut für Organische Chemie, Technische Universität Braunschweig

Prof. Dr. Rüdiger Kniep
Direktor Anorganische Chemie, Max-Planck-Institut für Chemische Physik fester Stoffe, Dresden

Prof. Dr. Paul G. Layer
Entwicklungsbiologie und Neurogenetik, Institut für Zoologie, Technische Universität Darmstadt

Prof. Dr. Reinhard Renneberg
Full Professor of Analytical Biotechnology Hong Kong University of Science and Technology (HKUST), Hongkong, China

12. Jahrgang – 10 Ausgaben p.a. + 4 internationale Ausgaben
z. Z. gilt die Anzeigenpreisliste 11/2015.

Preis
Einzelheft 15 €

Jahresabo (10 Ausgaben)
Deutschland: 115 € zzgl. 7% MwSt.

Ausland: 134,50 €

Heftbestellung
laborundmore@succidia.de

Druck
Frotscher Druck GmbH
Riedstraße 8 · 64293 Darmstadt
www.frotscher-druck.de

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur mit schriftlicher Genehmigung und Quellenangabe gestattet. Der Verlag hat das Recht, den redaktionellen Beitrag in unveränderter oder bearbeiteter Form für alle Zwecke, in allen Medien weiter zu nutzen. Für unverlangt eingesandte Bilder und Manuskripte übernehmen Verlag und Redaktion sowie die Agentur keinerlei Gewähr. Die namentlich gekennzeichneten Beiträge stehen in der Verantwortung des Autors.

ZKZ 75010
ISSN 1866-5217



Mitglied der Informationsgemeinschaft zur Feststellung der Verbreitung von Werbeträgern e. V. (IVW), Berlin

GOGREEN

Der CO₂-neutrale Versand mit der Deutschen Post



succidia
Verlag & Kommunikation

Zeitdiebstahl

von Heribert Offermanns

Die Zeit ist ein Geschenk! Wir können sie sinnvoll nutzen, sie nutzlos vertreiben oder auch Anderen stehlen! Eine Versicherung gegen Zeitdiebstahl gibt es nicht! Jeder muss sich selbst vor Dieben schützen!

Zeitdiebstahl ist mehr als das Klauen der Wochenzeitung „Die Zeit“ am Zeitungskiosk oder aus dem Briefkasten eines Abonnenten!

Bei Zeitdiebstahl gibt es z.B. arbeitsrechtlich – damit evtl. auch strafbar – vielfältige Formen:

- sog. Krankfeiern
- Arbeitszeitkontobetrug: Ein- und Ausstempeln durch Kollegen (Schichtarbeit und Gleitzeit), Angabe unwahrer geleisteter Arbeitsstunden
- Überziehen von Pausen: zu früher Pausenbeginn und/oder zu spätes Pausenende; mehr Pausen als zugestanden
- Nutzung der Arbeitszeit für persönliche Angelegenheiten: private Telefonate, privater Schriftverkehr (private E-Mails etc.)
- Internetnutzung/Nutzung arbeitgeberseitiger Technologien: Internetrecherchen, Verfassen/Entwerfen/Senden/Empfangen/Lesen von privaten Texten während der Arbeitszeit

„Es gibt Diebe, die nicht bestraft werden und dem Menschen doch das Kostbarste stehlen: Die Zeit“. Napoleon Bon aparte

Sehr weit verbreitet ist dieser straffreie Diebstahl von Zeit im privaten und beruflichen Bereich: Durch schlechte Organisation in Arztpraxen und Krankenhäusern entstehen ärgerliche, unnötige Wartezeiten. Durch die Liberalisierung des Arbeitsmarktes, durch die Privatisierung auf dem Verkehrs- und Logistiksektor und durch die weitgehende Möglichkeit zu streiken wird ein gigantischer Zeitdiebstahl bei öffentlichen Verkehrsmitteln und bei der Post verursacht. Besonders ärgerlich ist auch der Zeitdiebstahl von sog. „Hotlines“. Jeder kennt die Tonbandansage: „Leider befinden sich alle unsere Mitarbeiter im Kundengespräch; haben Sie bitte etwas Geduld!“

Auch bei Sendungen, insbesondere der öffentlichen TV-Sender, wird durch Werbeunterbrechung – bei Anschwellen der Lautstärke! – den Zuschauern viel Freizeit gestohlen.

Findet man den gewünschten Artikel in einem Supermarkt bereits kurz nach Eintritt im Regal, muss man den Weg durch ein Labyrinth finden, um an die Kasse und zum Ausgang zu gelangen. Auf dem Marsch soll man zu weiteren, nicht geplanten Einkäufen verführt werden.

Bei der Bezahlung mit Scheck- oder Kreditkarten geht durch Pin-Eingabe oder Unterschrift oft mehr Zeit verloren als bei Barzahlung. Und durch die idiotischen IBAN-Nummern mit 20 Ziffern steigt das Tippfehlerpotenzial an und es wird Zeit verbraucht.

Auch im Verkehrssektor wird durch unnötige Verkehrsschilder, wenig intelligente Ampelschaltung u.ä. viel Zeit gestohlen. Notwendige Brücken, Tunnels und Umgehungsstraßen werden von „Umweltschützern“ verhindert. Tausende stehen jeden Werktag z.B. im Stau in Frankfurt, wo die Autobahn A66 unterbrochen ist und an einer Ampel endet, da der „Riederwaldtunnel“ – seit 35 Jahren geplant und von Umweltschützern bekämpft – jetzt 2022 eröffnet werden soll. Die Umwelt wird verpestet und die im Stau Stehenden sind gestresst, ihnen wird Zeit gestohlen!

Eklatante Beispiele sind auch das Lesen der Gebrauchsanweisungen von Geräten im privaten Bereich oder das Ausfüllen von Formularen (z.B. Steuererklärungen). Durch „Overengineering“ und Perfektionismus werden Benutzer von Navigationssystemen und elektronischen Geräten verwirrt und brauchen mehr Zeit zur gewünschten Nutzung. Viel Zeit wird zum Fenster hinausgeworfen, wie Salvator Dali es in einem seiner Bilder trefflich festgehalten hat. Das Besprechungs- und Konferenzwesen schießt ins Kraut; hier wird Zeitdiebstahl zum Element der Unternehmenskultur! „Is it really possible that none of you know why we are meeting here today?“

Viele Controller in Unternehmen stehlen Forschern die Zeit, weil sie sie permanent aufordern, ihre Daseinsberechtigung zu belegen und ihnen zu erklären, was sie eh nicht verstehen.

1973 erschien Michael Endes Buch Momo. Der Titel bezeichnet die Hauptperson, der Untertitel lautet: Die seltsame Geschichte von den Zeitdieben und von dem Kind, das den Menschen die gestohlene Zeit zurückbrachte. – Leider nur eine Parabel!

Hoffentlich war das Lesen der Glosse kein Zeitdiebstahl!

→ heppoff@gmx.de



©Istockphoto.com | thorbjorn166

was es alles gibt



Revolutionäre manuelle Einkanalpipette

INTEGRA gibt die Einführung der Einkanalversion ihrer innovativen Produktreihe manueller EVOLVE Pipetten bekannt.

Anders als bei herkömmlichen Pipetten, die einen einzigen Drehkolben zur Volumeneinstellung verwenden, verfügen die EVOLVE Pipetten über drei verstellbare Anzeigen zur Einstellung des Volumens. Die Volumenanzeige lässt sich durch einen einfachen Druck und darauffolgendes Drehen des Kolbens entsperren. Nun können die drei Volumenanzeigen frei auf das gewünschte Volumen eingestellt werden. Dank dieses neuartigen Konzepts kann der Benutzer die Volumina um bis zu zehnmals schneller einstellen.

Die EVOLVE Einkanalpipetten decken einen Volumenbereich von 0,2 – 5,000 μl ab. Sie sind federleicht, liegen perfekt in der Hand und verbessern den Bedienkomfort und die Produktivität selbst bei längeren Pipettiervorgängen.

Die manuellen Pipetten EVOLVE sind für das breite Angebot an GripTip Pipettenspitzen von INTEGRA optimiert. Die GripTip Pipettenspitzen schnappen mit sehr geringer Spitzenaufnahmekraft ein und sorgen für eine sichere Verbindung. Mit GripTips gehören abfallende Pipettenspitzen der Vergangenheit an. Sie sind perfekt ausgerichtet und sorgen für höchste Genauigkeit und Präzision.

Der neue lineare Pipettenständer von INTEGRA kann bis zu 13 EVOLVE Pipetten aufnehmen. Der Benutzer kann bis zu vier Lade-/Kommunikationsstationen hinzufügen und den INTEGRA Pipettenständer auf diese Weise in eine Ladevorrichtung für elektronische Pipetten von INTEGRA verwandeln.

www.integra-biosciences.com



Preisgünstiger Kühler für das Labor

Der Umwälzkühler HTS-PS1 von Huber Kältemaschinenbau ist eine äußerst preisgünstige und kompakte Kühllösung für das Labor. Typische Anwendungen sind die Abführung von Prozesswärme oder die Temperierung von Peltier-Elementen und Bioreaktoren. Der Luft-Wasser-Kühler besitzt keine aktive Kältemaschine, sondern stellt über einen Luftwärmetauscher einen zirkulierenden Kühlwasserkreislauf zur Verfügung. Da kein Kältekompressor vorhanden ist, arbeitet das Gerät wartungsfrei und sehr leise und ist zudem sehr einfach zu installieren. Das Gerät bietet eine Kühlleistung von bis zu 0,8 kW, abhängig von der Temperaturdifferenz zwischen Umgebung und Rücklauf. Die Umwälzpumpe erreicht einen Förderstrom bis 8 l/min und eine Druckleistung von 0,2 bar. Der Kühler kann bei Temperaturen von +5 bis +80 °C eingesetzt werden und ist mit einem Listenpreis von nur 1.090 EUR zudem äußerst budget-freundlich.

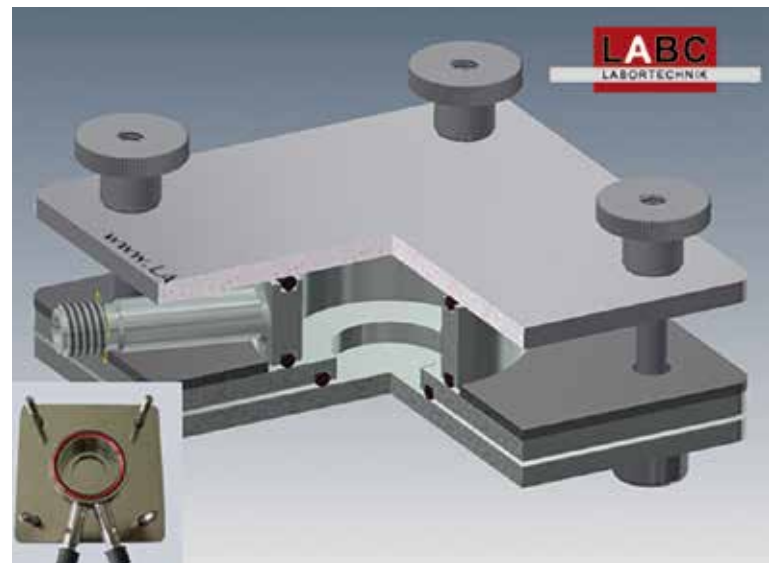
www.huber-online.com



Neuer Adapter für 5 ml Single-Use Tubes

Mit dem neuen Adapter für 5 ml Eppendorf-Tubes hat RETSCH die Palette der Anwendungsmöglichkeiten der Schwingmühle MM 400 erweitert. Probenmaterialien wie Zellsuspensionen, zähe Sekrete oder Gewebestücke mit Volumina bis ca. 3 ml (inkl. Puffer) können nun in einem Schritt, d.h. ohne vorherige Aufteilung, in Single-Use-Gefäßen homogenisiert werden. Damit entfallen potenzielle Kontaminationsquellen und Reinigungsschritte, was den Arbeitsalltag im Labor erleichtert, die Qualität der Probenvorbereitung aber nicht beeinträchtigt. Die Schwingmühle MM 400 ist ein vielseitiges Tischgerät, welches speziell für die Trocken-, Nass- und Kryogenvermahlung kleiner Probenmengen entwickelt wurde.

www.retsch.de



Verkleinerungsplatte „Sieg-Mi-Flex“ für die Edelstahlmigrationszelle

Unser Edelstahlmigrationszellen System „Sieg-Mi-Flex“ wurde um eine Verkleinerungsplatte erweitert. Die Verkleinerungsplatte kann sowohl bei 1-seitigen als auch bei 2-seitigen Messungen eingesetzt werden. Auf Wunsch bieten wir sie Ihnen in verschiedenen Größen an.

Die Migrationszelle „Sieg-Mi-Flex“ nach Norm EN 1186-1 und der EU-Verordnung 1935/2004 + 10/2011 vereinfacht die Probenvorbereitung im Umgang mit der Migrationsanalytik und wird zur Messung von niedermolekularen Substanzen und anschließender analytischer Quantifizierung eingesetzt. Fragen Sie uns!

www.labc.de



Schnellere Lösemittelextraktion in der Mikrowelle

Das Discover SP-X Mikrowellen-Extraktionssystem ist das Einsteiger-System für Labore mit geringem bis mittlerem Probenaufkommen. Ein sequenzielles System, das mit Autosamplern für die automatisierte Extraktion von bis zu 96 Proben eingesetzt werden kann. Mit ihm wird die Probenvorbereitungszeit von Tagen auf Minuten verkürzt. Die mikrowellenbeschleunigte Lösemittelextraktion ist eine bewährte Technik zur Extraktion fester und pastöser Proben. Die Discover SP-X Extraktionssysteme setzen einfach bedienbare Glasgefäße mit Schnappdeckeln bei erhöhter Temperatur und Druck in Kombination mit gebräuchlichen Lösemitteln ein und steigern damit die Effizienz des Extraktionsprozesses. Eine Folge davon sind kürzere Extraktionszeiten und ein deutlich geringerer Lösemittelverbrauch. Die Temperatur im Extraktionsgefäß wird genau überwacht und liefert die hervorragende Reproduzierbarkeit. Mit den Autosamplern ergibt sich ein hoher Grad an Automatisierung und erhöht so die Produktivität des Labors.

www.cem.de



Arbeiten Sie im Bereich der Life Sciences?

Reisen Sie nach Basel in die Schweiz und besuchen Sie die ILMAC. Vom 19.–23. September 2016 trifft sich die Branche im Life Science Cluster der trinationalen Region Basel, Süddeutschland und Elsass. Die Messe Basel ist mit der Deutschen Bahn gut erreichbar und liegt nur fünf Gehminuten vom Badischen Bahnhof entfernt.

Nutzen Sie die Chance und verschaffen Sie sich an der einzigen Schweizer Fachmesse für Prozess- und Labortechnologie in nur einem Tag einen umfassenden Überblick zu aktuellen Produkten, Anlagen und Fachthemen.

Erleben Sie neben dem Angebot der Aussteller weitere Highlights wie Cleanroom Control, LabTec4.0, ILMAC Forum, Lunch&Learn Sessions, ILMAC Networking Event & Party.

www.ilmac.ch

CORIO™ CD-900F – das neue Kältethermostat mit einer Vielzahl an Vorteilen

Das neue Kältethermostat CORIO CD-900F deckt den Temperaturbereich von -40 °C bis $+150\text{ °C}$ ab und besitzt eine Kühlleistung von $0,9\text{ kW}$ bei 20 °C , die Pumpenleistung beträgt 15 l/min und $0,35\text{ bar}$.

Das CORIO CD-900F arbeitet sehr leise, das helle, stark beleuchtete Display kann auch aus größeren Entfernungen sehr gut abgelesen werden.

Kältethermostate der CORIO-Reihe sind mit unterschiedlichen Badgrößen erhältlich. Darüber hinaus beinhaltet die CORIO-Linie auch Einhängethermostate und Wärmethermostate mit offenen oder geschlossenen Bädern sowohl für interne als auch interne/externe Anwendungen.

www.julabo.com



Hochtemperatur-GPC für die Polymeranalytik

EcoSEC-HT, ein Hochtemperatursystem für die GPC/SEC Analyse von technischen Kunststoffen, bietet eine stabile Temperierung bis 220 °C , Autoinjektor, Pumpe und als integrierten Standarddetektor einen außergewöhnlich basisliniestabilen Brechungsindexdetektor mit eigener Temperaturkontrolle. Passend zum EcoSEC-HT sind Gelpermeationschromatographiesäulen für unterschiedliche Molmassenbereiche erhältlich. Das Hochtemperatursystem ergänzt die bewährten Lösungen für die Polymeranalytik wie das EcoSEC Kompaktsystem und die breite Palette an TSKgel GPC Säulen für konventionelle und semi-mikro GPC.

www.ecosec.eu

das Allerletzte

Luxuspur

Die richtige Frisur hat ihren Preis: Der Luxus-Coiffeur von Jennifer Aniston begleitete sie First Class im Flieger – 16.000 Euro. Übernachtung im selben Hotel: 11.200 Euro. Tagessatz als Friseur ca. 1.600 Euro.
Die Bilanz: Über 28.000 Euro musste Jennifer Aniston hinlegen, dass ihre Haare den natürlichsten Look der Welt bekommen.

Quelle: fem.com



„In der Tat...“ – wenn Telly gewusst hätte, wie Dr. Adolf Klenk ihm hätte helfen können...



WER SCHON SEIN WILL, MUSS LEIDEN

In der Antike ließ man sich einiges einfallen. Farben für die Haare erhielt man z.B. aus in siedenden Öl gekochtem Blut einer schwarzen Kuh oder dem Hals des Gagbu-Vogels. Dies ließ graues Haar wieder pechschwarz werden. Die alten Römer färbten ihre Haare u.a. mit einem Rezept aus Blutegel, reinem Essig und Pflanzenteilen, die allesamt 60 Tage ziehen mussten.

Blondinen bevorzugt

Römerinnen standen in arger Konkurrenz zu den blonden Germaninnen. Blond galt schon damals als sexy. Doch ein gallisches Blondiermittel aus Buchenasche, Seife und Quittensaft ließ die Haare nach dieser Prozedur oft ausfallen. Blonde Perücken aus Echthaar waren die Lösung: germanische Sklavinnen mussten dafür herhalten.

Chemie sei Dank

Die Wende kam in der Renaissance: Die aufblühende Naturwissenschaft beschäftigte sich mit dem Phänomen Farbe und erste Rottöne wie Tizian wurden kreiert. Eugenie, Napoleons Frau, wurde mit ihren rotblonden Haaren Europas Trendsetterin im 19. Jahrhundert. Frankreichs best gehütetes Geheimnis war das Rezept ihrer Haarfarbe. Auch damals schon gab es Fertigprodukte – eine Paste aus Magnesia-Bisulfat und Kalk. Dass die Haare mitsamt Kopfhaut und Gehirn weggebrannt werden könnten, störte anscheinend niemanden. Später trugen englische Frauen eine Mischung aus Gold, Arsen oder Cadmium auf, um goldenes Haar zu erzielen – oft auch mit tödlicher Wirkung.

Allein der Glaube...

Eisenüberschuss soll dunkles Haar entstehen lassen, und man kann es im Körper mit Säure quasi neutralisieren und – schwupps – die Haare sind hell. Dieses hochgiftige Gemisch aus Wasser und einer Unze Oxalsäure sollte man so oft verwenden, „bis die Säure anfängt, die Haut anzugreifen“.

Erfindergeist

Ende des 19. Anfang des 20. Jahrhunderts kamen die ersten industriell hergestellten synthetischen Farben auf den Markt, die als Oxidant Wasserstoffperoxid beinhalteten. Zu dieser Zeit unternahm man auch erste Blondiersversuche mit H₂O₂.

Blond. Blonder. Am blondesten.

In den Zwanziger- und Dreißigerjahren hatten die „Wasserstoffblondinen“ wie Lilian Harvey oder Jean Harlow Hochkonjunktur.

Quelle: friseur-fragen.de

Friseur: Möchten Sie die Stirnlocke behalten? Ja, auf jeden Fall! Gut - schnipp - dann pack ich sie Ihnen ein.



Im antiken Griechenland mussten Frauen mit unordentlichen Haaren mit einer Geldstrafe rechnen!

1 Bertusconi 2 De Gaulle 3 Erdogan 4 Gysi 5 JF Kennedy 6 Johnson 7 Klipp 8 Merkel 9 Putin 10 Queen E. 11 Seeboer 12 Thatcher 13 Trump 14 Brand

NEU
schneller
feiner
kühler
Emax

Die Revolution in der Feinzerkleinerung

Die maximale Drehzahl von 2000 rpm, die innovative Wasserkühlung und das neuartige Mahlbecherdesign sorgen bei der **Hochleistungs-Kugelmühle Emax** für kurze Mahldauern und exzellente Mahlergebnisse bis in den Nanometerbereich. Ideal für den Einsatz in der Materialforschung und das mechanische Legieren.

www.retsch.de/emax

part of **VERDER**
scientific

Engaging students.

ZEISS Primo Star

// INSPIRATION
MADE BY ZEISS

**Robust, user-friendly, and affordable:
The right microscope for educators and students alike**

ZEISS Primo Star is your classroom microscope especially suited to educational settings. It is designed for long-term use and extreme durability. And so easy to use that your students will spend their time learning, not fiddling with technology.

www.zeiss.com/primostar

