



Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung
(Pflanzliche Nahrungsmittel)
DGQ e.V.

43. Vortragstagung

Qualität durch Vielfalt –
Biodiversität als Basis für hochwertige
pflanzliche Rohstoffe

17. - 18. März 2008
in Quedlinburg

43. Vortragstagung,
Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung
(Pflanzliche Nahrungsmittel) e.V.

Wissenschaftliche Leitung

Dr. H. Schulz, Quedlinburg, Präsident

Prof. Dr. H. Bergmann, Jena

Dr. E. Höhn, Wädenswil

Prof. Dr. G. Rimbach, Kiel

Prof. Dr. B. Tauscher, Karlsruhe

Dr. U. Tietz, Potsdam

Prof. Dr. D. Treutter, Freising-Weihenstephan

Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung (Pflanzliche Nahrungsmittel) e.V.
Geschäftsstelle c/o Institut für ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz
Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesinstitut für Kulturpflanzen
Erwin-Baur-Str. 27
D-06484 Quedlinburg

Inhalt

Vorträge

Erhalt und Nutzbarmachung genetischer Diversität in <i>ex situ</i> Genbanken <i>A. Börner und U. Lohwasser</i>	1
Genetisch verankerte Vielfalt und Qualität bei Einkorn, Emmer und Dinkel <i>S. Seling und K. Münzing</i>	3
Diversität der Aromamuster in Erdbeeren <i>D. Ulrich und K. Olbricht</i>	5
Variabilität „gesundheitlich relevanter“ Inhaltsstoffe in ausgewählten Kulturpflanzenarten <i>W. Schütze</i>	6
Wertschöpfungskette vom pflanzlichen Rohstoff bis zu gesunden funktionellen Produktentwicklungen <i>V. Heinz, H. Wackerbarth</i>	8
Ist Biodiversität für die Optimierung der Qualität von pflanzlichen Rohstoffen förderlicher als Verarbeitungstechnologie und GMP? <i>L. Kabelitz</i>	9
Schwarze Karotten als Quelle stabiler Anthocyane für die Lebensmittelfärbung <i>D. R. Kammerer, A. Schieber, R. Carle</i>	11
Ökologische und agronomische Vorteile der Vielfalt <i>U. Niggli</i>	13
Anbau und Analyse anthocyanhaltiger, blauer Kartoffelsorten im Hinblick auf Ertragspotential und gesundheitlichem Zusatznutzen <i>B. Hüsing, D. Trautz, U. Schliephake, M. E. Herrmann</i>	16
Einfluss der Schwefel-Spätdüngung auf das Proteinstmuster zweier A-Weizensorten mit unterschiedlichem Backpotenzial <i>C. Zörb, D. Steinfurth, S. Seling, G. Langenkämper, P. Köhler, M.G. Lindhaue und K.H. Mühling</i>	19
Isothiocyanatkonzentration in verschiedenen Pflanzenarten unter besonderer Berücksichtigung der N- und S-Ernährung <i>J. Gerendás und K. H. Mühling</i>	21
Zusammenhang zwischen Nahrungsfaktoren und genetischer Prädisposition bei der Neurodegeneration <i>P. Hübbe</i>	23
Globaler und regionaler Klimawandel: mögliche Folgen für pflanzliche Produktionssysteme <i>H.J. Weigel</i>	25
Does elevated atmospheric CO ₂ allow for sufficient crop quality in the future? <i>P. Högy, H. Wieser, P. Köhler, K. Schwadorf; J. Breuer, M. Erbs, S. Webe, A. Fangmeier</i>	27
Heimische Brotgetreidequalität bei Dürre- und Hitzestress <i>K. Münzing, S. Seling</i>	29

Ist die Verbrennung von Getreide zur Energiegewinnung ethisch vertretbar? <i>H. J. Buckenhüskes</i>	32
Effect of ascorbigen on oxidant induced cell death and expression of the phase II enzymes NQO1 and GST in human keratinocytes <i>A. E. Wagner, G. Rimbach</i>	34
Traubenschalen und – kerne als Quelle für die Gewinnung phenolischer Antioxidantien <i>T. Maier, D. R. Kammerer, A. Schiebe, R. Carle</i>	35
Striking a new path for conservation of crop genetic resources: First results of a pilot project to re-introduce old <i>Lactuca</i> varieties into the market <i>C. Lehmann, G. Lissek-Wolf, R. Vögel and S. Huyskens-Keil</i>	37
 Poster	
Vielfalt und Verarmung - Die Anthocyane der Sauerkirsche, <i>Prunus cerasus</i> L. <i>E. Hoberg, M. Schuster</i>	39
Identification of phenolic compounds in sainfoin (<i>Onobrychis viciifolia</i>) <i>I. Regos, D. Treutter</i>	41
Rapid discrimination of different buchu chemotypes applying various mid-infrared and Raman spectroscopy methods <i>H. Schulz, M. Manley, R. Quilltitzsch, E. Joubert</i>	43
Schnellbestimmung von Komponenten des ätherischen Öls von Petersilie mittels Diamant-ATR-Infrarotspektroskopie <i>R. Quilltitzsch, H. Krüger, F. Marthe, U. Lohwasser</i>	45
Beiträge zur Charakterisierung der genetischen Variabilität in Petersilie (<i>Petroselinum crispum</i>) <i>T. Struckmeyer, H. Budahn, D. Ulrich, U. Lohwasser, H. Krüger, E. Hoberg, O. Schrader, A. Börner, F. Marthe</i>	47
Evaluierung einer Knoblauch-Kollektion aus der Bundeszentralen Kulturpflanzenbank hinsichtlich der Cysteinsulfoxidgehalte <i>H. Schulz, Ch. Zanke, E. R. J. Keller</i>	49
Preservation of biodiversity of chosen Egyptian medicinal plants by <i>in vitro</i> culture <i>S. H. Khattab , W. D. Ibenthal</i>	51
Untersuchungen zur Saisonalität des Salicylat- und Phenolglykosidgehaltes in der Rinde von drei <i>Salix</i> -Arten <i>N. Förster, C. Ulrichs, M. Zander, R. Kätzel, I. Mewis</i>	53
Untersuchungen zur PPAR- γ -aktivierenden Wirkung von Polyphenolen <i>E. A. Schrader, I. Ernst, E. A. Wagner, K. Kristiansen, G. Rimbach, S. Wolffram</i>	55
Soluble phenols in wild and cultivated potato species and cultivars: A comparative evaluation <i>C. B. Wegener, G. Jansen</i>	56
Impact of glucosinolate structure on the behavior of the crucifer pest <i>Phaedon cochleariae</i> (F.) <i>M. M. Uddin, Ch. Ulrichs, J. G. Tokuhisa, I. Mewis</i>	58

Untersuchungen zum Glucosinolatmuster in chinesischem Kohlgemüse <i>X. Chen, Z. Zhu, N. Zimmermann, J. Gerendás</i>	60
Umweltvariabilität des Vicin-/Convicingehaltes in Ackerbohnen (<i>Vicia faba L.</i>) <i>C. Balko, M. Tobien</i>	62
Einfluss der Schwefel-Spätdüngung auf das Proteinmuster zweier A-Weizensorten mit unterschiedlichem Backpotenzial <i>C. Zörb, D. Steinfurth, S. Seling, G. Langenkämper, P. Köhler, M. G. Lindhauer, K. H. Mühling</i>	64
Austriebsverhalten verschiedener Zwiebelsorten <i>G. Buefler</i>	66
A new EU project for better maintenance of the garlic and shallot diversity in Europe <i>Ch. D. Zanke, D. Fischer, E. R. J. Keller</i>	68
Wirkung erhöhter CO ₂ -Konzentrationen auf Protein- und Stärkegehalt bei verschiedenen Getreidearten und -sorten <i>R. Manderscheid, G. Jansen, H.-J. Weigel</i>	71
Auswirkungen erhöhter CO ₂ -Konzentrationen auf die Protein-Zusammensetzung von Weizen <i>H. Wieser, R. Manderscheid, M. Erbs, H.-J. Weigel</i>	74
Verbesserung der Pflanzenqualität durch gentechnische Veränderung - Beispiele und Nachweismöglichkeiten - <i>S. Domey, J. Büchner</i>	76
Untersuchungen zur Variabilität des Alkaloidgehalts im Schlafmohn (<i>Papaver somniferum L.</i>) <i>U. Lohwasser, A. Dittbrenner, H.-P. Mock, A. Börner</i>	78
Variabilität aliphatischer Glucosinolate in <i>Arabidopsis thaliana</i> (L.) – Auswirkungen auf das Glucosinolatprofil und die Insektenresistenz <i>F. Rohr, Ch. Ulrichs, J. Gershenzon, I. Mewis</i>	80



Erhalt und Nutzbarmachung genetischer Diversität in *ex situ* Genbanken

Andreas Börner und Ulrike Lohwasser

Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK),
Corrensstraße 3, D-06466 Gatersleben, Deutschland

Einer Schätzung der FAO zufolge lagern in Genbanken weltweit mehr als 6 Millionen Akzessionen pflanzengenetischer Ressourcen. Eine der größten Genbanken weltweit befindet sich am Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK) in Gatersleben. Nach der Zusammenführung mit den Sortimenten der ehemaligen BAZ Braunschweig werden dort insgesamt 148.000 Muster aufbewahrt. Das gelagerte Pflanzenmaterial stammt von Sammelexpeditionen, welche seit Beginn der Zwanziger Jahre des letzten Jahrhunderts bis heute in vielen Regionen der Erde durchgeführt wurden. Als Beispiele seien zu nennen: Anatolien 1928, Tibet 1938/39, Äthiopien/Eritrea 1938/39, Balkan 1941/42, Süditalien 1950, Iran 1952/54 oder China 1956/58/59.

Aufbewahrt werden landwirtschaftlich und gartenbaulich genutzte Kulturpflanzen und verwandte Wildarten der gemäßigten Klimazone. Neben den Getreiden, die etwa 65.000 Muster umfassen, sind auch andere Fruchtartengruppen vertreten, wie Hülsenfrüchte (28.000 Sippen), Gemüse und Kürbisgewächse (18.000 Sippen), Kartoffeln (6.000 Sippen) oder Heil- und Gewürzpflanzen (6.000 Sippen) (Abb. 1).

Mit Ausnahme weniger Arten, die vegetativ im Freiland oder in klimatisierten Kulturräumen auf künstlichem Nährmedium (Gewebekultur) erhalten werden, sind die Sortimente als Saatgutmuster im Samenkühlagerhaus der Genbank gelagert. Das Samenkühlager ist mit fünf Kühlzellen ausgestattet, die bei einer Temperatur von 0°C bzw. -15°C betrieben werden. Die Abgabe von 15.000 – 20.000 Saatgutmustern pro Jahr macht einen kontinuierlichen Reproduktionsanbau im Freiland oder in Gewächshäusern erforderlich (8.000-10.000 Muster pro Jahr).

Die Aufgaben der Genbank haben sich in den letzten Jahren vom Aufsammeln und Aufbewahren hin zur Charakterisierung und Auswertung des umfangreich vorhandenen Materials verschoben. Dabei wird sehr eng mit anderen Institutionen weltweit zusammengearbeitet. Im Vortrag werden neben der Darstellung von Erhaltungsstrategien für *ex situ* Sammlungen Beispiele zur Evaluierung und Nutzbarmachung präsentiert.

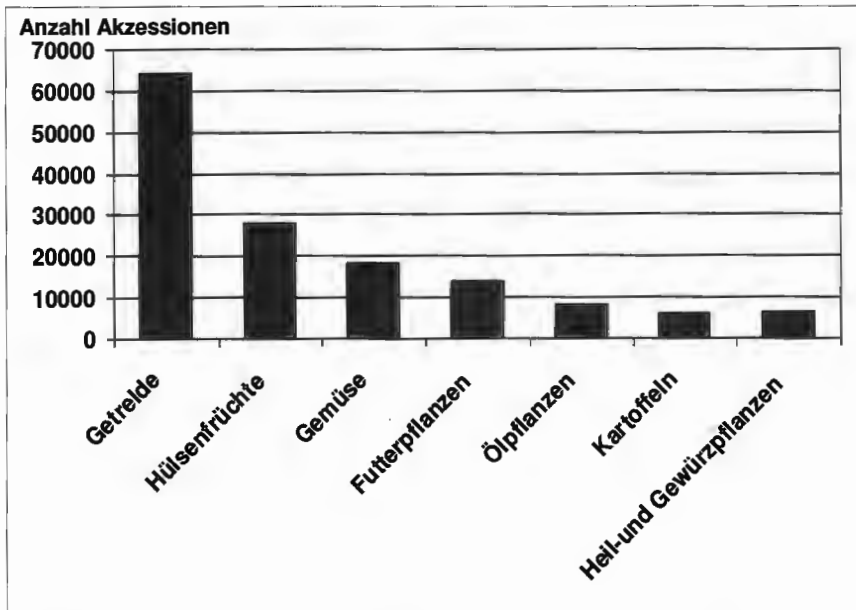


Abb. 1: Sortimentsbestand der bundeszentralen *ex situ* Genbank Gatersleben



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

43. VORTRAGSTAGUNG, 17./18. MÄRZ 2008
JULIUS KÜHN-INSTITUT (JKI)
BUNDESFORSCHUNGSINSTITUT FÜR
KULTURPFLANZEN QUEDLINBURG

Genetisch verankerte Vielfalt und Qualität bei Einkorn, Emmer und Dinkel

Simone Seling und Klaus Münzing

Max-Rubner-Institut (MRI), Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel
Institut für Sicherheit und Qualität bei Getreide
Schützenberg 12, D-32756 Detmold

Einkorn und Emmer zählen zu den ältesten vom Menschen kultivierten Nahrungsgetreidearten. Schwache Erträge und mäßig gute Backeigenschaften haben diese Weizentypen seit dem Mittelalter verdrängt, bis ihr Anbau im 20. Jahrhundert in Deutschland praktisch völlig zum Erliegen kam. Zur Erhaltung bzw. Erweiterung der Biodiversität in der pflanzenbaulichen Erzeugung besteht gegenwärtig zunehmend Interesse an diesen früher verbreiteten Spelzweizenarten. Eine ähnliche Entwicklung im Anbau ist bei Dinkel festzustellen, der allerdings seit den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts durch eine allmählich zunehmende Nachfrage wieder expandiert.

Hemmnisse in der Dinkelvermarktung bestehen heute noch darin, dass der Wunsch nach der kontinuierlichen Bereitstellung von qualitativ hochwertigen Rohstoffen und Erzeugnissen in Vielfalt und Qualität noch nicht befriedigt ist und dass effiziente und differenzierte Handlungsweisen sowie Organisationsstrukturen aber auch sichere Qualitätskennndaten teilweise noch fehlen. Die qualitätsförderlichen Produkt- und Prozessqualitäten sind weder für Dinkel noch für Einkorn und Emmer ausreichend evaluiert. Ziel der Forschungsarbeiten ist es daher, für die Züchtung, Sortenzulassung und Markteinführung von Spelzweizensorten die Methoden zur Charakterisierung des Verarbeitungswertes bereitzustellen und Verarbeitungsprozesse für neue Produkte und Einsatzbereiche zu optimieren.

Allgemein existieren für Einkorn, Emmer und Dinkel noch keine akzeptierten Regeln für die Qualitätsbeurteilung. Die Methoden für den Verarbeitungswert von herkömmlichem Weizen erfassen nur unzureichend die Arteigenheiten der alten Weizenkulturen. Um die Rohstoffqualität von Einkorn, Emmer und Dinkel objektiv bewerten zu können, werden zunächst die Kontroll- und Bewertungsmethoden entwickelt oder verbessert. Im Mittelpunkt stehen dabei die noch wenig untersuchten arttypischen Eigenschaften, die das Geschmacks- und Aromapotential von Einkorn, Emmer und Dinkel beeinflussen aber auch die für die Herstellung von hochwertigen Backwaren förderlichen funktionellen Eigenschaften.

Auf Basis der ersten orientierenden Untersuchungen an ausgewählten Einkorn- und Emmersorten und –stämmen sowie an entsprechenden Dinkelsorten wurden die neu entwickelten oder überarbeiteten Bewertungsmethoden für Spelzweizenarten ange-

wandt. Dabei zeigte sich, dass die Einkorn-, Emmer- und Dinkel-Verarbeitungseigenschaften sich von denen des modernen Weizens ebenso unterscheiden, wie ihr Geschmacks- und Aromaprofil. So besitzen Spelzweizen, im Vergleich zum herkömmlichen Weizen meist ein ausgeprägt süß-nussiges Aroma. Auch die Inhaltstoffeigenschaften unterscheiden sich neben dem höheren Anteil an Gelbpigmentgehalten gegenüber herkömmlichen Weizen insbesondere in den proteinrelevanten Merkmalen, wie Eiweiß- und Klebemenge sowie Eiweiß- und Kleberqualität.

Bei Dinkel wurde die meist verbreitete Sorte Franckenkorn (weizentypische Kleber) und Oberkulmer Rotkorn (dinkeltypische Kleber) unter Standardbedingungen verarbeitet und untersucht. In Mahl- und Backversuchen zeigte sich, dass die Eigenschaften Merkmale sortenbedingt sehr unterschiedlich ausfallen, was bei der Herstellung von qualitativ hochwertigen Brot und Backwaren sortenabhängige Handlungsweisen erfordert. Die interessierten Unternehmen in der Wertschöpfungskette sollten das im Vorhaben erarbeitete neue Nutzungspotenzial erkennen und damit einen Schritt hin zu einer Erweiterung der Produktvielfalt im Brotsortiment und zur „Wiederbelebung“ von fast vergessenen Spelzweizen-Kulturarten tun.



Diversität der Aromamuster in Erdbeeren

D. Ulrich¹ und K. Olbricht²

¹ Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Erwin-Baur-Str. 27, D-06484 Quedlinburg

² JKI, Institut für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen und Obst, Pillnitzer Platz 3a, D-01326 Dresden

Bisher sind etwa 1000 niedrig molekulare, organische Verbindungen beschrieben worden, die von Pflanzen emittiert werden können. Mehr als 300 davon sind in Erdbeerenfrüchten nachweisbar. Diese Substanzgruppe wurde in den letzten Jahrzehnten vorwiegend unter dem Gesichtspunkt ihrer Wirkung auf den menschlichen Geruchssinn, d. h. als Aromastoffe, intensiv untersucht. Neben der sensorischen Qualität weisen flüchtige Inhaltsstoffe jedoch eine ganze Reihe von weiteren Funktionen auf. So sind für flüchtige Metabolite beispielsweise anti-mikrobielle, fungizide und anti-oxidative Aktivitäten sowie verschiedene signalgebende Eigenschaften (Attraktion, Abwehr) gefunden worden.

Die qualitative und quantitative Veränderung der Aromamuster, wie sie durch die Domestikation und Pflanzenzüchtung bewusst oder unbewusst bewirkt wird, hat somit nicht nur Konsequenzen für die sensorische Qualität (Flavour), sondern auch für Qualitätsparameter wie Gesundheitswert oder Resistenzeigenschaften.

Die Komplexität der Fragestellung wird an Sorten, Wildformen und am Beispiel einer F1-Population aus der Modellkreuzung zwischen der Sorte ‚Mieze Schindler‘ x ‚El-santa‘ dargestellt. Mittels Headspace-SPME-Gaschromatographie an 189 Klonen dieser Population wurden jeweils etwa 200 flüchtige Inhaltsstoffe gemessen. Zur Datenverarbeitung kam eine effektive Mustererkennungssoftware in Kombination mit multivariater Statistik zur Anwendung. Die Ergebnisse zeigen die Vererbungsgesetzmäßigkeiten für einige Schlüsselverbindungen und erklären den bei der Erdbeersortenzüchtung nachgewiesenen Trichtereffekt (genetische Erosion) für Methylanthranilat.



Variabilität „gesundheitslich relevanter“ Inhaltsstoffe in ausgewählten Kulturpflanzenarten

Wolfgang Schütze

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

Die Züchtung ist das Hauptinstrument in der Hand des Menschen, um Eigenschaften von Kulturpflanzen zu verbessern und sie seinen sich ändernden Bedürfnissen anzupassen. Kulturpflanzen entstanden zunächst durch unbewusste, später bewusste Auslese aus Wildpflanzen. Mendel erkannte Ende des 19. Jahrhunderts diese Gesetzmäßigkeiten der Vererbung und legte den Grundstein für eine wissenschaftliche Kreuzungszüchtung.

Die moderne Pflanzenanalytik leistet heute einen wesentlichen Beitrag zur Schaffung neuer leistungsfähiger, für die Bedürfnisse des Menschen in ihrem Gehalt an Wert gebenden/Wert mindernden Inhaltsstoffen optimierten, Kulturpflanzen.

Neben der Steigerung des Flächenertrages, der biotischen und abiotischen Resistenz haben solche Fragen wie die der Veränderung der Fettsäurezusammensetzung z. B. bei Raps, der Steigerung des Vitamingehaltes oder der Eliminierung bitterer bzw. toxischer Inhaltsstoffe eine immer größere Bedeutung. Nur unter Einsatz leistungsfähiger Analysemethoden wie z. B. der HPLC, der HPLC/MS - Kopplungstechnik oder der NIR - Technik gelingt es heute, die teilweise sehr hohen Anforderungen an die Qualitätseigenschaften von Obst, Gemüse oder auch an Gewürz- und Medizinalpflanzen zu erfüllen. Im Rahmen einer Übersicht wird an ausgewählten Beispielen bei *Allium*, *Arnika*, *Brassica*, *Fragaria*, *Papaver* und *Triticum* an für diese Kulturpflanzen spezifischen Inhaltsstoffen gezeigt, über welche hohe inhaltsstoffliche Variabilität diese Pflanzen verfügen. Innerhalb der Gattung „*Allium*“ spielen die S-alk(en)yl-L-cysteinsulphoxide (CSO) eine wichtige Rolle in der Biochemie dieser Spezies. Die Gehaltsbestimmung dieser Inhaltsstoffe erfordert eine aufwändige analytische Methode, da die CSO keine spezifische UV-Absorption zeigen. In der Regel ist nach der Extraktion eine Aufreinigung/Aufkonzentrierung mit anschließender Derivatisierung vor der HPLC-Detektion erforderlich. Es war deshalb eine effiziente HPLC/MS-Methode zu entwickeln die es gestattet, den Gehalt der drei in den Blättern auftretenden CSO (Methiin, Alliin, Propiin) ohne aufwändige Vorreinigung und Derivatisierung über ihre Molekül-Ionen zu bestimmen. Es wird die hohe Variabilität der CSO in Abhängigkeit von Sorten und Wildformen sowie dem Einfluss der Anbaubedingungen gezeigt.

Im Rahmen der Züchtung und Selektion bei Arnika, z. B. für die Zubereitung von Salben, ist das Verteilungsmuster bestimmter Sesquiterpenlactone in den Arnikablüten von großer Bedeutung. Es geht dabei speziell um die Zuordnung zu unterschiedlichen Typen, die als H-Typ, DH-Typ und Spanischer- oder Misch-Typ bezeichnet werden. Sie sind durch ein definiertes Inhaltsstoffspektrum charakterisiert. Durch den Einsatz der HPLC/MS-Kopplungstechnik ist eine genaue Zuordnung zu den einzelnen Typen möglich.

Die Verwendung von Kohlgemüse oder deren Extrakte als „Volksmedizin“ hat Tradition. Es gibt eindeutige Belege dafür, dass zwischen dem Verzehr von Kohlgemüse und der Häufigkeit von Magen- und Mastdarmkrebs beim Menschen eine indirekte Abhängigkeit besteht. Eine auffällig gewordene Beziehung zum Gehalt an Thiocyanat (SCN) in den Kohlsorten war ein Hinweis auf die Wirksamkeit der Indolderivate, die u. a. beim Abbau der Indolylglucosinolate unter dem Einfluss von Myrosinase bevorzugt entstehen. Die antikanzerogenen Effekte beziehen sich dabei auf die Metaboliten der Indolglucosinolate sowie dem aus Glucoraphanin entstehenden Sulforaphan. An Hand ausgewählter Beispiele wird die hohe Variabilität dieser Stoffgruppe in verschiedenen *Brassica* - Spezies gezeigt und auf Möglichkeiten der Verbesserung des Gesundheitswertes durch Züchtung hingewiesen.

Die Farbe der Erdbeere ist ein wesentliches Charakteristikum für den Verbraucher bei deren Qualitätsbeurteilung. Sie beruht auf dem Gehalt der Früchte an Anthocyanen. Diese gehören zur Gruppe der Polyphenole, die für die rote, violette oder blaue Farbgebung verschiedener Früchte und Blüten verantwortlich sind. An einem ausgewählten Sortiment wird gezeigt, in welcher unterschiedlicher Zusammensetzung, sowohl quantitativ als auch qualitativ, diese Verbindungen in der Erdbeere auftreten.

In letzter Zeit wird in der Literatur zunehmend über erhöhte Gehalte an Morphin bzw. anderer Opiate des Mohns in Mohnsamen, für die Herstellung von Backwaren, diskutiert. Diese Mohnsamen stammen aus Importen, z. B. aus der Türkei. Die Samen selbst sind alkaloidfrei, so dass von einer Kontamination im Ernteprozess auszugehen ist. Einen Lösungsansatz bietet die Entwicklung morphinarmer/morphinfreier Formen von *Papaver somniferum* L. auf der Basis der Kenntnisse der Vererbung des Merkmals Morphin. Dies ist auch die Voraussetzung für den unbeschränkten Anbau von Mohn als Rohstoff zur Backwaren- und Ölherstellung in Deutschland. An Hand von Beispielen wird die Variabilität des Alkaloidgehaltes bei *Papaver somniferum* gezeigt.

Benzoxazinone sind eine bedeutende Klasse sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe in den Gramineen. Die dominierende Verbindung in *Triticum* - species ist das DIMBOA (2, 4-Dihydroxy-7-methoxy-2H-1, 4-benzoxazin-3(4H)-on). Benzoxazinone sind bedeutsam für die unspezifische Resistenz der Getreidepflanzen gegen Pflanzenschädlinge und Krankheitserreger. Im Getreide ist der Benzoxazinon-Gehalt korreliert mit der Resistenz gegen Bakterien, Pilzbefall und Insekten. Am aktivsten ist die Synthese von DIMBOA in Keimlingen. Das weniger toxische Glucosid wird in den Zellvakuolen eingelagert. Im Fall der Zellverletzung, z. B. durch Insekten, wird durch eine Glucosidase die in den Chloroplasten produziert wird, das toxische DIMBOA-Aglucon freigesetzt. Das Screening von Akzessionen unterschiedlicher *Triticum* - species und Varietäten aus verschiedenen Ländern zeigte große Unterschiede im Gehalt an DIMBOA zwischen den Akzessionen. Der niedrige Gehalt im Brotgetreide, *T. spelta* oder *T. monococcum* deuten auf eine negative Selektion im Prozess der Züchtung bei diesen Formen hin. Die Selektion von *Triticum*-Formen mit einem hohen Gehalt an DIMBOA kann helfen, die Resistenz bei Weizen zu verbessern.



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

43. VORTRAGSTAGUNG, 17./18. MÄRZ 2008
JULIUS KÜHN-INSTITUT (JKI)
BUNDESFORSCHUNGSINSTITUT FÜR
KULTURPFLANZEN QUEDLINBURG

Wertschöpfungskette vom pflanzlichen Rohstoff bis zu gesunden funktionellen Produktentwicklungen

Volker Heinz, Hainer Wackerbarth

Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik (DIL) e.V.
Prof.-v.-Klitzing-Str. 7, 49610 Quakenbrück

Der Forschungsverbund Agrar- und Ernährungswissenschaften Niedersachsen (FAEN) hat die Aufgabe, die Zusammenarbeit niedersächsischer Forschungseinrichtungen im genannten Bereich zu stärken. So soll eine Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der niedersächsischen Lebensmittelindustrie insbesondere für die kleinen und mittelständischen Unternehmen erzielt sowie ein Beitrag zur Schaffung von Kompetenz durch die Ausnutzung von Synergieeffekten geleistet werden. Der ganzheitliche Ansatz des Forschungsverbunds erstreckt sich damit von der Kultivierung der Nutzpflanzen über die Gewinnung der bioaktiven Substanzen bis hin zur Integration neuer marktfähiger Produkte, sowie deren ernährungsphysiologische Wirkung und Akzeptanz beim Verbraucher.

Dabei handelt es sich um neuartige Produkte aus wenig genutzten Lebensmitteln, wie beispielsweise anthocyanhaltigen Kartoffeln oder Speisepilzen und um wertgebende Inhaltsstoffe (Kartoffelproteine, Vitamin E) aus Reststoffen der Lebensmittelproduktion sowie um ein Verfahren auf der Grundlage einer biotechnologischen Synthese zur Gewinnung hochwertiger Oligosaccharide aus Saccharose (Zuckerrüben) für Ernährung und Pharmazie.

Es soll am Beispiel von Vitamin E die spektroskopische Charakterisierung, Anreicherung und die Verarbeitung zu funktionellen Produkten einschließlich ernährungsphysiologischer Studien aufgezeigt werden.



Ist Biodiversität für die Optimierung der Qualität von pflanzlichen Rohstoffen förderlicher als Verarbeitungstechnologie und GMP?

Lothar Kabelitz

PhytoLab GmbH & Co KG, Dutendorfer Straße 5 – 7, 91413 Vestenbergsgreuth

Das Thema Biodiversität als Basis für hochwertige pflanzliche Rohstoffe, respektive die Aussage „Qualität durch Vielfalt“ hat sicherlich eine Bedeutung in Bezug auf optimierte oder neue Arzneiwirkstoffe, beispielsweise im Hinblick auf die landwirtschaftliche Sortenzüchtung und pflanzliche Spezialpräparate einerseits, Biodiversität verträgt sich aber andererseits nicht mit der Forderung nach einer hochwertigen reproduzierbaren Wirkstoffqualität, die nicht nur im Arzneimittel- sondern auch Lebensmittelbereich maßgeblich ist. Als Ergebnis der Nutzung der Artenvielfalt oder der Züchtungsanstrengungen können qualitativ veränderte pflanzliche Rohstoffe entstehen, die den Tatbestand des § 48 (2) Ziffer 1 AMG erfüllen, nämlich dass sie Stoffe mit in der medizinischen Wissenschaft nicht allgemein bekannten Wirkungen sind, oder dass sie zumindest im Fall bereits etablierter Produkte von der einmal in einem Zulassungsverfahren festgelegten Spezifikation abweichen.

Zur Überprüfung dieses Sachverhalts sind die Qualitätsrichtlinien der EMEA „CPMP/QWP/2819/00 Rev 1, Quality of Herbal Medicinal Products“ vom Oktober 2006 und „CPMP/QWP/2820/00 Rev 1 Specifications: Test Procedures and Acceptance Criteria“ vom Oktober 2006 heranzuziehen. Gemäß diesen Richtlinien wird für den pflanzlichen Wirkstoff eine umfassende Spezifikation gefordert, welche, soweit sie nicht bereits in der Ph. Eur. enthalten ist, in vergleichbarer Weise die Qualität des Wirkstoffs beschreibt. Zudem sind Angaben zur Herkunft, zur Erntezeit und zur Wachstumsphase bei der Ernte zu machen. Für wirksamkeitsbestimmende Inhaltsstoffe des pflanzlichen Wirkstoffs sind enge Gehaltsspannen festzulegen, soweit solche Inhaltsstoffe nicht bekannt sind, können bei der Auswahl von Leitsubstanzen (active or analytical marker) größere Gehaltsspannen definiert werden. Für die Gehaltsbestimmung der spezifizierten Substanzen ist eine validierte Methode zu verwenden. Zur Prüfung der Identität und Reinheit des pflanzlichen Wirkstoffs werden sensorische und chromatographische Vergleiche mit authentischen Referenzdrogen verwendet. In den Richtlinien ist zudem detailliert dargelegt, welche Parameter zu prüfen sind und welche Qualitätskriterien von den verschiedenen Chargen des pflanzlichen Wirkstoffs zu erfüllen sind, um als spezifikationskonform akzeptiert zu werden. Bei Anwendung der Richtlinien ist zu erkennen, dass wesentliche Veränderungen des Inhaltsstoffspektrums und des damit verbundenen Fingerprints des Wirk-

stoffe - speziell beim Auftreten neuer Inhaltsstoffe, die in traditionell angewandten Pflanzen und deren Zubereitungen nicht vorkommen - zu einer nicht akzeptablen Abweichung von den Zulassungsunterlagen führen können. Das gleiche gilt bei einem wesentlichen Abweichen des Inhaltsstoffspektrums von der Spezifikation. In diesem Fall sind arzneimittelrechtliche Probleme vorprogrammiert.

Qualität muss erzeugt werden, sie kann nicht in ein Produkt hineingeprüft werden. Die Erzeugung fängt bei der Auswahl des Saatgutes an. Bezüglich des Anbaus oder der Sammlung von pflanzlichen Rohstoffen sei auf das Papier "Guideline on Good Agricultural and Collection Practice (GACP) for Starting Materials of Herbal Origin" (EMEA/HMPC/246816/2005) verwiesen. Die Richtlinie regelt die Qualitätsstandards für die Wildsammlung, den Anbau, die Ernte und die Erstzerkleinerung von pflanzlichen Wirkstoffen. Für die weitere Verarbeitung ist seit Juni 2007 der Annex 7 der "Good Manufacturing Practices" mit dem Titel "Manufacture of herbal medicinal products" des EUDRALEX: Volume 4 anzuwenden. Die erwünschte reproduzierbare Qualität der pflanzlichen Wirkstoffe erfordert ein adäquates Qualitätssicherungssystem. Dabei steht die hygienische Produktion und die umsichtige Bearbeitung und Behandlung der pflanzlichen Rohstoffe im Vordergrund.

Im Hinblick auf die optimale Qualität von pflanzlichen Wirkstoffen sind die GACP und GMP Vorschriften allein nicht ausreichend, hinzukommen müssen spezifische Verfahrensschritte, die je nach Erfahrung und Wissensstand des Verarbeiters mehr oder weniger üblich sind. Dies beginnt mit Plausibilitätsprüfungen anhand einer Checkliste bei der Warenannahme von Rohdrogen, die in der Regel keinerlei Homogenität aufweisen. Die Probenahme ist eines der schwierigsten Kapitel bei der Qualitätskontrolle. Unzulänglichkeiten an dieser Stelle können zu fehlerhafter Qualitätsbeurteilung und OOS Ergebnissen führen. Die Lagerbedingungen haben einen erheblichen Einfluss auf die Haltbarkeit der Drogen und auf mögliche Veränderungen durch parasitären, mikrobiellen, enzymatischen oder chemischen Verderb. Produktionsprozesse führen in der Regel zu einer Disproportionierung des Pflanzenmaterials, das nach anschließender Fraktionierung durch gezieltes Mischen von Fraktionen zur Standardisierung des Wirkstoffs verwendet werden kann. Hygienepläne, Vorratsschutz und Keimreduktionsmaßnahmen haben einen ganz erheblichen Einfluss auf die Qualität von pflanzlichen Wirkstoffen. Nicht zuletzt müssen sämtliche Prozesse validiert sein, zur Sicherstellung einer konsistenten reproduzierbaren Produktqualität.

Zusammenfassend lässt sich die Aussage treffen, dass für die normale routinemäßige Herstellung von pflanzlichen Wirkstoffen die Biodiversität eher ein Problem als ein Vorteil ist. Selbstverständlich ist es aber möglich durch Nutzung der Biodiversität neue pflanzliche Wirkstoffe zu finden. Ob diese Wirkstoffe aber wirklich hochwertig sind in dem Sinne, dass sie besser wirksam und verträglich sind, muss, wenn sie nicht mit den traditionell verwendeten Wirkstoffen im Sinne der Qualitätsrichtlinien identisch sind, durch aufwendige Prüfungen geklärt werden.



Schwarze Karotten als Quelle stabiler Anthocyane für die Lebensmittelfärbung

Dietmar R. Kammerer¹, Andreas Schieber^{1,2}, Reinhold Carle¹

¹Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie, Lehrstuhl Lebensmittel pflanzlicher Herkunft, Universität Hohenheim, August-von-Hartmann-Str. 3, 70599 Stuttgart

²Department of Agricultural, Food and Nutritional Science, University of Alberta, 410 Ag/For Building, Edmonton, AB, Canada

Ausgangssituation und Zielsetzung der Arbeit

Mit einer Weltjahresproduktion von über 26 Mio Tonnen [1] stellt die Karotte eine bedeutende Kulturpflanze dar. Obwohl ihre Farbpalette von weiß über gelb, orange, rot (Lycopinmöhre) bis hin zu dunkelviolet / schwarz (Schwarze Karotte) reicht, sind im Handel nur vergleichsweise wenige Sorten, insbesondere der orangefarbenen Karotte, erhältlich. Die Farben werden durch unterschiedliche Gehalte an Carotinoiden bzw. Anthocyanen hervorgerufen. Die Karotte stellt somit eine reiche genetische Ressource mit dem Potential zur Biosynthese einer Reihe techno- wie biofunktioneller sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe dar, die bislang aber unzureichend genutzt wird. Schwarze oder violette Karotten (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.), die lange Zeit in Vergessenheit geraten sind, erfreuen sich seit einigen Jahren in der Lebensmittelindustrie steigender Beliebtheit, was auf die herausragende Farbstabilität ihrer Extrakte zurückzuführen ist, die traditionell verwendeten natürlichen Lebensmittelfarbstoffen überlegen ist. Schwarze Karotten sind ein Beispiel für Nutzpflanzen, die hauptsächlich zur Gewinnung ihrer Sekundärmetaboliten kultiviert werden. Obwohl färbende Konzentrate aus Schwarzen Karotten kommerziell erhältlich sind, liegen bislang kaum Daten zu den Anthocyangehalten in den Rüben vor [2]. Ziel der vorliegenden Arbeit war daher, die Gehalte einzelner Pigmente in verschiedenen Kultivaren Schwarzer Karotten zu ermitteln. Ferner wurden die Farbeigenschaften der Karottenextrakte bei verschiedenen pH-Werten untersucht, um deren Eignung für die Färbung saurer und schwach saurer Lebensmittel bewerten zu können.

Material und Methoden

In der Versuchsstation für Obst- und Gemüsebau der Universität Hohenheim wurden 15 Kultivare der Schwarzen Karotte angebaut. Nach Zerkleinerung der Rüben und methanolischer Extraktion wurden die Anthocyane mittels C₁₈-Kartuschen aufgereinigt und an einer Umkehrphase aufgetrennt. Die Identifizierung der Einzelkomponenten erfolgte durch massenspektrometrische Detektion, ihre Quantifizierung über externe Kalibration mittels HPLC-DAD.

Die Farbeigenschaften der Rübenextrakte wurden photometrisch bei pH 1,0, 3,5 und 6,0 untersucht. Hierzu wurden die Extrakte in McIlvaine-Puffer verdünnt und die Farbparameter im CIE $L^*a^*b^*$ -System ermittelt.

Ergebnisse und Diskussion

In Übereinstimmung mit der Literatur wurden in allen Kultivaren fünf acylierte und nicht-acylierte Cyanidin-Glykoside als Hauptkomponenten identifiziert. Bei der Trennung der Pigmente mittels HPLC wurden jedoch sechs Minorcomponenten gefunden, die aufgrund ihres Fragmentierungsmusters im massenspektrometrischen Experiment als Päonidin- und Pelargonidin-Glykoside identifiziert werden konnten. Obwohl diese Verbindungen in den untersuchten Herkünften mengenmäßig von untergeordneter Bedeutung sind, sind diese Befunde für phytochemische Studien relevant. Daneben sind die Ergebnisse möglicherweise bei der Authentizitätskontrolle hilfreich, da die Detektion von Päonidin- und Pelargonidin-Glykosiden nicht notwendigerweise auf eine Verfälschung durch andere Produkte zurückzuführen ist [3]. Die einzelnen Anthocyane wurden in den verschiedenen Kultivaren als auch in Karotten desselben Kultivars in höchst unterschiedlichem Umfang akkumuliert. Die Gesamtgehalte aller identifizierten Anthocyane bewegten sich in einem Bereich von 45,4 mg/kg bis 17,4 g/kg Trockensubstanz, wobei der Anteil an acylierten Anthocyanen zwischen 55 und 99 % lag. Im Vergleich zu anderen färbenden Lebensmitteln stellen Schwarze Karotten somit eine reichhaltige Quelle acylierter Anthocyane dar [4].

Bei der Bewertung der Farbeigenschaften zeigte sich, dass der Farbverlust unter schwach sauren Bedingungen (pH 3,5) vernachlässigbar war, was auf intramolekulare Copigmentationseffekte der acylierten Anthocyane zurückzuführen ist. So fielen die Werte der Farbreinheit nicht unter 81 % der Werte bei pH 1,0. Bei pH 6,0 fielen die Farbreinheitswerte signifikant ab, bewegten sich aber immer noch in einem Bereich von 32 bis 78 % der Werte bei pH 1,0. Die Daten verdeutlichen, dass die Anthocyane der Schwarzen Karotte im Unterschied zu anderen anthocyanhaltigen Extrakten auch als Lebensmittelfarbstoffe in schwach sauren Lebensmitteln anwendbar sind. In einem Anwendungsbeispiel bewirkten Extrakte aus Schwarzen Karotten bei der Färbung von Erdbeerkonserven eine deutlich verbesserte Farbstabilität im Vergleich zu den mit Holunderanthocyanen gefärbten Varianten.

Ausblick

Neben den herausragenden Farbeigenschaften sind die Anthocyane der Schwarzen Karotte auch wegen ihrer antioxidativen Eigenschaften für die Applikation in Lebensmitteln gut geeignet. Sie sind deshalb nicht nur als Schutz oxidationssensibler Inhaltsstoffe, sondern möglicherweise auch als gesundheitsfördernde Komponenten vorteilhaft [5]. Für die wissenschaftliche Untermauerung des letzteren Effekts sind jedoch noch weitergehende Untersuchungen nötig.

Literatur

[1] www.fao.org (2008). [2] D.R. Kammerer, A. Schieber, R. Carle (2005) Black carrots – History, recent findings and perspectives. *Fruit Processing* **15**, 302-308. [3] D. Kammerer, R. Carle, A. Schieber (2003) Detection of peonidin and pelargonidin glycosides in black carrots (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) by high-performance liquid chromatography/electrospray ionization mass spectrometry. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* **17**, 2407-2412. [4] D. Kammerer, R. Carle, A. Schieber (2004) Quantification of anthocyanins in black carrot extracts (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) and evaluation of their color properties. *European Food Research and Technology* **219**, 479-486. [5] M. Netzel, G. Netzel, D.R. Kammerer, A. Schieber, R. Carle, L. Simons, I. Bitsch, R. Bitsch, I. Konczak (2007) Cancer cell antiproliferation activity and metabolism of black carrot anthocyanins. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* **8**, 365-372.



Ökologische und agronomische Vorteile der Vielfalt

Urs Niggli

Forschungsinstitut für biologischen Landbau, CH-5070 Frick

Einleitung

Vielfalt in der Landwirtschaft hat unterschiedliche Dimensionen. Sie betrifft die Qualität der Landschaft, welche in Mitteleuropa stark von der Landwirtschaft geprägt ist. Die Kulturlandschaft zeichnet sich durch eine stark reduzierte Vielfalt der Biotope aus, obwohl gemäß Schwägerl (2004) von der EU jährlich 80 Milliarden € in die Arbeit der Bauern als Landschaftspfleger fließen. Vielfalt ist jedoch auch auf der Ebene des Landwirtschaftsbetriebes relevant, wo die Vielfalt der Betriebszweige stark abgenommen hat. Pflanzenbaulich besonders relevant sind die Vereinfachungen der Fruchtfolgen auf betrieblicher und auf regionaler Ebene sowie der Rückgang an Begleitarten (Mischkulturen, Untersaaten, Unkräuter, Feldrand-Vegetation, ökologische Ausgleichsflächen und Nischen). Die landwirtschaftliche Produktion profitierte in den letzten Jahrzehnten stark von der *Economy of Scale*, welche eine rationelle Bewirtschaftung auf immer größeren Flächen vorantrieb. Auch die genetische Vielfalt der in der Landwirtschaft genutzten Pflanzen und Tiere wird heute als verarmt bezeichnet (Oppermann et al., 2001). Dieser Rückgang ist eine Folge der Konzentration der landwirtschaftlichen Produktion auf wirtschaftlich wichtige Eigenschaften (Erträge, wichtige Inhaltsstoffe, einheitliche Qualitätsbestimmungen des Handels, sowie Eignung für die Verarbeitung) und auf dominante Qualitätspräferenzen der Verbraucher.

Wege zur Vielfalt in Agrarökosystemen

Die Agrarumweltprogramme sollen dem Rückgang an Biodiversität in der Landschaft und den Agrarökosystemen entgegenwirken. Die Förderung naturnaher Landschaftselemente in der intensiven Landwirtschaft (Hecken, Feldsäume etc.) hat sich gemäß Kauer (2005) bereits positiv auf Rote-Listen-Arten ausgewirkt. In Deutschland beträgt der Anteil der Saumbiotopflächen jedoch nur 3,8 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche (Kühne et al., 2000). Zusätzliche Maßnahmen in der Fläche sind also nötig, da sonst eine Vernetzung der Lebensräume vieler Tier- und teilweise auch Pflanzenarten nicht möglich ist. Der Ökolandbau hat sich dabei als wirksame Maßnahme erwiesen, steigt doch die Artenvielfalt in den Feldern deutlich an (Stolze et al., 2000; Scialabba und Hattam, 2002; Dole et al., 2005; Bengtsson et al., 2005). Neben den ökologischen Vorteilen können im Ökolandbau auch agronomische nachgewiesen werden, wie z.B. die Förderungen von Nützlingen und Antagonisten, die Erhöhung der bodenbürtigen Nährstoffmineralisierung, die Reduktion von Bodenerosion oder die bessere Anpassungsfähigkeit an die Auswirkungen des Klimawandels (Boron, 2006). Die Vielfalt in den Agroökosystemen kann sich auch auf die Qualität der Produkte

auswirken, z.B. durch höhere Gehalte an sekundären Pflanzenstoffen (FiBL, 2006).

Wege zur genetischen Vielfalt bei den Kulturpflanzen und Nutztieren

Ökologische Betriebe wenden andere Kriterien für die Sorten- und Rassenwahl an als konventionelle, aber nur, falls ein entsprechendes Angebot besteht. Krankheits- und Schädlingsresistenz (bzw. Feldtoleranz) werden stark gewichtet, Eigenschaften, die sowohl moderne Züchtungen wie vereinzelt auch alte Sorten haben. Der Ökolandbau wirkt sich also tendenziell positiv auf die genetische Vielfalt aus. Untersuchungen zeigen, dass Käufer von Ökoprodukten die ideale Qualität (Anbau, Herkunft, **alte Sorten**) als wichtigstes Kaufmotiv bezeichnen (50 %), während dies bei den normalen Käuferinnen nur 10 % der Kaufmotivation ausmacht (Leimbacher und Wiedmer, 1996). Somit ist eine Verbindung der Marktsegmente „Öko“ und „genetische Vielfalt“ gegeben. Verschiedene Initiativen wie z.B. *Slow Food*, *ProSpecieRara*, *Seed Savers Exchange*, *Dreschflegel*, *Heirloom Seeds*, *Red Andaluza de Semillas*, *Arche Noah* werden eine starke Rückkoppelungen auf die Landwirtschaft haben und vermutlich am stärksten von Ökobetrieben genutzt werden.

Das FiBL hat seit 1999 mehr als 30 alte Kartoffelsorten bezüglich Erträgen, Krankheitstoleranz, Lagerverhalten und Qualitätseigenschaften getestet. Im Vergleich zu modernen Sorten sind die Erträge meist tiefer. Krankheitstoleranz, Lagerverhalten und Qualitätseigenschaften variieren viel stärker als bei modernen Sorten. Ebenso wurden zahlreiche alte und lokale Gemüse- und Obstsorten geprüft, um sie auf Ökobetrieben erfolgreich anzubauen. Dank der intensiven Öffentlichkeitsarbeit der Organisation *ProSpecieRara* werden heute mehr als 20 alte Gemüse- und 6 alte Apfelsorten im Supermarkt *Coop* erfolgreich verkauft. Der Umsatz mit Gemüse betrug 2002 noch 180 Tonnen, 2005 bereits 450 Tonnen und soll 2008 750 Tonnen erreichen. Systematische Kundenbefragungen zeigen, dass diese Produkte v.a. wegen ihrer überraschenden Farbe, Form und Konsistenz, aber auch wegen der ausgeprägten Aromen und dem Lokalbezug geschätzt sind.

Literatur

Bengtsson, J., Ahnström, J. and Weibull, A.-C. (2005) The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 42, 261–269.

Boron S. (2006) Building resilience for an unpredictable future: how organic agriculture can help farmers adapt to climate change. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Christian Schwägerl, In: F.A.Z. 24. August 2004, S. 35

FiBL (2006) Qualität und Sicherheit von Bioprodukten. Lebensmittel im Vergleich. FiBL-Dossier Nr. 4. www.fibl.org.

Hole D.G., Perkins, A.J., Wilson, J.D., Alexander, I.H., Grice, P.V. and Evans, A.D. (2005) Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation* 122, 113-130.

Kühne, S., Enzian, S., Jütersonke, B., Freier, B., Forster, R., Rothert, H. (2000) Beschaffenheit und Funktion von Saumstrukturen in der Bundesrepublik Deutschland und ihre Berücksichtigung im Zulassungsverfahren im Hinblick auf die Schonung von Nichtzielarthropoden. *Mitt. Biol. Bundesanstalt Land-, Forstwirtschaft*, 378, 128 S.

Leimbacher, K. und Wiedmer, A. (1996) Verhalten und Entscheidungskriterien beim Einkauf von Äpfeln. Semesterarbeit ETH Zürich, 132 S.

Nobert Knauer (2005): <http://www.ima-agrar.de/Dateien/Infobrief0105-Kulturlandschaften.pdf>

Oppermann, R., Eysel, G., and Wiethaler, C. (Eds.) (2001): *Bewahren, wovon wir leben:*

Perspektiven für Biodiversität und ökologische Züchtung. NABU Baden-Württemberg, Stuttgart, 43 S.,

Scialabba Nadia El-Hage, and C Hattam (2002) Organic agriculture, environment and food security. Environment and Natural Resources Service Development Department. The Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Stolze, M, Piorr, A, Häring A and Dabbert, S (2000) The Environmental Impacts of Organic Farming in Europe. University of Hohenheim, Stuttgart.



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

43. VORTRAGSTAGUNG, 17./18. MÄRZ 2008

JULIUS KÜHN-INSTITUT (JKI)
BUNDESFORSCHUNGSINSTITUT FÜR
KULTURPFLANZEN QUEDLINBURG

Anbau und Analyse anthocyanhaltiger, blauer Kartoffelsorten im Hinblick auf Ertragspotential und gesundheitlichem Zusatznutzen

Hüsing, B.; Trautz, D.; Schliephake, U.; Herrmann, M. E.

Fachhochschule Osnabrück
Oldenburger Landstrasse 24, 49090 Osnabrück

In einem zweijährigen Forschungsprojekt wurde ein repräsentatives Spektrum blauer Kartoffelsorten angebaut und detailliert hinsichtlich Krankheitsbefall, Ertragspotential und des Einflusses des Produktionssystems (ökologisch/integriert) geprüft. Es konnten daraus Anbauempfehlungen für den ökologischen und konventionellen Landbau hinsichtlich blauer Kartoffelsorten abgeleitet werden. Weiterhin wurden die unterschiedlichen Anthocyangehalte sowie die antioxidative Kapazität der verwendeten Sorten analysiert. Sorten mit besonders hohen Gehalten werden weiteren Tests unterzogen um den Einfluss der Zubereitungsart (kochen, dämpfen, frittieren) darzustellen und deren Verwendung für die weiterverarbeitende Industrie zu beurteilen. Der Anbau ertragreicher blauer Sorten kann sowohl für ökologisch wirtschaftende als auch konventionell wirtschaftende Betriebe eine Alternative zum Anbau gelbfleischiger Sorten sein. Innerhalb des Projektes werden auf den Versuchsbetrieben der FH Osnabrück Waldhof (ökologisch bewirtschaftet) bzw. Nettehof (konventionell bewirtschaftet) Feldversuche durchgeführt. Dabei fand bei 11 blaufleischigen Sorten eine Erfassung und Bewertung des Einflusses unterschiedlicher Anbauparameter statt. Die Lagerung und Zubereitungsart der Nahrungsmittel haben einen, im Projektverlauf zu erfassenden Einfluss auf den Anthocyangehalt bzw. die antioxidative Kapazität im verzehrfertigen Endprodukt. Zur Dokumentation der Auswirkung der Lagerung, finden zu unterschiedlichen Zeitpunkten Analysen hinsichtlich des Anthocyangehaltes und der antioxidativen Kapazität statt. Ergebnisse: Die ausgewählten Kartoffelsorten weisen in den Anbaujahren 2006 und 2007 im ökologischen und konventionellen Anbauverfahren signifikante Unterschiede hinsichtlich des Ertrages auf (Tab. 1). Vitelotte, Red Cardinal (2006) und Highland Burgundy Red (2007) zeigten in beiden Anbaujahren nur sehr geringe Erträge. Die Sorte Olivia konnte im konventionellen Anbau im Jahr 2007 die höchsten Erträge erzielen. Die Erträge im Jahr 2006 fielen generell sehr gering aus, die Sorte Olivia konnte jedoch in beiden Anbaujahren und in beiden Anbauverfahren die besten Erträge erzielen. Weiterhin war festzustellen, dass die Schalenbeschaffenheit der Sorten Vitelotte, Highland Burgundy Red und Red Cardinal unzureichend ist. Durch sehr tiefe Augen in der Schale sind diese Sorten nur als Pellkartoffel zu verwenden da sonst die Schälverluste zu hoch ausfallen würden.

Tab. 1: Erträge ausgewählter blauer Kartoffelsorten der Versuchsjahre 2006 und 2007 aus ökologischer und konventioneller Produktion (Waldhof, FH-Osnabrück sowie Nettehof, FH-Osnabrück)

	Ökologische Produktion		Konventionelle Produktion	
	2006 Ertrag in t/ha	2007 Ertrag in t/ha	2006 Ertrag in t/ha	2007 Ertrag in t/ha
Vitelotte	2,0	2,9	2,6	13,72
Red Cardinal/Highland Burgundy Red	2,9	3,2	4,1	20,5
Blauer Schwede	4,16	11,2	8,4	15,3
Olivia	7,3	18,41	11,9	54,47

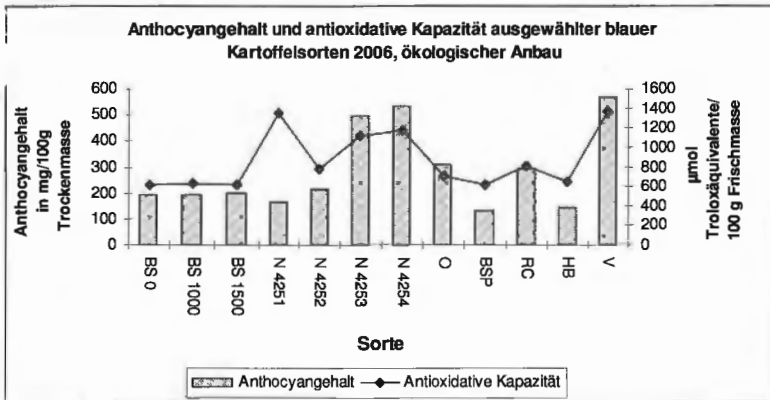


Abb. 1: Zusammenhang zwischen Anthocyangehalt und antioxidativer Kapazität unterschiedlicher blauer Kartoffelsorten 2006 (ökologischer Anbau, Waldhof der FH-Osnabrück) Abk. zur Abbildung: BS 0 = Blauer Schwede, ohne Düngung; BS 1000 = Blauer Schwede, 70 kg/N/ha; BS 1500 = 105 kg/N/ha; N4251 – N 4254 = Norika Zuchtstämme; O = Olivia; BSP = Blue Salad Potato; RC = Red Cardinal; HB = Herrmanns Blaue; V = Vitelotte

Aus der Abbildung 1 wird ein Zusammenhang zwischen Anthocyangehalt und antioxidativer Kapazität erkennbar. Je höher der Anthocyangehalt desto höher auch die antioxidative Kapazität und damit der potentielle gesundheitliche Zusatznutzen der Kartoffelsorte. Hier konnte die Sorte Vitelotte die höchsten Werte erzielen. Ergebnisse aus dem konventionellen Anbau (hier nicht aufgeführt) zeigen die gleichen Tendenzen. Fazit: Ausgewählte blau- bzw. rotfleischige Kartoffelsorten können im konventionellen Landbau durchaus gute Erträge erzielen und damit eine attraktive Alternative zu gelbfleischigen Kartoffelsorten sein. Dies trifft jedoch nicht auf alle getesteten Sorten zu. So konnte die Sorte Vitelotte weder in 2006 noch in 2007 überzeugen. Im ökologischen Landbau sind die Erträge der blauen Kartoffelsorten erheblich geringer als im konventionellen Anbau. Zurückzuführen ist dies auf die Möglichkeiten

des Pflanzenschutzes, hier hauptsächlich in Bezug auf Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*), im konventionellen Landbau. Die Ergebnisse des Forschungsprojektes zeigen, dass ein Anbau bestimmter, z. T. alter anthocyanhaltiger Kartoffelsorten möglich ist, es muss jedoch eine züchterische Bearbeitung einiger Sorten hinsichtlich der heute vorhandenen Verbraucheransprüche in Bezug auf Schalenbeschaffenheit, Form oder Geschmack stattfinden.



Einfluss der Schwefel-Spätdüngung auf das Proteinstmuster zweier A-Weizensorten mit unterschiedlichem Backpotenzial

C. Zörb¹, D. Steinfurth¹, S. Seling², G. Langenkämper², P. Köhler³, M.G. Lindhauer² und K.H. Mühling¹

¹Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde, Hermann-Rodewald Str. 2, D-24118 Kiel;

²Max-Rubner-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel, Schützenberg 12, D-32756 Detmold;

³Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, Lichtenbergstr. 4, D-85748 Garching

Der Rückgang der Luftverschmutzung und die damit verbundene Reduzierung des S-Eintrags aus der Luft führt in manchen Gebieten bei Ausbleiben einer gezielten S-Düngung bereits zu S-Mangelsymptomen. Neben der genetischen Ausstattung einer Weizensorte wird die Synthese von Kleberproteinen und somit auch das Backpotenzial durch die S-Ernährung der Pflanze beeinflusst. Die Weizensorte Türkis wurde im Gegensatz zu Batis vom Bundessortenamt als eine Sorte mit höherem Backpotenzial, trotz gleicher Proteinkonzentration, ausgewiesen. Die Fragestellung dieses Beitrags ist, zu klären, ob anhand einer gezielten S-Düngungsmaßnahme z. B. einer S-Spätdüngung die Quantität der Kleberproteine und folglich auch die Backqualität positiv beeinflusst werden kann. Außerdem wurde untersucht, ob die unterschiedliche Höhe der S-Düngung sowie die S-Spätdüngung einen zusätzlichen Einfluss auf das schwefelhaltige Tripeptid Glutathion (Glu-Cys-Gly) hat.

Die beiden A-Winterweizensorten Türkis und Batis wurden in einem Gefäßversuch mit Boden in Mitscherlichgefäßen mit je fünf Wiederholungen angezogen. Die Düngestufen waren drei S-Düngestufen mit 0; 0,017 und 0,033 g S/kg Boden zur Aussaat sowie eine S-Spätdüngungsvariante mit 0,017 g S/kg Boden zur Aussaat und zum Zeitpunkt des Ährenschiebens. Mittels zweidimensionaler Gelelektrophorese (2D) wurden hoch-auflösende Proteinprofile aus Vollkornmehlen der beiden Sorten erstellt. Neben einem Mikrobackversuch wurden zur Beurteilung der Backqualität Sedimentationstests durchgeführt. Dieser indirekte Backqualitätsparameter zeigte bei erhöhter S-Düngung eine verbesserte Qualität des Klebers. Anhand des Mikrobackversuchs konnte eine Steigerung der Backqualität in beiden A-Weizensorten nach der S-Spätdüngung nachgewiesen werden. Zusätzlich konnte ein positiver Einfluss der S-Düngung auf das Peptid Glutathion (GSH) im Weizenkorn gemessen werden, die bisher noch nicht gezeigt wurde.

Durch die Proteomanalyse konnten spezifische Proteine identifiziert werden, die

durch die S-Spätdüngung bei beiden Sorten verstärkt bzw. vermindert synthetisiert wurden. Batis zeigte eine höhere Plastizität der Proteinexpression. Die Sorte Türkis reagierte im Gegensatz zu Batis auf die S-Spätdüngung mit einer signifikant gesteigerten Synthese von Proteinen, deren Zugehörigkeit anhand des Molekulargewichts und des Isoelektrischen Punktes zu den HMW-Gluteningenen konstatiert werden kann.

Die Proteomanalyse zeigt, dass eine S-Spätdüngung einen positiven Einfluss auf spezifische Proteine im Korn hat.



Isothiocyanatkonzentration in verschiedenen Pflanzenarten unter besonderer Berücksichtigung der N- und S-Ernährung

J. Gerendás und K. H. Mühlring

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

Die gesundheitsfördernde Wirkung eines hohen Gemüsekonsums geht u.a. auf deren Gehalt an bioaktiven Substanzen zurück. Bei Kreuzblütlern (Kohlgemüse, Senf) sind hierfür insbesondere die Glukosinolate (GS) verantwortlich, welche auch als Senfölglykoside bezeichnet wurden. Die pharmakologische Wirkung entfalten diese Substanzen aber erst nach hydrolytischer Spaltung durch das Enzym Myrosinase, wenn das Gewebe durch schneiden, kauen oder mahlen zerkleinert wird. Hierbei entstehen insbesondere Isothiocyanate (ITC), welche u.a. auch für den scharfen Geschmack und stechenden Geruch von Kohlgewächsen verantwortlich sind.

Da diese Verbindungen sowohl Stickstoff (N) als auch Schwefel (S) enthalten, kann eine interaktive Wirkung dieser Nährstoffe erwartet werden. Dies wurde in mehreren Untersuchungen mit BaiCai (chinesischer Kohl), Kohlrabi, Kresse und Senf geprüft.

Der Gesamt-GS-Gehalt von BaiCai reagierte stark positiv auf das S-Angebot, insbesondere bei hohem N-Angebot. Ein negativer Effekt einer hohen N-Düngung ließ sich nur bei unzureichender S-Versorgung aufzeigen, und das N/S-Verhältnis stand in einer engen Beziehung zum GS-Gehalt. Bei Kohlrabi wurde insbesondere die Hypothese geprüft, inwieweit GS als transiente S-Speicherverbindungen fungieren. Bei knappem S-Angebot wäre hierbei ein Abbau derselben und eine Anreicherung der Abbauprodukte, insbesondere der ITC, zu erwarten. Ein niedriges S-Angebot verminderte jedoch die ITC-Gehalte. Die Abnahme der ITC-Gehalte bei hohem N-Angebot war hierbei überwiegend das Ergebnis einer verminderten Freisetzung der ITC, und nicht auf einen Verdünnungseffekt zurückzuführen. Dies deutet darauf hin, dass die ITC-Gehalte ähnlich auf das N- und S-Angebot reagieren wie die Gehalte an GS, und in der Tat zeigten auch die ITC-Gehalte eine enge Beziehung zum N/S-Verhältnis. Das ITC-Spektrum von Kohlrabi wurde durch Methyl-thiobutyl-ITC (von Glucoerucin) dominiert, gefolgt von Sulforaphan (von Glucoraphanin), Phenylethyl-ITC (von Gluconasturtiin) und Allyl-ITC (von Sinigrin).

Untersuchungen mit braunem Senf (*Brassica juncea* L.) bestätigten auch für generative Ertragsorgane die oben skizzierten interaktiven Effekte des N- und S-Angebots hinsichtlich der Gehalte an GS und ihrer Abbauprodukte. Ein hoher Samenertag war nur bei adäquatem Angebot beider Nährstoffe zu realisieren, während alleiniges N-

Angebot zu einer Ertragsdepression führte. Der Gehalt des Leit-GS Sinigrin reagierte stark positiv auf die S-Versorgung, und ein hohes N-Angebot senkte die Sinigringehalte nicht, sofern die S-Versorgung sichergestellt war. Bei hoher N-Versorgung lagen die Gehalte an Allyl-ITC durchweg auf niedrigem Niveau, während nennenswerte Gehalte von 20 mg kg^{-1} nur bei hoher S und niedriger N-Versorgung feststellbar waren.

Zusammenfassend zeigen diese Untersuchungen an unterschiedlichen Kulturpflanzen aus der Gruppe der Kreuzblütler, dass sowohl in generativem als auch in vegetativem Pflanzenmaterial starke interaktive Effekte der N- und S-Versorgung hinsichtlich der GS-Gehalte bestehen. Ein hohes S-Angebot ist für einen hohen Gehalt dieser pharmakologisch wertvollen Inhaltsstoffe notwendig. Deren Abbauprodukte reagieren ebenfalls positiv auf das S-Angebot und es liegen keine Hinweise auf die Funktion der GS als transiente S-Speicher vor.



Zusammenhang zwischen Nahrungsfaktoren und genetischer Prädisposition bei der Neurodegeneration

Patricia Hübbe

Institut für Humanernährung und Lebensmittelkunde
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
H. Rodewald Str. 6, 24105 Kiel

Das alternde Gehirn unterliegt einem ständigen strukturellen und funktionellen Abbau, der durch den Untergang von Neuronen und damit verbundenem Verlust kognitiver Leistungen gekennzeichnet ist. Das Ausmaß der funktionellen Symptome und assoziierter histologischer Befunde unterscheidet gesundes von krankem Hirnaltern. Die häufigste Form der Demenz im Alter ist die Alzheimer Erkrankung. Die Alzheimer Demenz (AD) ist mit chronischen Entzündungsprozessen und erhöhtem oxidativen Stress verbunden.

Das Fortschreiten der Gehirnalterung ist von unveränderlichen Faktoren wie der genetischen Prädisposition und veränderlichen Faktoren wie der Ernährung abhängig. Der Apolipoprotein E (ApoE) 4-Genotyp ist im Vergleich zum Wildtyp ApoE3 mit einem erhöhten AD-Risiko assoziiert, wobei die zugrunde liegenden zellulären und molekularen Mechanismen noch nicht eindeutig geklärt sind. Allerdings scheint die geringere antioxidative Aktivität der ApoE4-Isoform eine Rolle bei pathogenen Prozessen zu spielen (1).

Es gibt bereits erste Hinweise darauf, dass exogene Einflüsse wie einzelne Nahrungsfaktoren das mit dem ApoE4-Allel verbundene Risiko modulieren können.

In den eigenen Untersuchungen sollte erforscht werden, ob Zusammenhänge zwischen der Vitamin E-Versorgung und dem ApoE-Genotyp in der Prävention oder Entstehung neurodegenerativer Prozesse bestehen.

Im Gegensatz zu den Experimenten in neuronaler Zellkultur, in denen ApoE4 im Vergleich zu ApoE3 unter oxidierten Bedingungen eine geringere antioxidative Aktivität zeigte, wurden keine signifikanten Unterschiede bei Biomarkern des oxidativen Stresses in transgenen Mäusen, die humanes ApoE3 oder ApoE4 exprimieren, gefunden. Auch die unterschiedliche Vitamin E-Versorgung der Versuchstiere zeigte keinen Einfluss auf den oxidativen/antioxidativen Status im Gehirn (2). Dagegen wurden deutliche Effekte des ApoE-Genotyps und der Vitamin E-Versorgung auf Ebene der Transkription AD-relevanter Gene beobachtet (3). Die Ergebnisse deuten

darauf hin, dass andere Effekte als die Veränderung des oxidativen Status im Gehirn in Abhängigkeit des ApoE4-Genotyps bei der Entstehung neurodegenerativer Prozesse eine wichtige Rolle spielen. Möglicherweise sind ApoE-genotypabhängige Effekte bezüglich der neuronalen Regenerationsfähigkeit und Zellzykluskontrolle im Gehirn eher von Bedeutung in der Pathogenese neurodegenerativer Erkrankungen und können durch Nahrungsfaktoren wie Vitamin E moduliert werden.

(1) Jofre-Monseny, L., Loboda, A., Wagner, A. E., Huebbe, P., Boesch-Saadatmandi, C., Jozkowicz, A., Minihane, A. M., Dulak, J. and Rimbach, G., 2007. Effects of apoE genotype on macrophage inflammation and heme oxygenase-1 expression. *Biochem Biophys Res Commun.* **357**, 319-324.

(2) Huebbe, P., Jofre-Monseny, L., Boesch-Saadatmandi, C., Minihane, A. M. and Rimbach, G., 2007. Effect of apoE genotype and vitamin E on biomarkers of oxidative stress in cultured neuronal cells and the brain of targeted replacement mice. *J Physiol Pharmacol.* **58**, 4, 683-698.

(3) Huebbe, P., Schaffer, S., Jofre-Monseny, L., Boesch-Saadatmandi, C., Minihane, A. M., Muller, W. E., Eckert, G. P. & Rimbach, G., 2007. Apolipoprotein E genotype and vitamin E modulate amyloid precursor protein (APP) metabolism and cell cycle regulation. *Mol Nutr Food Res* **51**, 12, 1510-1517.



Globaler und regionaler Klimawandel: mögliche Folgen für pflanzliche Produktionssysteme

H.J. Weigel

Institut für Biodiversität, Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI),
Bundesallee 50; 38116 Braunschweig; 0531/5962501

Der globale Klimawandel ist im Gange und setzt sich weiter fort. Die vorausgesagten Veränderungen mittlerer Klimawerte (weiter zunehmende Erwärmung, Verschiebungen von Niederschlagsverhältnissen, Zunahme der atmosphärischen CO₂-Konzentration) sowie Änderungen in Häufigkeit, Dauer und Stärke von Klimaextremen (Frost-, Hitze- und Trockenperioden, Starkniederschläge, Hagel, Stürme, Hochwasser, Sturmfluten etc.) werden sich auf landwirtschaftliche Kulturpflanzen und auf Agrarökosysteme sowie auf die Agrarproduktion insgesamt unterschiedlich auswirken. Voraussagen zu den regional bzw. lokal konkret zu erwartenden Klimaänderungen sind noch unscharf. Für Europa wird z.B. eine relativ stärkere Zunahme der Durchschnittstemperaturen in den nördlichen (2,5°-4,5° C) im Vergleich zu den südlicheren Breiten (1,5°-4,5° C) angenommen. Vorhersagen zur regionalen Niederschlagsentwicklung sind ebenfalls unsicher. Da wo Wassermangel bzw. Trockenheit bereits heute Probleme bereiten, wird sich die Situation weiter verschärfen. Tritt Wassermangel auf, wird dies die am stärksten wachstumshemmende Klimawirkung sein. Höhere Temperaturen z.B. beschleunigen die Entwicklung bei Getreide, was zu sinkenden Kornerträgen führen würde, während eine mit der Temperaturerhöhung einhergehende Verlängerung der Vegetationsperiode durchaus positive Auswirkungen auf die Anbaumöglichkeiten von bestimmten Kulturen (z.B. Grünland, Zuckerrübe) haben kann. Erhöhte CO₂-Konzentrationen in der Atmosphäre führen dagegen bei den meisten Kulturpflanzen zu einer Stimulation der Photosynthese und des Pflanzenwachstums sowie zu einer Reduktion der Transpiration (sog. „CO₂-Düngeeffekt“). Daraus resultiert u.a. eine erhöhte Wassernutzungseffizienz. In Experimenten sind unter idealisierten Wachstumsbedingungen durch eine CO₂-Erhöhung auf 550-700 ppm Biomasse- bzw. Ertragszuwächse von 10%-35% erzielt worden. Inwieweit sich negative und positive Klimawirkungen gegenseitig beeinflussen, ist von entscheidender Bedeutung für die Vorhersage zukünftiger Erntemengen. Insbesondere die Quantifizierung des CO₂-Düngeeffektes ist eine wesentliche Voraussetzung dafür, modellgestützte Ertragsprognosen zu verbessern, da die physiologische CO₂-Wirkung die Aussagen der Klimamodelle erheblich beeinflusst. Wenig Beachtung findet bisher, welche Folgen der Klimawandel für die Qualität pflanzlicher Produkte haben könnte. Der vorliegende Beitrag gibt einen Überblick über einige gegenwärtige Vorstellungen der möglichen Auswirkungen von veränderten Klimapara-

metern (Temperatur, atmosphärische CO₂-Konzentration etc.) auf die Leistungen von Pflanzen bzw. auf Agrarökosystemparameter. Zusätzlich werden mögliche Wechselwirkungen mit weiteren Wachstumsfaktoren und Anpassungsmöglichkeiten kurz angesprochen.



Does elevated atmospheric CO₂ allow for sufficient crop quality in the future?

Petra Högy^{1}, Herbert Wieser², Peter Köhler², Klaus Schwadorf³; Jörn Breuer³,
Martin Erbs⁴, Simone Weber¹ and Andreas Fangmeier¹*

¹Institute for Landscape and Plant Ecology, University of Hohenheim, 70599 Stuttgart, Germany

²German Research Center for Food Chemistry and Hans-Dieter-Belitz-Institute for Cereal Research Garching, 85748 Garching, Germany

³Landesanstalt für Landwirtschaftliche Chemie, University of Hohenheim, 70599 Stuttgart, Germany

⁴Johann Heinrich von Thünen-Institute, Federal Research Institute for Rural Areas, Forestry and Fisheries, (Institute for Biodiversity), 38116 Braunschweig, Germany

Future atmospheric CO₂ enrichment (IPCC, 2007) may directly affect crops and associated weed species in agroecosystems (Ziska & Runion, 2007), depending on the availability of other resources. Consequences for C₃ species include increased carbon gain and carbohydrate production as well as improved water and nitrogen use efficiency, leading to species-specific reaction patterns in biomass and yield production. Nutrient cycling and the competitive performance of species in plant communities may be altered as well.

One of the most serious effects expected under elevated CO₂ concentrations are the changes in food quality (Kimball et al., 2002; Loladze, 2002). In our experiments we tested whether the altered carbon fixation and nutrient allocation of plants has consequences on the quality of wheat, one of the most important C₃ crops worldwide. Although crop quality is as important as yield, potential CO₂ effects on grain quality aspects are currently not well understood. To identify future impacts on crop yield and quality, wheat and thirteen weed species were grown in a Mini-FACE (free-air CO₂ enrichment) system under ambient (402 μmol mol⁻¹, 24 h mean) and elevated (572 μmol mol⁻¹, 24 h mean) CO₂ treatments. Species productivity was assessed and crop grains were subjected to various chemical analyses and baking quality tests.

As CO₂ enrichment will act as carbon fertiliser, the aboveground biomass production of wheat and most of the weed species was increased. While wheat grain yield was also increased by 13.4%, thousand grain weight was negatively affected due to shifts in grain size classes, resulting in consequences for the crop market value. As a result of the CO₂-induced physiological and biochemical modifications within the plants, grain protein concentration and hence the grain quality of wheat was significantly reduced with potentially far-reaching impacts on nutritional value and use for process-

ing industry. Concentrations of amino acids per unit of flour were decreased by 0.2 to 8.3% due to elevated CO₂ thereby affecting the composition of amino acids, which is likely to indicate negative impacts concerning the bread-making quality. Furthermore, gliadin proteins significantly decreased and gluten concentrations in the grains tended to decline. Changes in certain essential minerals were also found. While concentrations of macro minerals such as sodium, calcium, phosphorus and sulphur were lowered by 0.2 to 4.4%, potassium and magnesium were increased by up to 1.3% due to CO₂ enrichment. In addition, the micro mineral molybdenum was increased, while concentrations of iron, zinc, copper, manganese and aluminium were decreased by up to 5.1% in the high-CO₂ treatment. Rheological and baking parameters defining the cereal quality for industrial processing were also affected by CO₂ enrichment. The resistance of the dough was significantly reduced by about 30%, whereas the extensibility was increased. The bread volume was decreased by more than 10%. Future CO₂ enrichment may thus have a substantial impact on high-quality food provision and safety of agricultural grain products worldwide, especially with regard to consumer nutrition and health, industrial processing and marketing. The results suggest that adjustments in breeding, management, crop processing and the human diet will have to be implemented to maintain the quality requirements for all consumers of grain products in a future CO₂-enriched world.

References

- IPCC, 2007. Climate Change 2007. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
- Kimball, B.A., Kobayashi, K., Bindi, M., 2002. Responses of agricultural crops to free-air CO₂ enrichment. *Advances in Agronomy* 77, 293-368.
- Loladze, I., 2002. Rising atmospheric CO₂ and human nutrition: toward globally imbalanced plant stoichiometry? *Trends in Ecology & Evolution* 17, 457-461.
- Ziska, L.H., Runion, G.B., 2007. Future Weed, Pests, and Disease Problems for Plants. In: P.C.D. Newton, R.A. Carran, G.R. Edwards, P.A. Niklaus (eds.), *Agroecosystems in a Changing Climate*. CRC Press, 261-287.



Heimische Brotgetreidequalität bei Dürre- und Hitzestress

Klaus Münzing und Simone Seling

Max-Rubner-Institut (MRI), Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel
Institut für Sicherheit und Qualität bei Getreide
Schützenberg 12, D-32756 Detmold

Nach den Umwelt- und Klimagutachten sind für Deutschland steigende Durchschnittstemperaturen, niederschlagsärmere Sommer sowie erhöhte Witterungsextreme zu erwarten. Da diese Einflüsse zunächst ertragsbegrenzend für den Getreideanbau wirken, haben mit den Erfahrungen im Dürre- und Hitzesommer 2003 Agrarberater und Züchter Empfehlungen zur Anpassung der landwirtschaftlichen Produktionstechnik und zur Sortenwahl herausgegeben. Die Erntequalität von Brotgetreide wurde in diesem Zusammenhang nicht diskutiert. Mit dem Eintreten der prognostizierten Zunahme der Häufung, Dauer und Intensität solcher Witterungsextreme interessiert zunehmend auch die Wirkung auf die Brotgetreidequalität.

In den seit Jahrzehnten alljährlich durchgeführten Ernteerhebungen zur Brotgetreidequalität ist eine eindeutige Zuordnung von Qualitätsausprägungen auf Klima- oder Witterungseinflüsse schwierig, zumal bei derartigen Zeitreihenanalysen auch der züchterische Fortschritt im heimischen Brotgetreidesortiment berücksichtigt werden muss. Wirkungszusammenhänge lassen sich jedoch identifizieren, wenn das Erntequalitätsprofil durch Ausnahmejahre mit extremen Wachstums- und Abreifebedingungen abrupt wechselt. Insbesondere der Dürre- und Hitzesommer 2006, der von Klimaforschern inzwischen als „Klimaänderungszeuge“ angesehen wird, lieferte bei Weizen aus dem heimischen Anbau Anzeichen für „mediterrane“ Qualitäten.

Die Stresseinflüsse bei Weizen waren 2006 u.a. durch eine überdurchschnittlich schnelle Abreife geprägt, wodurch sich eine suboptimale Kornausbildung und Korn-Mineralstoffverteilung ergab, die die Mahlfähigkeit erniedrigte. Da Weizensorten unterschiedlich auf Trockenheit reagieren, und da die regionale Wasserverfügbarkeit bodenabhängig variiert, ergaben sich je nach Standort jedoch beachtliche Unterschiede in den Qualitätsausprägungen.

Die standort-variierten Stärkebeschaffenheiten beziehen sich beispielsweise auf die α -Amylaseaktivität zur Abreife, vornehmlich in den Späterntegebieten. Die positive Wirkung durch die Julihitze zur Phase der Kornfüllung auf die Stärke ist indes in den Verkleisterungseigenschaften zu sehen, die auf einen guten Stärkeaufbau mit geringerer Angriffbarkeit durch α -Amylasen hindeuten.

Der Anteil an Feinkornstärke - sogenannte B-Stärke, die für eine höhere Wasseraufnahme der Stärke steht - war nach Praxisberichten 2006 auffällig niedrig. Selbst

Weizenanlieferungen aus den verregneten Späterntegebieten profitierten von der guten Stärkequalität: mühlenfähiger Weizen mit Fallzahlen um 160 s zeigte im Gebäck keine Beeinträchtigungen der Krumenelastizität, was in normalen Erntejahren so nicht beobachtet werden kann. Dies dürfte auch dem stabilisierenden Effekt des höheren Proteingehaltes auf die α -Amylasewirkung zuzurechnen sein.

Der Trocken- und Hitzestresseinfluss in der Phase der Kornfüllung führte 2006 bei inländischem Weizen zu vergleichsweise höheren Rohproteingehalten. Dabei stand die technofunktionelle Eigenschaft des kleberbildenden Eiweißes, ausgedrückt als spezifisches Sedimentationsvolumen, nicht in der gewohnten Relation zum Proteingehalt. Hiervon waren tendenziell die ertragsstarken B- und A-Sorten besonders betroffen. Für die schwächere Eiweißqualität dürfte die durch die Stressreaktion der Pflanze ausgelöste Synthese an niedermolekular aufgebauten Gliadinproteinen und an Phospholipiden verantwortlich sein, wie in internationalen Studien über Hitzestress bei Weizen übereinstimmend nachgewiesen werden konnte. Beide Komponenten bestimmen bekannter Weise die viskosen oder weichen Eigenschaften im Klebernetzwerk. Hieraus erklären sich bei vorgegebener Teigkonsistenz die geringeren Wasseraufnahmen.

Die 2006 erzielten Backvolumina und die Elastizität der Gebäckkrumen waren bei angepasster Teigkonsistenz überraschend gut. Nach übereinstimmenden Praxisberichten ergab sich trotz der geringeren Wasseraufnahme kein erhöhter Ascorbinsäurebedarf für die Teigoptimierung. Die für Bäckermehle übliche Ascorbinsäurezugabe wurde schon bald nach der Ernte deutlich zurückgenommen. Dass gegenüber früheren Erntejahren trotz tendenziell weicherer Weizenkleber (niedrigere Gluten-Indexwerte) weniger Ascorbinsäure zur Teigstabilisierung benötigt wurde, liegt im anhaltenden Trend einer zunehmend optimalen Teigbeschaffenheit, was sich auch im Anstieg der spezifischen Backvolumina zeigt. Der Einfluss der Sortenwahl und des züchterischen Fortschritts auf dieses Phänomen ist noch unklar. In zukünftigen Forschungsarbeiten wird festzustellen sein, ob sich bei zunehmenden Wärmeeinflüssen in der Kornfüllphase dieser Trend über alle Weizensorten fortsetzt.

Die Hitzesommer 2003 und 2006 haben das Qualitätsprofil des deutschen Weizens geprägt. Dass Weizen durch Hitzestress ein abweichendes Proteinstressmuster synthetisiert, ist aus den warmen, mediterranen Ländern bekannt und weitgehend erforscht. Dass auch der inländische Weizenanbau hiervon betroffen war, gilt noch als Ausnahme. Andererseits deuten die Qualitätswerte der Weizenernten insgesamt einen leichten Trend zu einem mediterranen Qualitätsprofil an. Dabei wirken Dürre und Hitze sortenabhängig unterschiedlich. Die angebauten E- und EU- Sorten aus dem oberen Qualitätssortiment waren gegenüber Stresswirkungen toleranter als die Weizen aus der A- und vor allem der B-Gruppe mit höherem Ertragspotenzial. Dem hohen Qualitätsniveau des deutschen Anbausortiments ist es wohl zu verdanken, dass bis auf ungünstige Mineralstoffverteilungen und Wasseraufnahmen vorwiegend positive Effekte zu beobachten waren. Auch das geringe Aufkommen an pilzgeschädigten Körnern und Mykotoxinen ist im Erntejahr 2006 positiv zu werten.

Indes ließen die Ernteuntersuchungen an deutschem Öko-Weizen (überwiegend Qualitätssorten) der Ernte 2006 trotz der „mediterranen“ Witterungseinflüsse kein stressbestimmtes Qualitätsprofil erkennen. Es hat den Anschein, dass sich die gleichen Weizensorten im ökologischen Landbau unter Dürre- und Hitzestress anders verhalten. Der heimische Roggen konnte im Erntejahr 2006 überwiegend von der frühen Ernte im Juli profitieren. Dennoch waren Dürre- und Hitzeeinflüsse an niedrigeren Mehlausbeuten und an dem guten Stärkeaufbau (hohe Fallzahlen, Verkleisterungstemperaturen und Viskositäten) festzustellen. Bei niederschlagsarmen Bedin-

gungen und Hitze ist Roggen gegenüber anderen Getreidearten im Vorteil, da auch die Ertragsrückgänge nicht so ausgeprägt ausfallen. Unerwünschter Auswuchs wird unter solchen Bedingungen ebenfalls seltener.

Bei einem Klimawandel ist ein Getreideanbau gefragt, der den prognostizierten Witterungsextremen Stand hält. Deutsches Brotgetreide hat gegenwärtig, lässt man weitere Klimafaktoren wie CO₂ unberücksichtigt, gute Voraussetzungen, auch wenn die Verarbeitung infolge ungünstiger Mehl- und Teigausbeuten wirtschaftliche Einbußen bedeuten kann. So wird auch das Qualitätsaufkommen zunehmend heterogen ausfallen, da Wassermangel (bei Dürre) oder Wasserüberschuss (Regenperioden) nicht gleichmäßig die Anbauggebiete betreffen und nicht alle Sorten gleichermaßen darauf reagieren. Die alljährlichen Detmolder Ernteerhebungen zeigen aber, dass in Dürre- und Hitzestressjahren bislang für das Brotgetreide ungewöhnlich gute Brot- und Gebäckqualitäten erzielt werden können.



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

43. VORTRAGSTAGUNG, 17./18. MÄRZ 2008
JULIUS KÜHN-INSTITUT (JKI)
BUNDESFORSCHUNGSINSTITUT FÜR
KULTURPFLANZEN QUEDLINBURG

Ist die Verbrennung von Getreide zur Energiegewinnung ethisch vertretbar?

Herbert J. Buckenhüskes

DLG – Fachzentrum Land- und Ernährungswirtschaft,
Eschborner Landstraße 122, 60489 Frankfurt

Limitierte Rohstoff- und Energieressourcen bei gleichzeitig weltweit steigendem Bedarf, eine zunehmende Einsicht in die Notwendigkeit umweltschützender Maßnahmen sowie ein immer offensichtlich werdender Klimawandel mit bisher unabsehbaren Folgen sind nur einige Aspekte, welche die zunehmende Nutzung nachwachsender Rohstoffe und erneuerbarer Energiequellen als ethische Pflicht erscheinen lassen. So zählen Biogas und Biodiesel ebenso wie Sonnen- oder Windenergie zu Bausteinen für die Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung.

Ein erheblicher Bedarf an einer rationalen ethischen Reflexion ergab sich zu dem Zeitpunkt, als die Verbrennung von Getreide zur Energiegewinnung zu höheren Erlösen führte als dessen Verwendung als Nahrungsgetreide. Da innerhalb der Gesellschaft heute ein weitgehender Konsens besteht, dass die Natur nicht nur einen ökonomischen Nutzwert, sondern auch einen ästhetischen, kulturellen und symbolischen Eigenwert besitzt, wurde eine ethische Bewertung unumgänglich, da Brotgetreide bei uns einen hohen symbolisch-kulturellen Wert besitzt.

Der notwendige Abwägungsprozess, auch als „Technikfolgenabschätzung“ bezeichnet, ist ein sehr aufwändiges Unterfangen im Spannungsfeld zwischen Ethik, unterschiedlichen Fachdisziplinen, Politik und ökonomischen Interessen.

Ihrer klimawirksamen und ressourcenschonenden Eigenschaften zum Trotz, werden gegenüber der energetischen Nutzung von Getreide durch Verbrennung in der Öffentlichkeit zahlreiche ethische Bedenken geltend gemacht, die sich vor allem auf die kulturell/religiöse Symbolik von Getreide in unserem Kulturkreis sowie auf das Welt hungerproblem beziehen. Getreide und Brot sind bei uns Sinnbilder für Nahrung schlechthin. Es ist noch nicht lange her, dass Europa unter verheerenden Hungersnöten litt und viele von denen, die noch die Hungerjahre des letzten Weltkrieges erlebt haben, besitzen auch heute noch einen erheblichen Respekt vor der Nahrung. Getreide zu verbrennen, erscheint gerade diesen Menschen emotional als eine nicht akzeptable Vernichtung. Da sich die Symbole für den Respekt vor der Nahrung nicht beliebig austauschen lassen, stellt sich in einer Zeit zunehmender Orientierungslosigkeit die Frage, ob es sinnvoll ist, über die doch von zahlreichen Menschen geäußerten Bedenken ohne Not hinwegzugehen.

Die ethisch-kulturellen Einwände sind nicht absolut und unüberwindbar, verpflichten

jedoch dazu, zunächst nach möglichen Alternativen zu suchen, um dann noch einmal in einen Abwägungsprozess einzutreten. Es spricht einiges dafür, dass die Wahl dieses Rohstoffes langfristig weder ökonomisch noch ökologisch eine optimale Lösung darstellt. Kurzfristige Vorteile, die sich vornehmlich aus gerade geltenden und daher auch veränderbaren wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen ableiten, sind aus ethischer Sicht nur von geringem Gewicht.



Effect of ascorbigen on oxidant induced cell death and expression of the phase II enzymes NQO1 and GST in human keratinocytes

Anika E. Wagner and Gerald Rimbach

Institute of Human Nutrition and Food Science, Christian-Albrechts-University Kiel,
Hermann-Rodewald-Str. 6, 24118 Kiel, Germany

Ascorbigen (ABG) is a glucosinolate mainly occurring in *Brassica* vegetables. Generation of ABG appears only in disrupted plant tissue due to myrosinase activation. Myrosinase hydrolyses the ABG precursor glucobrassicin to indole-3-carbinole which in turn reacts with L-ascorbic acid to ABG. Since a high intake of *Brassica* vegetables has been associated with a lower cancer risk, it has been postulated that ABG as a constituent of *Brassica* vegetables may exhibit anticarcinogenic properties. However, the underlying molecular and cellular mechanisms have yet not been fully elucidated. As the incidence of skin cancer is continually increasing in western countries and phase II enzymes are centrally involved in anticarcinogenic mechanisms, cultured human keratinocytes (HaCaT) have been investigated regarding the effect of ABG on oxidant induced cell death and expression of the phase II enzymes NADPH quinone oxidoreductase 1 (NQO1) and glutathione-S-transferase (GST).

HaCaT cells were incubated with increasing concentrations of ABG (0 - 200 $\mu\text{mol/l}$) for 24 h and subsequently stressed with tert-butylhydroperoxide (TBHP) for further 4 h. Following treatment with 10, 25 and 50 $\mu\text{mol/l}$ ABG, the RNA of HaCaT cells was isolated and the transcript levels of NADPH quinone oxidoreductase 1 (NQO1) and glutathione-S-transferase (GST) were determined using quantitative real time PCR. Additionally, the transactivation of the NFE2-related factor 2 (Nrf2), a transcription factor involved in the regulation of most phase II enzymes, was analysed by a dual luciferase reporter gene assay following ABG incubation (10, 25, 50 $\mu\text{mol/l}$) for 24 h.

Although ABG counteracted TBHP induced cytotoxicity dose-dependently, no effects on the mRNA levels of both, NQO1 and GST, and on Nrf2 transactivation were detected. Overall the present data indicate that other mechanisms than the upregulation of NQO1 and GST gene expression as well as the alteration of Nrf2 transactivation are involved in the prevention of TBHP induced cell death by ABG.



Traubenschalen und – kerne als Quelle für die Gewinnung phenolischer Antioxidantien

Thorsten Maier¹, Dietmar R. Kammerer¹, Andreas Schieber^{1,2}, Reinhold Carle¹

¹Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie, Lehrstuhl *Lebensmittel pflanzlicher Herkunft*, Universität Hohenheim, August-von-Hartmann-Str. 3, 70599 Stuttgart

²Department of Agricultural, Food and Nutritional Science, University of Alberta, 410 Ag/For Building, Edmonton, AB, Canada

Obwohl Traubentrester zahlreiche Wertstoffe enthalten, die als natürliche funktionelle Inhaltsstoffe geeignet sind, werden sie bislang meist nur zur Kompostierung oder Bodenverbesserung eingesetzt [1]. Insbesondere die phenolischen Verbindungen haben als techno- und biofunktionelle Komponenten in den vergangenen Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Ihre Gehalte in Trestern verschiedener Kultivare und Jahrgänge variiert jedoch stark, so dass die qualitative und quantitative Analyse der Wertstoffe eine wichtige Voraussetzung für die Auswahl geeigneter Rohstoffe zur Gewinnung phenolischer Antioxidantien als Lebensmittelzusätze darstellt.

Im Rahmen eines Tresterscreenings wurden bis zu 40 phenolische Säuren, farblose Flavonoide, Stilbene und Anthocyane in den Beerenschalen und Kernen (Samen) von 14 Trestern, die der Rot- und Weißweinabereitung entstammten, identifiziert und quantifiziert. Die Trester wiesen generell sehr hohe Polyphenolgehalte auf, was ihre Verwertung lohnenswert erscheinen lässt, zumal sich das Polyphenolspektrum des Tresters kaum von dem der Traube unterscheidet, die als Frischfrucht ein positives Image genießt. Die Anthocyanengehalte betragen bis zu 132 g/kg Trockensubstanz in den aus den Trestern isolierten Schalen. Die phenolische Säuren, Stilbene und farblosen Flavonoide waren im Vergleich zu den Anthocyanen in erheblich geringeren Mengen enthalten mit Ausnahme der Flavan-3-ole in den Samen (bis zu 18,76 g/kg TS) [1].

Unter den Polyphenolen kommt den Anthocyanen die größte Bedeutung zu. In der Regel werden sie wässrig durch Zusatz von Sulfid extrahiert, wobei eine vollständige Entfernung des gebundenen Sulfids im Anschluss an die Extraktion in der Praxis nicht möglich ist. Da Sulfid jedoch selbst in Spuren pseudoallergene Reaktionen hervorrufen kann, ist dessen Einsatz bei der Lebensmittelherstellung bedenklich.

Deshalb wurde ein alternatives Verfahren zur Polyphenolextraktion aus Traubenschalen entwickelt, bei dem auf die Verwendung von Sulfid vollständig verzichtet wird. Durch den Einsatz pektinolytischer und cellulolytischer Enzympräparate wurde eine nahezu erschöpfende Extraktion der Polyphenole erzielt [2]. Insbesondere die

Anthocyanausbeute (ca. 64%) konnte mit dieser Methode im Vergleich zu bislang beschriebenen Verfahren deutlich verbessert werden.

Im Sinne einer ganzheitlichen Verwertung der Nebenprodukte der Weinbereitung, stellen die Presskuchen der Traubenkernölgewinnung eine weitere Quelle phenolischer Antioxidantien dar [3]. Die Quantifizierung der phenolischen Verbindungen in den intakten Samen und deren Pressrückständen zeigte, dass trotz prozessbedingter Polyphenolverluste während der Ölgewinnung die Gehalte an antioxidativen Inhaltsstoffen in den Presskuchen sehr hoch war, so dass auch deren Verwertung lohnenswert erscheint. Extraktionsversuche zeigten, dass mit heißem Wasser (75 °C) eine maximale Ausbeute möglich ist [4].

Die phenolhaltigen Beerenschalen- und Samenextrakte wurden anschließend adsorptiv aufgereinigt und konzentriert. Aus den Eluaten der Adsorbersäule wurde durch Sprüh- und Gefriertrocknung ein pulverförmiges Präparat mit hohem Polyphenolgehalt und guter Wasserlöslichkeit erhalten. Dieses wurde in verschiedene Modellsysteme (Fruchtgummis aus Gelatine bzw. Pektin, Erfrischungsgetränke) appliziert und sechs Monate bei unterschiedlichen Temperaturen und Belichtungsverhältnissen gelagert. Die lagerungsbedingten Verluste der phenolischen Säuren und Anthocyane waren mit bis zu 50 bzw. 83% relativ groß. Demgegenüber nahm der Gehalt an niedermolekularen farblosen Flavonoide infolge Freisetzung aus höhermolekularen Verbindungen im Untersuchungszeitraum sogar zu. Trotz des lichtinduzierten Abbaus einzelner phenolischer Komponenten konnten somit mittels des TEAC- und FRAP-Assays auch am Ende der Lagerung noch hohe Gehalte an Antioxidantien in den Modellebensmitteln bestimmt werden.

Ausblick

Ziel weiterer Untersuchungen ist die Applikation der aus Traubenschalen und Traubenkernen gewonnenen phenolischen Wertstoffe in weiteren Lebensmitteln. Besonderes Augenmerk wird hierbei auf die Anthocyanstabilität gelegt. Darüber hinaus werden derzeit weitergehende Studien zur Aufreinigung und Fraktionierung der Rohextrakte aus Traubenschalen durchgeführt, um Präparationen mit standardisierter Zusammensetzung und damit gleichbleibendem Wirkspektrum zu erhalten.

Literatur

[1] D.R. Kammerer, A. Claus, R. Carle, A. Schieber, Polyphenol screening of pomace from red and white grape varieties (*Vitis vinifera* L.) by HPLC-DAD-MS/MS, *J. Agric. Food Chem.* **2004**, 52, 4360. [2] T. Maier, A. Göppert, D.R. Kammerer, A. Schieber, R. Carle, Optimization of a process for enzyme-assisted pigment extraction from grape (*Vitis vinifera* L.) pomace, *Eur. Food Res. Technol. im Druck*. [3] A. Schieber, D. Müller, G. Röhrig, R. Carle, Effects of grape cultivar and processing on the quality of cold-pressed grape seed oils, *Mitt. Klosterneub.* **2002**, 52, 29. [4] T. Maier, D.R. Kammerer, A. Schieber, R. Carle, Residues of grape (*Vitis vinifera* L.) seed oil production as a valuable source of phenolic antioxidants, *Food Chem.* eingereicht.



Striking a new path for conservation of crop genetic resources: First results of a pilot project to re-introduce old *Lactuca* varieties into the market

C. Lehmann¹, G. Lissek-Wolf¹, R. Vögel² and S. Huyskens-Keil¹

¹Humboldt-Universität zu Berlin, Institute for Horticultural Sciences, Section Quality Dynamics/Postharvest Physiology, Germany;

²Verein zur Erhaltung und Reaktivierung von Nutzpflanzen in Brandenburg (VERN eV), Germany

Within the past decades, numerous plant species and varieties disappeared from agricultural and horticultural use because the demands of intensive production rely on a relative small number of modern elite varieties. The decrease in agrobiodiversity endangers heirloom cultivars and other genetic resources on the one hand and on the other hand the cultural heritage of traditional ways of use.

In a pilot project, we examine the chance of maintaining plant genetic resources by commercial utilization of old varieties and the re-animation of traditional ways of use. We choose *Lactuca sativa* as a model plant because relative to other crops it is easy to grow, has a short period of cultivation and there is a huge number of various accessions available from genebanks. Further, the traditional use as cooked salad has fallen behind the use as fresh vegetable and should be invigorated. In addition, we intend the use of Stem lettuce (*Lactuca sativa* var. *angustana*) to stimulate diversification.

In the majority of cases, information about genebank accessions is restricted to passport data. Therefore we conducted a field trial to evaluate the characteristics of an assortment of genebank accessions. Our aim was to establish useful descriptions of the varieties or to verify those descriptions that were available.

We identified a number of attractive cultivars and examined their suitability for market gardening in cooperation with local gardeners in the region of Berlin and Brandenburg, Germany. The market gardens tested the cultivars for field performance, yield and quality attributes in practice and brought the harvest to the market in their manner customary to test for marketing success.

The objective of the pilot project is to establish a collection of *Lactuca* cultivars suitable for commercial utilization in local market gardens as a tool to maintain old varieties on-farm. Complementary, the pilot project focuses on public relations

concerning crop genetic resources and aims at stimulating consumer's interest for rare crop varieties.

The pilot project is funded by the Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV/BLE) FKZ: 05BM007/2).



Vielfalt und Verarmung Die Anthocyane der Sauerkirsche, *Prunus cerasus* L.

E. Hoberg¹ und M. Schuster²

^{1,2}Julius Kühn-Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen ¹Institut für Ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Erwin-Baur-Str. 27, 06484 Quedlinburg;

²Institut für gartenbauliche Kulturen und Obst, Pillnitzer Platz 3a, 01326 Dresden-Pillnitz

Der Sauerkirschanbau konzentriert sich auf die gemäßigte Klimazone der Nordhalbkugel, vor allem in Amerika und Europa. In Europa befinden sich die größten Produktionsgebiete in Polen (190 000 Tonnen 2002-2004), Ungarn (51 000 Tonnen), und Deutschland (31 000 Tonnen). Auf diese drei Länder entfallen 87 % der gesamten EU-Produktion. Nach Angaben der EU-Kommission (2006) stieg im Zeitraum von 1998-2004 die Sauerkirschenproduktion in der EU-25 im Jahresdurchschnitt um 5 % an.

Die Sauerkirsche wird zum überwiegenden Teil für die Verarbeitungsindustrie angebaut. Nur ein kleiner Anteil wird in Deutschland als Frischware gehandelt. Verarbeitet werden die Früchte zu Saft, Nektar, Konfitüre und Marmelade. Als Nasskonserve oder gefrostete Ware werden die Früchte bevorzugt entsteint konserviert und finden eine breite Verwendung als Bestandteil von Back- und Molkereiprodukten. Ein kleiner Teil wird getrocknet oder als Saft für die Herstellung von Spirituosen und Weinen genutzt. Die Farbe der Früchte und die Farbintensität des Saftes stellen daher wichtige Qualitätsparameter dar. Neuere Untersuchungen zeigen außerdem, dass die Anthocyane zusätzlich zur färbenden Eigenschaft starke antioxidative und entzündungshemmende Wirkungen besitzen. So können sie einen wichtigen Beitrag zu einer gesunden Ernährung leisten.

Die Qualität ist ein Hauptziel in der Sauerkirschenzüchtung. Demzufolge ist der Einsatz chemisch-analytischer Methoden zur Messung der einzelnen Qualitätsparameter bei der Sauerkirsche, wie der Farbintensität, unumgänglich. Die Bestimmung der Inhaltsstoffquantität und -muster sowie deren umwelt- und genotypisch bedingte Veränderlichkeit, die Korrelationen und Wechselwirkungen der einzelnen Komponenten untereinander sowie ihre Einbindung in genetische Karten sind Voraussetzungen für die qualitätsorientierte Züchtung ohne Vernachlässigung anderer Parameter.

Die Farbe der Sauerkirschen basiert auf den Anthocyanprofilen. Um das Spektrum der vorkommenden Anthocyane und ihre quantitative Zusammensetzung in Sauerkirschen zu bestimmen, wurde ein Sortiment von 41 Sauerkirschen sorten untersucht.

Ergänzt wurden diese Analysen durch die Einbeziehung von 12 weiteren Kirscharten und 4 Artbastarden. Ziel der Untersuchungen war es, Informationen zur Zusammensetzung der Anthocyane in der Sauerkirsche und anderen Kirscharten zu erhalten. Da Veränderungen der Farbe während der Verarbeitung der Sauerkirschen in Abhängigkeit von Temperatur, Licht und Zeitdauer auftreten, ist es wichtig, die stabilen Komponenten der Sauerkirschfarbe zu erkennen. Diese Informationen können einen wichtigen Beitrag für die zukünftige Züchtungsarbeit leisten.

Die erarbeitete HPLC-Methode zur Bestimmung der Anthocyane in Sauerkirschen gestattete es, in dem vorliegenden Material 20 Anthocyan Komponenten zu trennen. In der Literatur wurden bisher 8 Anthocyane beschrieben (BLANDO u. a. 2004; CHANDRA, u. a. 1992; SCHWAB 2004). Die noch ausstehende vollständige Identifizierung der nachgewiesenen Anthocyan Komponenten ist darum dringend erforderlich.

Die ermittelte Variabilität und die Veränderungen der Anthocyan Konzentrationen und –profile zeigen, dass während der Entwicklung von Wildarten bis zu angebauten Sorten auch bei der Sauerkirsche eine genetische Verarmung stattgefunden hat. Dies spiegelt sich in einer eingeschränkten qualitativen und quantitativen Variabilität der Anthocyan Komponenten in den Sauerkirscharten im Vergleich zu den meisten Wildarten wider. Die Anthocyanprofile der meisten Sauerkirscharten sind dem von *Prunus fruticosa* sehr ähnlich.

Wichtig für die Züchtung sind Genotypen mit farbstabilen Anthocyan Komponenten. Weiterführende Arbeiten müssen vor allem der analytischen Charakterisierung sowie der Vererbung dieser Merkmale gewidmet werden. Die vorgestellte HPLC-Methode zur Anthocyanbestimmung ist für die Routineuntersuchungen im Rahmen der Sauerkirschartzüchtung und darüber hinaus in der Kulturpflanzenforschung geeignet. Sie ermöglicht eine effektive Arbeitsorganisation auch über entfernte Standorte und längere Ernteperioden hinweg.

Die Variabilität der Anthocyanmuster der Sauerkirscharten und Wildarten ermöglicht es, zukünftig wertvolles Ausgangsmaterial zu selektieren und für die Züchtung zu empfehlen.

Literatur

- BLANDO, F., GERARDI, C. and NICOLETTI, I.: 2004, Journal of Biomedicine and Biotechnology, 253-258.
- CHANDRA, A., NAIR, M. G. and IEZZONI, A.: 1992, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 40, 967-969.
- SCHWAB, W., 2004, Integriertes Praktikum Bio-Medizin / Lebensmittelwissenschaft WS 2004/2005, Teil J: LC-MS_ Untersuchung von Pflanzenextrakten.



Identification of phenolic compounds in sainfoin (*Onobrychis viciifolia*)

Ionela Regos and Dieter Treutter

Technische Universität München, Unit of Fruit Science – Fruit Tree Physiology,
85354 Freising, Dürmast 2

Sainfoin is a forage legume with excellent nutritional and veterinary properties, namely prevention of bloat and controlling nematode parasitism in ruminants. These beneficial effects are thought to be due to the particular tannin structure, characteristic of sainfoin. However, since the formation of other polyphenol classes may interfere with tannins, they also need to be investigated. The purpose of this study was to isolate and identify the phenolic compounds from sainfoin, variety Cotswold Common.

The acetone/water extract of leaves and stems from sainfoin plants was concentrated by evaporation under vacuum and defatted using chloroform. The remaining aqueous extract was further partitioned using water/ethyl acetate to remove the polar impurities such as sugars. Fractionation of the ethyl acetate phase by column chromatography on Sephadex LH-20 using a methanol-water step gradient yielded 50 fractions. All fractions were examined by TLC, HPLC and HPLC-ESI-MS/MS for their phenolic constituents. Cinnamic and benzoic acids, dihydroflavonols and flavone-C-glucosides were characterised. Flavan-3-ol monomers as well as dimeric and trimeric condensed tannins were also selectively detected using HPLC with post column derivatisation [Treutter, 1989; Treutter et al., 1994]. In addition, preparative TLC using polyamide plates was used to isolate individual glycosides of the flavonols quercetin, kaempferol, myricetin and isorhamnetin from the partially purified ethyl acetate fractions. After hydrolysis of the glycosides, the position of the sugar moieties was investigated by spectral properties after addition of diagnostic reagents. Three of them were completely identified as the -3-rutinosides of quercetin, kaempferol, isorhamnetin and further two as branched -3-rhamnosylrutinosides of quercetin and kaempferol.

References

- Treutter, D., 1989. J. Chromatogr. 467:185-193.
Treutter, D., 1994. J. Chromatogr. 667:290-297.

Hydroxybenzoic acids

4-Hydroxybenzoic acid

Protocatechuic acid

Vanillic acid glucoside Gallic acid

Hydroxycinnamic acids

trans-p-Coumaric acid

cis-p-Coumaric acid glucoside

trans-p-Coumaric acid glucoside

cis-p-Coumaroylquinic acid

trans-p-Coumaroylquinic acid

trans-p-Coumaroylmalic acid

Caffeic acid

cis-Caffeic acid glucoside

trans-Caffeic acid glucoside

trans-p-Caffeoylglucose

cis-Neochlorogenic acid

trans-Neochlorogenic acid

cis-Ferulic acid glucoside

trans-Ferulic acid glucoside

trans-Feruloylglucose

cis-Feruloylquinic acid

Cryptochlorogenic acid

n-Chlorogenic acid

Flavonols

Kaempferol-3-rutinoside

Kaempferol-3-rhamnogalactoside

Kaempferol-3-rhamnourutinoside

Quercetin-3-glucoside

Quercetin-3-rutinoside

Quercetin-3-rhamnoglucoside

Isorhamnetin-3-rutinoside

Isorhamnetin-3-rhamnourutinoside

Dihydroflavonols

Dihydrokaempferol-glucoside

Dihydroquercetin

Dihydroquercetin-glucoside

Flavones

Apigenin-6-C-glucoside

Apigenin-8-C-glucoside

Luteolin-8-C-glucoside

Flavanols

Catechin

Epicatechin

Epigallocatechin

Procyanidin B2

Procyanidin B3

Procyanidin B4

Gallocatechin

Other identified substances

Arbutin, (Hydroquinone)

L-Tryptophan, (Amino acid)

Rapid discrimination of different buchu chemotypes applying various mid-infrared and Raman spectroscopy methods

Hartwig Schulz¹, Marena Manley², Rolf Quilitzsch¹, Elizabeth Joubert³

¹Julius Kuehn Institute (JKI), Federal Research Centre for Cultivated Plants, Institut für Ecological Chemistry, Plant Analysis and Stored Product Protection, 06484 Quedlinburg, Germany

²Department of Food Science, Stellenbosch University, South Africa,

³Post-Harvest and Wine Technology Division, ARC Infruitec-Nietvoorbij, South Africa

Buchu (*Agathosma betulina*, family Rutaceae) is a shrub with rounded leaves dotted with oil glands which is indigenous to South Africa. It is well-known as a diuretic and mild urinary antiseptic drug. In small doses it serves as an appetite stimulant and shows good digestive, carminative and antispasmodic properties [1]. Round-leaf buchu is regarded as being safe in most countries in the world. Buchu oil is hydro-distilled from the dried leaves and the quality of the oil is mainly evaluated in terms of the individual diosphenol (high levels required) and pulegone (low levels required) contents. The oil is increasingly used in perfumery (in chypre bases and in certain types of Eaux-de-Cologne) but it has also some significance as a flavour ingredient especially in fruit aromas. Main components of the oil are limonene, menthone, isomenthone, pulegone, iso-pulegone, diosphenol and pseudo-diosphenol [2]. Usually the composition of the oil is analysed by gas chromatography methods. In order to reduce efforts and time necessary for analytical measurements new methods have been developed to evaluate the potential of mid-infrared and Raman spectroscopy. A feasibility study performed on a limited number of buchu leaf oil samples from two seasons and a number of different localities confirmed the potential of both applied vibrational spectroscopy techniques as a useful approach to rapidly quantify the individual amount of all relevant volatile buchu oil substances mentioned above.

Generally, ATR-IR and Raman spectra obtained from the individual essential oils are mostly well-structured and present characteristic key bands of the main volatile terpenoid substances (Figure 1). Based on specific marker bands produced by the individual volatile substances, spectroscopic analyses in principle allow discriminating different buchu species and even chemotypes among the same species. Apart from various C-H stretching vibrations between 2800 and 3100 cm^{-1} ATR-IR spectra predominantly show C=O stretching bands of diosphenol, pulegone, isomenthone and menthone in the range from 1680 to 1710 cm^{-1} . Contrary to that the corresponding C=O Raman signals are comparatively weak. The strong Raman and IR bands observed at 1644 and 1642 cm^{-1} in the spectra of the diosphenol-type are due to

stretching vibrations of C=C bonds. Combination of vibrational spectroscopy and hierarchical cluster analysis provides a fast, easy and reliable method for chemotaxonomy determination of main oil components applying the PLS algorithm results in comparatively high R^2 and low SECV values. The ability to monitor rapidly various buchu oils makes it possible to efficiently select high-quality single plants from wild populations as well as progenies of breeding experiments. Furthermore, both vibrational spectroscopy methods applied in this study can be used in the flavour and fragrance industry in order to perform fast quality checks of incoming raw materials as well as continuous controlling of distillation processes.

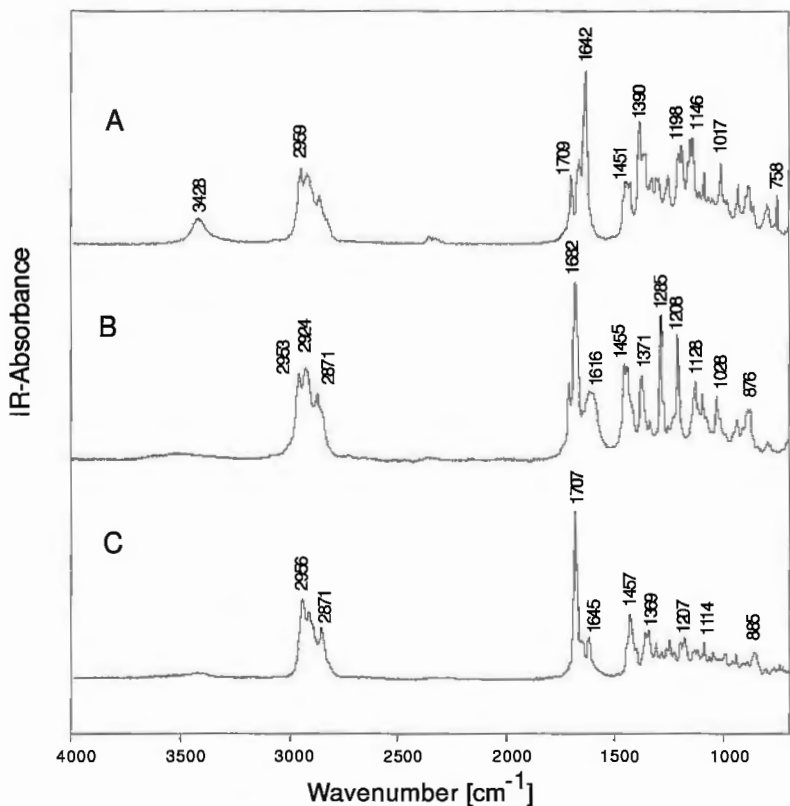


Fig. 1: ATR-IR spectra obtained from different buchu leaf oils.
 A: 28.8 % diosphenol, 22.2 % pseudo-diosphenol, 23.2 % limonene
 B: 74.9 % pulegone, 7.7 % limonene
 C: 51.4 % iso-menthone, 15.3 % menthone, 7 % limonene, 6.6 % pulegone

- [1] Simpson, D. (1998) Buchu – South Africa’s herbal remedy. *Scottish Medical Journal* **43**, 189-191.
 [2] Kaiser, R.; Lamparsky, D.; Schudel, P. (1975) *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **23**, 943-950.



Schnellbestimmung von Komponenten des ätherischen Öls von Petersilie mittels Diamant-ATR-Infrarotspektroskopie

Rolf Quilitzsch¹, Hans Krüger¹, Frank Marthe², Ulrike Lohwasser³

¹JKI, Institut für ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz,
06484 Quedlinburg

²JKI, Institut für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen und Obst,
06484 Quedlinburg

³Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung, 06466 Gatersleben

Petersilie (*Petroselinum crispum* [Mill.] Nym.) ist eine alte Kulturpflanze mediterranen Ursprungs mit weltweiter Verbreitung in der gemäßigten und der subtropischen Klimazone. In einem groß angelegten Vergleichsanbau wurden alle 201 verfügbaren Akzessionen von Petersilie der Deutschen Genbank des Leibniz-Institutes für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK) in Gatersleben und 19 Herkünfte des Institutes für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen und Obst, Quedlinburg des Julius-Kühn-Institutes (JKI) an den Versuchsstandorten Quedlinburg und Gatersleben angebaut. Dieses Material stellt einen bedeutenden Teil der weltweit vorhandenen Variabilität der untersuchten Art dar. An dem Versuch wurden die im folgenden aufgeführten Gruppen von Merkmalen erfasst: morphologische Merkmale (Wurzel, Blatt, Blüte), Diagnose und Ermittlung der Befallsstärke aller unter natürlichen Befallsbedingungen auftretenden Phytopathogene, Sensorik des Geschmacks sowie des nasalen und des retronasalen Geruchs, Menge und Zusammensetzung der ätherischen Öle von Blatt und Samen nach Destillation, flüchtige Inhaltsstoffe nach Headspace Festphasen-Mikroextraktion Gas-Chromatographie (HS-SPME-GC), molekulare Marker und durchflusszytometrische Bestimmung des Ploidiegrades ausgewählter Genotypen.

Die Gewinnung des ätherischen Öles erfolgte jeweils aus 20 Gramm getrocknetem Blattmaterial durch Destillation nach DAB. Mittels GC-Analyse konnten 11 ÖlkompONENTEN quantitativ bestimmt werden (als % - Anteil im Öl). Parallel zur GC-Analyse wurden von den 220 Petersilienölen Spektren im mittleren Infrarot gemessen. Die Messungen erfolgten an einem FT-IR-Spektrometer EQUINOX 55 (Bruker Optik GmbH, Ettlingen, Deutschland) unter Verwendung einer Diamant-ATR-Vorrichtung mit 9-fach Reflexion (RESULTEC Analytic Equipment, Oberkirchberg, Deutschland) im Wellenzahlbereich von 4000 cm⁻¹ bis 650 cm⁻¹. Die Methode der abgeschwächten Totalreflexion (ATR) ist für flüssige Proben eine heute verbreitete Reflexionsmethode in der Infrarotspektroskopie. Fällt IR-Strahlung durch ein Medium mit relativ hohem

Brechungsindex (Diamantkristall) auf die Grenzfläche zu einem Medium mit kleinerem Brechungsindex (Ölprobe), so wird die Strahlung an dieser Grenzfläche fast vollständig reflektiert. Bei der Totalreflexion dringt die Strahlung zum Teil in das angrenzende Medium (Ölprobe) ein und wird bei substanzspezifischen Wellenzahlen absorbiert. Die Diamant-ATR-Vorrichtung erlaubt einen schnellen Probenwechsel und erfordert nur einige Mikroliter Öl für eine spektrale Messung.

Die Auswertung der Spektren erfolgte mit dem Programm Opus/Quant 2.0 (Bruker Optik GmbH Ettlingen, Deutschland). Es handelt sich dabei um ein Quantifizierungsprogramm, welches die gemessenen Spektren von Proben mit den analysierten Inhaltsstoffgehalten der gleichen Proben zum Zwecke einer multivariaten statistischen Kalibrierung (PLS-Verfahren) verknüpft. Ist eine derartige chemometrische Kalibrierung erfolgreich, ist es möglich, allein aus den gemessenen Spektren die entsprechenden Inhaltsstoffgehalte von Proben vorherzusagen. Die Vorhersage jedes Gehaltes wird durch eine Kreuzvalidierung („leave one out“-Prozedur) getestet. Die Güte der Vorhersage wird durch zwei statistische Maße angegeben: das Bestimmtheitsmaß R^2 und den Vorhersagefehler RMSECV (root mean square error of cross validation = mittlerer quadratischer Fehler der Kreuzvalidierung).

Tabelle 1: Konzentrationsbereich und Gütewerte der PLS-Statistik für Petersilienöl-inhaltsstoffe

Ölkomponente	Bereich (%)	R^2	RMSECV (%)
Apiol	0,00 - 41,01	1,00	0,61
α ,p-Dimethylstyrol	2,88 - 25,35	0,97	0,70
Limonen	1,71 - 6,54	0,83	0,36
Myrcen	1,36 - 27,34	0,97	0,89
Myristicin	0,00 - 57,97	0,99	1,14
β -Phellandren	1,81 - 34,75	0,97	1,13
1,3,8-p-Menthatrien	1,71 - 54,73	0,97	1,89

Für 6 Komponenten des Petersilienöls lieferten die Kalibrierrechnungen ein sehr gutes Bestimmtheitsmaß (Tabelle 1). Für diese Inhaltsstoffe bietet die Diamant-ATR-Infrarotspektroskopie eine schnelle und preisgünstige Alternative, um die zeitaufwendige chromatographische Untersuchung von Petersilienölen teilweise zu ersetzen. Die spektroskopische Messung einer Ölprobe und anschließende Auswertung (bei vorhandener Kalibrierung) erfordert einen Zeitaufwand von lediglich 90 sec. und hat damit gegenüber der etwa einstündigen GC-Analyse einen deutlichen Zeitvorteil.



Beiträge zur Charakterisierung der genetischen Variabilität in Petersilie (*Petroselinum crispum*)

Struckmeyer¹, T., Budahn, H.¹, Ulrich, D.², Lohwasser, U.³, Krüger, H.², Ho-
berg, E.², Schrader, O.¹, Börner, A.³ und Marthe, F.¹

¹Institut für Züchtungsforschung an Gartenbaulichen Kulturen und Obst (ZGO) und

²Institut für ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz des Julius
Kühn-Institutes, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI),
Erwin-Baur-Straße 27, D-06484 Quedlinburg,

³Deutsche Genbank, Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung
(IPK), Corrensstraße 3, D-06466 Gatersleben

Die alte Kulturpflanze Petersilie (*Petroselinum crispum* (Mill.) Nym., Fam. *Umbelliferae*) wurde bis ins 16. Jh. überwiegend als Heilpflanze genutzt, wobei neben anderen Indikationen die diuretische Wirkung im Vordergrund stand. Gegenwärtig ist Petersilie die bedeutendste Gewürzpflanze im deutschen Anbau mit ca. 1700 ha. Auch als Gemüse kommt der Wurzelpetersilie eine gewisse Bedeutung zu. Petersilie wird weltweit in der gemäßigten und der subtropischen Klimazone angebaut.

Die ätherischen Öle, vorwiegend das ätherische Samenöl werden in der Nahrungsmittelindustrie und als Duftstoff in der Parfumerie genutzt. Die Zusammensetzung der flüchtigen Inhaltsstoffe von frisch geernteter Petersilie und auch der ätherischen Öle wurden in der Vergangenheit eingehend untersucht. Im Gegensatz dazu ist die Vielfalt der flüchtigen Stoffwechselprodukte verschiedener Sorten und Herkünfte weitestgehend ungeklärt.

Taxonomisch werden die Convarietäten *crispum* und *radicosum* unterschieden. Letztere schließt alle Formen mit einer verdickten, rübenförmigen, nicht verholzten, schmackhaften Wurzel ein. Glattblättrige Wurzelpetersilien werden der Varietät *tuberosum* und krausblättrige Typen der Varietät *erfurtense* zugeordnet. Innerhalb der Convarietät *crispum* mit glatten Laubblättern werden abgetrennt die Wildform mit verholzten Blattstielen und -rippen als Varietät *silvestre*, Typen ohne Verholzung mit stark verlängerten Blattstielen als Varietät *neapolitanicum* sowie Typen ohne Verholzung und nicht verlängerten Blattstielen als Varietät *vulgare*. Formen innerhalb der Convarietät *crispum* mit krausen Blättern werden zur Varietät *crispum* zusammengefasst (verändert nach Danert S. Zur Gliederung von *Petroselinum crispum* (Mill.) Nym. Kulturpflanze 1959;7:73-81).

An zwei Standorten (IPK, Gatersleben und IGK der BAZ, Quedlinburg) wurden jeweils 220 Prüfglieder angebaut. Bei diesen 220 Prüfgliedern handelt es sich um das komplette Sortiment der Deutschen Genbank im Institut für Pflanzengenetik und Kul-

turpflanzenforschung in Gatersleben mit 201 Akzessionen sowie 19 Muster des Institutes für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen und Obst in Quedlinburg. An beiden Standorten wurden neben agronomischen Daten morphologische Merkmale des Blattes und der Wurzel sowie in der kommenden Vegetationsperiode auch der Blüte umfangreich erfasst. Inhaltsstoff- und Aromauntersuchungen erfassen die qualitativen und quantitativen Unterschiede der ätherischen Öle sowie anderer flüchtiger Substanzen. Die sensorische Bewertung möglichst aller Prüfglieder erfolgt ebenso, wie die zytologische Charakterisierung des Ploidiegrades ausgewählter Prüfglieder. Es wurden alle auftretenden Phytopathogene diagnostiziert und die Befallsstärke jeweils bonitiert. Es gab einen ungewöhnlich starken Befall von falschem Mehltau (*Plasmopara crustosa*), der zu deutlichen Unterschieden in den Befallsstärken der Prüfglieder führt. Auch durch die Erreger der *Septoria*- und der *Alternaria*-Blattflecken (*Septoria petroselini* und *Alternaria radicina*) wurde jeweils ein deutlicher Befall ausgelöst, der ebenso, wie der starke Befall durch echten Mehltau (*Erysiphe heraclei*) bonitiert werden konnte. Hierbei erwachsen jedoch bedingt durch die Mischinfektionen Schwierigkeiten in der Diagnose. Mittels molekularer Marker (RAPD, dpRAPD, AFLP) wurde die intraspezifische Variabilität bestimmt. Das vorläufige Ergebnis zeigt eine Teilung der 219 analysierten Herkünfte in zwei Hauptgruppen (132 und 87 Herkünfte) mit einer euklidischen Distanz von ca. 0,8. Alle Herkünfte der var. *radicosum* befinden sich in der kleineren Gruppe und alle der var. *crispum* mit einer Ausnahme gruppieren sich in der größeren Gruppe. Über beide Gruppen sind die Herkünfte der var. *vulgare* und var. *neapolitanicum* verteilt.

Die Strukturen der flüchtigen Inhaltsstoffe wurden von einem schnellen, nicht zielgerichteten Analysenansatz in homogener Blattmasse bestimmt. Hierzu wurde eine automatisierte „headspace solid phase microextraction“ (HS-SPME), Gas-Chromatografie (FID oder MS Detektor) und eine Datenverarbeitung mittels Mustererkennung durchgeführt. Mit dieser Methode war der gesamte Bereich aller Peaks einer Chromatogramm-Menge über einem Schellenwert detektierbar. Erste Ergebnisse zeigen, dass die untersuchten Petersilienherkünfte sich ebenfalls auf zwei unterschiedliche Chemotypgruppen verteilen. Die zwei Gruppen unterscheiden sich hauptsächlich bezüglich der jeweiligen Gehalte von β -Myrcen sowie Minorcomponenten wie p-Cymen, Allocimen und α -Terpinen.

Die Gruppierungen auf der Basis molekularer Marker bzw. des ungerichteten Ansatzes zur Erfassung flüchtiger Inhaltsstoffe sind nahezu deckungsgleich. Lediglich ca. 15 Herkünfte sind der jeweils anderen Gruppe zugeordnet.

Diese Ergebnisse stellen jeweils eine erstmalige Beschreibung der Variabilität der Petersilie mit Hilfe molekularer Marker bzw. HS-SPME dar. Die Verbindung beider Ansätze stellt versuchsmethodisch eine weit über die beschriebene Art hinausweisende Entwicklung dar, deren Erkenntnispotential Beiträge zur Stoffwechselsteuerung ebenso wie zur Phylogenese erwarten lässt. Neben diesen methodischen Entwicklungen wird nach Auswertung aller Ergebnisse dieses umfangreichen Vergleichsanbaues ein gut evaluiertes Sortiment zur Verfügung stehen, das neben praktischen Nutzungsaspekten die Grundlage für eine Revision des bisher genutzten taxonomischen Systems von Danert bildet.



Evaluierung einer Knoblauch-Kollektion aus der Bundeszentralen Kulturpflanzenbank hinsichtlich der Cysteinsulfoxidgehalte

Hartwig Schulz¹, Christine Zanke², E. R. Joachim Keller²

¹Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Erwin-Baur-Str. 27, D-06484 Quedlinburg

²Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK), Abteilung Genbank, Corrensstraße 3, D-06466 Gatersleben

Bereits seit dem Altertum wird Knoblauch (*Allium sativum* L.) als Nahrungsmittel und Heilpflanze sehr geschätzt. Dabei wurde vor allem die antiinfektiöse Wirksamkeit der Droge genutzt; in Indien diente z.B. eine antiseptische Schüttelmixtur aus Knoblauch zur Behandlung von Wunden und Geschwüren. Man geht davon aus, dass die Knoblauch-Pflanzen bereits seit dem 8. Jahrhundert in unserer Region (vor allem in den Klostergärten) kultiviert wurden. Neben den Speicherkohlenhydraten (vor allem Fructane) kommen in den Knoblauchbulben unterschiedliche schwefelhaltige Verbindungen wie z.B. die geruchlosen Cysteinsulfoxide (hauptsächlich Alliin) vor, die in Gegenwart von Alliinase zu Thiosulfonaten, Allicin sowie diversen Alk(en)yl(poly)sulfiden umgesetzt werden. Als Darreichungsform werden im Handel heute insbesondere Dragées mit Knoblauchpulver, Weichgelatine-Kapseln mit Knoblauchöl oder – mazeraten sowie Knoblauchsäfte angeboten. Aufgrund jüngster pharmakologischer Untersuchungen gilt es heute als gesichert, dass die im Knoblauch enthaltenen, schwefelhaltigen Sekundärmetabolite dazu beitragen, die Fließeigenschaften des Blutes zu verbessern, den Blutdruck zu senken und insgesamt verschiedene Parameter des Fettstoffwechsels günstig zu beeinflussen. Außerdem liegen heute zahlreiche Belege für die bereits bekannten entzündungshemmenden Eigenschaften des Knoblauchs vor. Der durchschnittliche Alliingehalt von Knoblauchzwiebeln wird in der Literatur mit etwa 0,2 bis 1,0 g/100g Trockensubstanz angegeben [1,2]. Zur Herstellung von Knoblauchpräparaten werden seitens der verarbeitenden Industrie allerdings Bulben mit einem höheren Anteil an Cysteinsulfoxiden gewünscht; nach Möglichkeit sollten die Gehalte deutlich oberhalb von 1,0 g/100g TM liegen. Aus diesem Grunde wurde mit Hilfe einer kürzlich entwickelten HPLC-MS²-Methode [3] im Rahmen dieser Studie ein umfangreiches Screening von Genbank-Akzessionen hinsichtlich des jeweiligen Cysteinsulfoxid-Gehaltes durchgeführt. Das hierbei analysierte Pflanzenmaterial entstammte der Knoblauch-Kernkollektion der Kulturpflanzenbank des Leibniz-Institutes für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK) in Gatersleben.

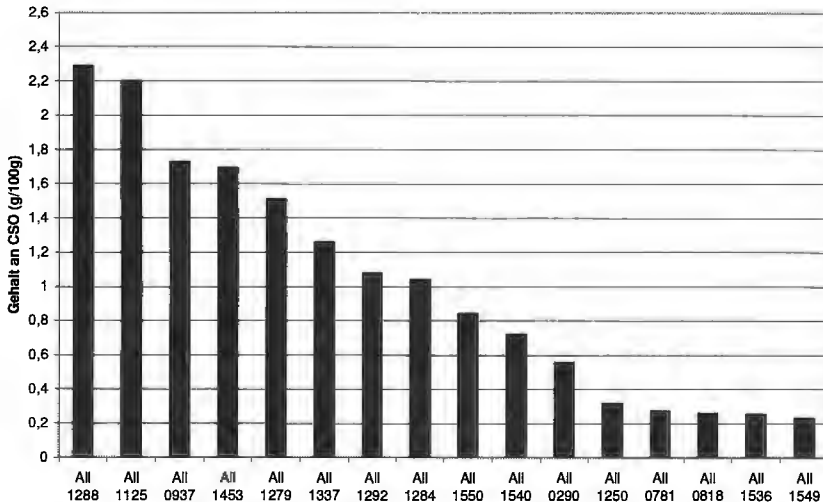


Abb.1: Cysteinsulfoxid-Gesamtgehalte der mittels HPLC-MS charakterisierten Knoblauch-Akzessionen aus der Kulturpflanzenbank des IPK in Gatersleben

Innerhalb der untersuchten Knoblauch-Akzessionen ist eine außergewöhnlich hohe Variabilität bezüglich des Merkmals „Cysteinsulfoxid-Gehalt“ festzustellen (Abbildung 1). Die ermittelten Werte reichen von 0,25 bis zu 2.3 g/100 g Trockenmasse. Für eine kommerzielle Nutzung (z.B. Herstellung von Knoblauch-Extrakten) sind vor allem die Akzessionen mit den Bezeichnung All 1288, All 1838 und All 1453 besonders geeignet. Außer den jeweiligen Alliingehalten wurden in den unterschiedlichen Knoblauch-Pflanzenöl-Extrakten auch die enzymatisch gebildeten schwefelhaltigen Aromastoffe (vor allem Dialk(en)ylpolysulfide) bestimmt. Außerdem wurden die einzelnen Knoblauch-Muster von einem geschulten Verkosterpanel humansensorisch charakterisiert. Darüber hinaus wurden die genotypspezifischen Unterschiede zur infraspezifischen Gliederung der Art *Allium sativum* in Beziehung gesetzt.

Literatur

- [1] E. Block: Die Organoschwefelchemie der Gattung *Allium* und ihre Bedeutung für die organische Chemie des Schwefels, *Angew. Chem.* 104 (1992) 1158-1203
- [2] S.J. Ziegler, B. Meier, O. Sticher: Knoblauchanalytik – Neue Möglichkeiten für die qualitative und quantitative Bestimmung genuiner Inhaltsstoffe, *Dtsch. Apoth. Zeitung* 129 (1989) 318-322
- [3] K. Ziegert, W. Schütze, H. Schulz, M. Keusgen, F. Gun, E.R.J. Keller: Efficient determination of cysteine sulphoxides in *Allium* plants applying new biosensor and HPLC-MS2 methods. *J. Appl. Bot. & Food Quality* 80, (2005) 31-35

Preservation of biodiversity of chosen Egyptian medicinal plants by *in vitro* culture

*S.H. Khattab*¹, *W.D. Ibenthal*²

¹Suez Canal University, Faculty of Agriculture, Dep. of Horticulture, Ismailia – Egypt.

²Biozentrum Klein Fottbek, Ohnhorststrasse 18, D-22609 Hamburg

Intensive collection may lead to extinction of wild (natural) flora. This is true, especially for wild medical plants in Egypt. For example, in Southern Egypt three wild bush plants (*Calotropis procera* `Ait`, *Cleome* sp., *Solenostemma argel* `Del.`) are under hard perishment. All three species are used for ethno-medical purposes in Egypt and otherwhere in Near East.

Seeds were collected on natural places in the wadi Allagi Aswan region. These seeds were treated with several procedures to get reasonable germination rates under greenhouse conditions. Germinated seedlings were planted in Floraton 3/Sand (1:1) mixture and cultivated under 25°C, 50 rel. humidity, and artificial light (12h/d). Shoot tips and stem cuttings (5-10 mm) were sterilized by soaking on Ethanol (70%) for 3-5 seconds followed by NaOCl (3%) for 10 min. After that, they were washed with sterilized tap water 3 times under air-lamia flow. The shoot tips and cuttings were cultured on WPM, B5 and MS – medium, respectively, supplemented with 0.0, 1.0, 2.0 and 4.0 mg.l⁻¹ BA for sprout generation, and NAA or IBA for root generation, respectively.

Rates of germination of wild plant species vary extremely. This was also true for the three species, we used for this investigation. For *Cleome* sp. we still had up to Feb. 2008 no germination success.

Cell multiplication from stem cuttings was better than from shoot tips. Therefore, we used these to find optimal growth conditions for sprouting depending on cytokinin (BA)- concentrations.

Sprouting is shown for *Solenostemma argel* `Del` and *Calotropis procera* `Ait` 56 days after start of the experiment.

Fresh formed sprouts from *Solenostemma argel* `Del.` and *Calotropis procera* `Ait`, respectively, were mounted on NAA or IBA-rooting media. Concentrations of NAA and IBA vary between 0.1 and 0.4 mg.l⁻¹, a part of each set was treated with charcoal (1.0 g.l⁻¹). Rooting seems to be optimal between 0.2 and 0.4 mg.l⁻¹ NAA, but experiments still are running.

Tissue cultures from germinated young plants of *Solenostemma argel* `Del.` and

Calotropis procera `Ait` are possible and will help for survival of these plant species under perishment by wild flora collections. With both species sprouting conditions were worked out. Rooting and whole plant regeneration experiments are in progress and will be finished in April 2008.

Literature

Hamed, A., 2001 New steroids from *Solenostemma argel* `Del.` leaves. *Fitoterapia* 72 (7), 747-755.

Tackholm, V., 1974. Students Flora of Egypt, second ed.. Cooperative Printing Co, Beirut, p. 410.



Untersuchungen zur Saisonalität des Salicylat- und Phenolglykosidgehaltes in der Rinde von drei *Salix*-Arten

N. Förster^{1a}, *C. Ulrichs*^{1a}, *M. Zander*^{1b}, *R. Kätzel*² & *I. Mewis*^{1a}

¹Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Gartenbauwissenschaften, Deutschland

^{1a}Fachgebiet Urbaner Gartenbau, Lentzeallee 55-57, 14195 Berlin

^{1b}Arbeitsgruppe Vermehrungstechnologie und Baumschulwesen, Lentzeallee 75,
14195 Berlin

²Landesforstanstalt Eberswalde, Fachbereich Waldentwicklung/Monitoring,
Deutschland, Alfred-Möller-Straße 1, 16225 Eberswalde

Eine Vielzahl pflanzlicher Arzneimittel ist schon seit Jahrhunderten für ihre heilsamen Kräfte auf den menschlichen Organismus bekannt. So wird auch der Weidenrinde eine antientzündliche, fiebersenkende und schmerzlindernde Wirkung zugeschrieben. Erst Ende des 20. Jahrhunderts sorgten medizinische Studien mit Weidenrindenextrakten wieder für zunehmende Aufmerksamkeit. Die Hauptwirkung von Weidenrinde wird den Salicylaten (Salicin und deren Derivate) zugeschrieben. Zur Harmonisierung sogenannter Phytopharmaka dienen die so genannten ESCOP-Monographien. Die 1989 als Dachorganisation der nationalen Gesellschaften für Phytotherapie auf europäischer Ebene gegründete ESCOP hat inzwischen 60 Monographien über Arzneipflanzen und ihre Zubereitungen publiziert, in denen alle bekannten Daten von pharmakologischen und klinischen Studien ausgewertet sind. Demnach muss Weidenrindenmaterial einen Mindestgehalt von 1 % Gesamtsalicin aufweisen. Dabei muss jedoch beachtet werden, dass die Gehalte jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen. Im Rahmen dieser Arbeit fanden Untersuchungen zur Saisonalität des Salicylat- und Phenolglykosidgehaltes mit drei verschiedenen *Salix*-Arten statt. Des Weiteren wurde überprüft, ob eine Klonvariabilität innerhalb der Arten besteht.

Im April und Mai 2006 wurden Steckholzsammlungen in Nordost-Deutschland und Nordwest-Polen durchgeführt. Anhand der höchsten Phenolglykosidgehalte wurden 7 Klone von *S. daphnoides* und *S. purpurea* sowie 4 Klone von *S. pentandra* für die Analysen zur jahreszeitlichen Dynamik verwendet. Die für die vorliegende Arbeit verwendeten Weidenrindenproben wurden an drei Terminen im März, Juni und Juli 2007 genommen. Mittels eines Sparschälers wurde die Rinde der mittleren Triebbereiche entfernt und in flüssigem Stickstoff schockgefroren. Die gefriergetrockneten Proben wurden gemahlen und die Sekundärmetabolitextraktion erfolgte mit 80 % Methanol. Die spezifisch auftretenden Phenolglykoside wurden qualitativ und quantitativ mittels HPLC bestimmt. Die chemischen Verbindungen, welche in der Weidenrinde nachgewiesen werden konnten, waren Salicin, Picein, Syringin,

2`-O-Acetylsalicin, 2`-O-Acetylsalicortin, Catechin, Salicortin, Vimalin, Ampelopsin, Purpurein, Tremulacin, Naringenin-5-Glykosid, sowie ein noch nicht identifiziertes Salicinderivat (Elution bei circa 35 min) und ein unbekanntes Phenolglykosid (Elution bei circa 18 min).

Dabei wies *S. daphnoides* den höchsten Salicylat- sowie Phenolglykosidgehalt auf, gefolgt von *S. purpurea* und *S. pentandra*. Das höchstkonzentrierte Salicylat von *S. daphnoides* und *S. purpurea* war Salicortin. Bei *S. pentandra* trat 2`-O-Acetylsalicortin als Hauptsalicylat auf. Bei den Untersuchungen zur saisonalen Variabilität der Phenolglykoside konnte festgestellt werden, dass die Gehalte von März bis Juni und auch von Juni bis Juli 2007 anstiegen.

Verschiedene Klone einer Art können sich in ihrem Gesamtphenolglykosid- und in ihrem Salicylatgehalt erheblich voneinander unterscheiden. Bei *S. daphnoides* war die berechnete prozentuale Sekundärmetabolitgehaltvariabilität zu den verschiedenen Probetermen im Vergleich zu den anderen Weidenarten fast durchgängig am höchsten. *S. pentandra* hingegen wies immer die niedrigsten Werte auf. Innerhalb der Arten ergaben sich signifikante Gehaltsunterschiede in den Salicylaten und Phenolglykosiden.

Allgemein konnte festgestellt werden, dass die Variabilität im Gesamtphenolglykosidgehalt der Klone geringer war als die im Salicylatgehalt. Die durchschnittliche prozentuale Abweichung des Salicylatgehaltes der drei Weidenarten zum jeweiligen Klonmittelwert zeigte eine Abnahme vom März zum Juni sowie vom Juni zum Juli. Die Analyseergebnisse ergaben, dass die saisonale Variabilität größer war als die Artvariabilität und diese wiederum die Klonvariabilität überstiegen.

Wichtig für die Auswahl von Arten bzw. Klonen für die Gewinnung von Weidenrindenextrakten im kommerziellen Rahmen ist neben einem hohen Phenolglykosid- bzw. Salicylatgehalt auch die Erneuerungskapazität der Pflanze. Parameter wie das Klima, das physiologische Alter, die Tageszeit, die Bodeneigenschaften, das Geschlecht sowie der Ernährungszustand der Pflanze wirken sich auf den Sekundärmetabolitgehalt der Pflanze aus. Die Variabilität sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe ist nicht nur auf Umweltfaktoren zurück zu führen, sondern auch genetische Merkmale sind von großer Bedeutung. Neben der Rinde enthalten auch andere Pflanzenorgane, wie die Blätter, Phenolglykoside. Um den besten Erntezeitpunkt für die Rinde festlegen zu können, müssen daher ökonomische sowie pflanzenphysiologische Aspekte berücksichtigt werden.

Untersuchungen zur PPAR- γ -aktivierenden Wirkung von Polyphenolen

*Schrader E.A.¹, Ernst I.², Wagner A.E.², Kristiansen K.³, Rimbach G.² und S.
Wolffram¹.*

¹Institut für Tierernährung und Stoffwechselphysiologie und ²Institut für Humanernährung und Lebensmittelkunde, Christian-Albrechts-Universität, Kiel

³Institut für Biochemie und Molekularbiologie, Universität von Süddänemark, Odense, Dänemark

PPAR- γ ist ein vorwiegend im Fettgewebe synthetisierter Nuklearrezeptor, der u.a. an der Regulation der Adipogenese beteiligt ist. Bei Adipösen führt eine Aktivierung von PPAR- γ durch spezifische Liganden indirekt zu einer gesteigerten Insulinsensitivität. Für die als orale Antidiabetika bereits eingesetzten Thiazolidindione (TZD) ist bekannt, dass sie ihre positive Wirkung bei Diabetes mellitus Typ 2 (DMT2)-Patienten über eine PPAR- γ -Aktivierung vermitteln. Auch für einige Polyphenole wurden antidiabetische Effekte beschrieben, wobei allerdings nicht geklärt ist, ob diese im Zusammenhang mit einer PPAR- γ -Aktivierung stehen.

Das Ziel dieser Untersuchungen bestand darin, verschiedene Polyphenole auf ihre PPAR- γ aktivierende Wirkung zu testen und zu klären, ob diese als potenzielle PPAR- γ -Liganden in der Therapie des DMT2 eingesetzt werden können. Hierfür wurden transient transfizierte renale COS-1 Zellen, welche die Ligandenbindungsdomäne (LBD) von PPAR- γ exprimieren, entweder mit dem jeweiligen Polyphenol oder dem TZD Rosiglitazon (Positivkontrolle) für 24 h inkubiert. Anschließend wurde mittels eines dualen Luziferase-Reportergenansatzes die ligandenabhängige Aktivierung bestimmt. Rosiglitazon führte zu einer 9fachen Aktivierung der PPAR- γ -LBD, während sich die Behandlung mit Quercetin, Quercetinglucuronid und Catechin nicht von der Negativkontrolle unterschied. Für Kämpferol, Isorhamnetin und Genistein wurde eine 3fache Aktivierung beobachtet. Mit einer 6- bzw. 7fachen Aktivierung zeigten Epigallocatechingallat (EGCG) und Daidzein die deutlichsten Effekte.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Polyphenole eine unterschiedlich starke PPAR- γ aktivierende Wirkung haben. Zusätzlich deuten die Ergebnisse darauf hin, dass Daidzein und EGCG *in vitro* als PPAR- γ -Agonisten agieren und damit möglicherweise einen positiven Einfluss bei DMT2- Patienten haben können.



Soluble phenols in wild and cultivated potato species and cultivars: A comparative evaluation

C.B. Wegener, G. Jansen

Julius Kuehn-Institute, Federal Research Centre for Cultivated Plants
Institute for Resistance Research and Stress Tolerance
OT Groß Lüsewitz, Rudolf-Schick-Platz 3, 18190 Sanitz, Germany

Phenolic compounds are widespread in the plant kingdom. They attract insects for pollination (e.g. anthocyanin colour pigments) and are involved in many physiological processes essential to plants such as protection against environmental stress (e.g. ultraviolet radiation, heat and drought, herbivores and pests). In plant pathogen interactions they reveal antimicrobial activity, are important as constituents of plant cell walls or act as signal molecules (Appel, 1993, Bi et al., 1997, Kuc, 1995). Plant phenols are well known for their promoting effect on human health mainly based on their antioxidant activity, antibacterial, anti-inflammatory and anti-carcinogenic properties (Friedman, 1997). Despite an array of structural diversity found among plant phenols, cinnamic acid derivatives such as coumaric, caffeic-, ferulic- and chlorogenic acid build the largest group (van Buren, 1970). Also potatoes contain various phenolic compounds such as anthocyanins and chlorogenic acid in their tuber tissue. As one of the most important foods, potatoes fulfil all requirements for a long term intake, which is seen as an important prerequisite for a favourable impact of plant phenols on the incidence of cancer, cardiovascular diseases, diabetes etc. (Crozier et al., 2006). Apart from these health aspects, phenolic compounds are prominent components of the defence potential in potatoes (Ghanekar et al., 1984, Weber et al, 1996). In future besides tuber yield, a high level of resistance and stress tolerance as well as excellent quality traits including a high health value will be important for breeding of new potato cultivars (cvs). Concerning this aim, wild potato species are regarded as a valuable gene pool. In this study different accessions of wild (blb, *Solanum bulbocastanum*; chc, *S. chacoense*; pnt, *S. pinnatisectum*) and cultivated potato species (adg, *S. tuberosum* subsp. *tuberosum*; phu, *S. phureja*) were analysed for concentrations of soluble phenols in tuber tissue and compared in this respect with white/yellow-fleshed potato cvs and purple-fleshed breeding clones.

Potatoes were grown in pots under a shelter. Seed tubers of breeding clones and cvs were obtained from the breeder (NORIKA), and that of wild and cultivated species from the Genebank Groß Lüsewitz, Potato Collections, IPK Gatersleben. Soluble phenols were determined in extracts prepared from tuber tissue (Cahill & McComb, 1992).

Within wild and cultivated species, *S. pinnatisectum* accessions revealed on average the highest amount of soluble phenols in their tuber tissue ($1.56 \text{ g kg}^{-1} \text{ fw}$, $n=5$). The phenol contents of the other species, i.e. *adg*, *blb*, *chc* and *phu*, were considerably lower with average values ranging from 0.35 to $0.45 \text{ g kg}^{-1} \text{ fw}$. However, the latter differed less pronounced from white/yellow-fleshed cultivars ($0.68 \text{ g kg}^{-1} \text{ fw}$, $n=7$). But neither wild and cultivated potato species nor cvs reached the high level of phenols found in tuber tissue of purple-fleshed breeding clones ($1.94 \text{ g kg}^{-1} \text{ fw}$, $n=7$). Besides these coloured clones, several *pnt* accessions could be a valuable source for the enhancement of plant phenols in tuber tissue via breeding. Generally, wild Mexican potato species, e.g. *pnt*, are an important untapped source of useful variation for potato improvement (Hayes et al., 2005). Hence, investigations focussed on soluble phenols accumulated in the tuber tissue of these potato species will be continued in the future.

References

- Appel HM (1993) *J Chem Ecol* 10: 1521-52
- Bi JL, Felton GW, Murphy JB, Howles PA, Dixon RA, Lamb CJ (1997) *J Agric Food Chem* 45: 4500-04
- Cahill DM, McComb JA (1992) *Physiol Mol Plant Pathol* 40: 315-32
- Crozier A, Clifford MN, Ashihara H eds.: *Plant secondary metabolites*. Blackwell Publishing Ltd. Oxford UK, pp 1-24 (2006)
- Friedman M (1997) *J Agric Food Chem* 45: 1523-40
- Ghanekar AS, Padwal-Desai SR, Nadkarni GB (1984) *Pot Res* 27: 189-99
- Hayes RJ, Dinu II, Thill CA (2005) *Sex Plant Reprod* 17: 303-11
- Kuc J (1995) *Annu Rev Phytopathol* 33: 275-97
- Van Buren J (1970) *Food Sci Technol* 1: 269-304
- Weber J, Olsen O, Wegener C, von Wettstein D (1996) *Physiol Mol Plant Pathol* 48: 389-401



Impact of glucosinolate structure on the behavior of the crucifer pest *Phaedon cochleariae* (F.)

Uddin, M.M.¹; Ulrichs, Ch.¹; Tokuhsa, J.G.²; & Mewis, I.¹

¹Humboldt University Berlin, Institute for Horticultural Sciences, Section Urban Horticulture, Lentzeallee 55/57, 14195 Berlin, Germany

²Department of Horticulture, Virginia Tech, Blacksburg, VA 24061, USA

Glucosinolates (GS) are sulfur-rich secondary metabolites and belong to the Brassicaceae or other related families of the order Brassicales. These are well studied secondary metabolites and more than 120 GS have been identified in plants so far. All GS comprise a common core structure consisting of β -thioglucose group linked to a sulfonated oxime moiety and a variable side chain. Depending on the side chain, which derives from different amino acids, GS are structurally distinguished into three groups such as aliphatic, aromatic, and indole compounds. GS with different side chains have potentially divergent biological activity which still needs to be explored.

GS and their hydrolysis products have been studied extensively for their role in plant defense against generalist insect herbivores and for their use as kairomones by insects specialized on crucifer plants. To date only very few studies paid attention to the GS structural effect within the defense system against different insect herbivores and especially against crucifer specialists. Due to this, we have investigated the performance of a specialist pest beetle, *Phaedon cochleariae* (F.) on *Arabidopsis thaliana* mutants and Columbia wild-type (WT) which differ in the main group of GS. Mutant lines of *A. thaliana* over-expressing *MAM3* (*mam3⁺*) or containing double knockouts of *CYP79B2* and *CYP79B3* (*cyp79B2/cyp79B3*) were used for the study in comparison to the WT.

A. thaliana genotypes differed in their GS profiles. The highest GS content were present in the WT followed by *mam3⁺* and *cyp79B2/cyp79B3*. A modified aliphatic GS content was detected for the *mam3⁺* mutants compared to the WT and indolyl GS were completely absent in *cyp79B2/cyp79B3*. The percentage weight increase of larvae on the three genotypes was significantly different. Larval performance was poorest on plants of *cyp79B2/cyp79B3*. Performance was best on WT, but there was no significant difference found in percentage weight increase on *mam3⁺* and WT. To explain the relationship between GS content and *P. cochleariae* performance, we performed simple correlation of the larval weight increase to induced GS contents. We found that there was no correlation between the weight increase of the

larvae and induced GS levels among the genotypes. The poor performance of beetle larvae on *cyp79B2/cyp79B3* compared to WT and *mam3⁺* might be explained by comparable high aliphatic GS levels of this mutant, a different induction of secondary metabolites, and the absence of indolyl GS. Basic knowledge about the relationship of GS and their insect pests may help in further resistance breeding of crucifer crops.

Untersuchungen zum Glucosinolatmuster in chinesischem Kohlgemüse

Xinjuan Chen¹, Zhujun Zhu^{1,2}, Nadine Zimmermann³, Jóska Gerendás³

¹Department of Horticulture, Zhejiang University, Kaixuan Road 268, Hangzhou
310029, China

²Department of Horticulture, Zhejiang Forestry University, Lin'an 311300, VR China

³Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde, Universität Kiel, 24098 Kiel

Epidemiologische Studien bestätigen die positiven Wirkungen eines hohen Gemüsekonsums auf die menschliche Gesundheit. Die Ursachen hierfür sind insbesondere im Vorkommen von sekundären Inhaltsstoffen begründet. Bei den Brassica-Gemüsen sind dies u.a. die Glucosinolate (GS), bzw. deren Abbauprodukte (Isothiocyanate, Thiocyanate, Nitrile, u.a.), welche nach Aufhebung der Kompartimentierung durch die Einwirkung der Myrosinase (β -Glucosidase) aus den GS gebildet werden. Den GS und ihren Abbauprodukten werden u.a. antikanzerogene und antimikrobielle Wirkungen zugeschrieben. Allerdings unterscheiden sich einzelne GS erheblich in ihrer Effektivität, und auch die Gesamt-GS-Konzentrationen ist in starkem Maße genetisch bedingt (Mithen et al., 2000). Gemüse der *Brassica campestris*-Gruppe ist in der chinesischen Diät von großer Bedeutung, und auch hierzulande werden deren Vertreter verbreitet angebaut. Ziel der Untersuchung war es daher den Gesamtgehalt an GS und deren Muster in fünf Vertretern zu charakterisieren: Chinakohl (*B. campestris* L. ssp. *pekinensis*), Speiserübe (*B. rapifera*), sowie die Blattkohllarten ChoySum (*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis* var. *utilis*), Purpur-Cai-Tai (*B. campestris* L. ssp. *chinensis* var. *purpurea*), und BaiCai (PakChoi, *Brassica campestris* L. ssp. *communis*).

Die Pflanzen wurden in der Wintersaison 2004/2005 in Hangzhou (China) im Freiland in 3 statistischen Wiederholungen angebaut. Zum Zeitpunkt der Marktreife wurden die GS-Konzentrationen im erntbaren Teil als Desulfo-GS mittels HPLC bestimmt (Krumbein et al., 2005). Die Quantifizierung erfolgte anhand publizierter Responsefaktoren (interner Standard: Desulfo-Sinigrin). Die Zuordnung der Desulfo-GS wurde durch Analyse mittels ESI-MS (Electrospray Ionization Ion Trap Mass Spectrometry) verifiziert (Zimmermann et al., 2008).

Die geprüften Gemüsearten unterschieden sich erheblich in den Gesamtkonzentrationen. In den Speiserüben wurden mit 100-125 mg (100 g FM)⁻¹ die höchsten Werte nachgewiesen, gefolgt von Purpur-Cai-Tai 50-70 mg (100 g FM)⁻¹. Die niedrigsten Konzentrationen wurden in Chinakohl, ChoySum und BaiCai gefunden (14-35 mg (100 g FM)⁻¹). Dies bestätigt zwar die in der Literatur berichteten hohen GS-Konzentrationen in der Kohlrübe, doch liegen die in Chinakohl, BaiCai und ChoySum gefundenen Werte vergleichsweise niedrig, was auf abweichende Genotypen, Kulturdauer und Wachstumsbedingungen zurückgeführt werden kann (Chen et al., 2008).

Generell bestand keine Beziehung zwischen den Gesamtkonzentrationen und denen der individuellen GS. Insgesamt konnten zwölf GS identifiziert werden (7 aliphatische GS, 4 In-

dol-GS sowie und Gluconasturtiin). Generell unterschieden sich die GS-Muster deutlich. Kohlrübe und Purpur-CaiTai wiesen die höchsten Gehalte an aliphatischen GS auf (42-73 mg (100 g FM)⁻¹), was 60 % bzw. 80-90 % des Gesamtgehaltes entsprach. In Chinakohl und Purpur-CaiTai wurden mit 11-13 mg (100 g FM)⁻¹ die höchsten Gehalte an Indol-GS nachgewiesen, was im Chinakohl je nach Sorte 37-75 % des Gesamtgehaltes entspricht. Im Purpur-CaiTai entsprach dies wegen des höheren Gesamtgehaltes nur einem Anteil von 7-17 %. Die höchsten Konzentrationen an aromatischen GS (Gluconasturtiin) wurden mit (29-46 mg (100 g FM)⁻¹ in der Kohlrübe nachgewiesen, bei welcher dies zudem einem hohen Anteil des Gesamtgehaltes (28-36 % je nach Sorte) entsprach. Die aliphatischen GS Glucoerucin, Glucoraphanin, Glucoalyssin und Sinigrin kamen in allen Arten nur in geringen Konzentrationen (meist < 1,5 mg (100 g FM)⁻¹) vor (Chen et al., 2008).

Die geprüften Gemüsearten und -sorten unterscheiden sich somit erheblich in ihrer Gesamtkonzentration an GS sowie in deren Muster, was in einer modernen, gesundheitsbewussten Ernährung Berücksichtigung finden sollte. Vor dem Hintergrund, dass insbesondere für Glucoraphanin, Sinigrin, die Indol-GS und für Gluconasturtiin gesundheitsfördernde Wirkungen nachgewiesen wurden (Mithen et al., 2000), erscheinen insbesondere Kohlrübe und Chinakohl geeignet, diese chemopräventiven Substanzen in höherer Menge zuzuführen, da in den geprüften Gemüsearten die aliphatischen GS Glucoraphanin und Sinigrin nur in geringen Mengen enthalten sind.

Literatur

- Chen X.J., Zhu Z.J., Gerendás J., Zimmermann N. (2008) HortScience, im Druck.
- Krumbein A., Schonhof I., Schreiner M. (2005) J. App. Bot. Food Qual. 79, 168-174.
- Mithen R.F., Dekker M., Verkerk R., Rabot S., Johnson I.T. (2000) J. Sci. Food Agr. 80, 967-984.



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

43. VORTRAGSTAGUNG, 17./18. MÄRZ 2008
JULIUS KÜHN-INSTITUT (JKI)
BUNDESFORSCHUNGSINSTITUT FÜR
KULTURPFLANZEN QUEDLINBURG

Umweltvariabilität des Vicin-/Convicingehaltes in Ackerbohnen (*Vicia faba* L.)

Balko, C. und Tobien, M.

Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen
Institut für Resistenzforschung und Stresstoleranz
OT Groß Lüsewitz, Rudolf-Schick-Platz 3, 18190 Sanitz

Neben dem Proteingehalt bestimmt der Gehalt an antinutritiven Substanzen, wie Tanninen oder Vicin und Convicin, maßgeblich die Qualität von Ackerbohnen. Während sich Tannine durch thermische Behandlung zerstören lassen, ist dies bei den Glucosiden nicht der Fall. Vor allem in der Fütterung von Monogastriden wirken sie sich leistungsmindernd aus und bei Menschen mit Glucose-6-phosphatdehydrogenase-Defizienz können sie eine hämolytische Anämie, bekannt als ‚Favismus‘, verursachen (Vural und Sardas 1984).

Der Züchtung ist es in den letzten Jahren gelungen, vicin-/convicinarme Sorten auf den Markt zu bringen, die aber nicht frei von diesen Glucosiden sind. So bleibt es für den Züchter, Landwirt und Verbraucher interessant, inwieweit - neben der Abhängigkeit vom bzw. in Wechselwirkung mit dem Genotyp - eine Abhängigkeit des Vicin-/Convicingehaltes von der Umwelt besteht, wie groß diese ist und von welchen Faktoren sie determiniert wird.

Methode

Die Bestimmung des Vicin-/Convicingehaltes erfolgte aus einer Mischprobe von 32 bzw. 48 Bohnen aus vier Parzellen. Die Bohnen wurden vermahlen und das Schrot bei 60 °C im Trockenschrank getrocknet. Anschließend wurden 3 x 125 mg der Mischprobe eingewogen und in Reinstwasser homogenisiert. Die anschließende Bestimmung des Vicin-/Convicingehaltes erfolgte photometrisch im ultravioletten (UV) Bereich bei einer Wellenlänge von 274 nm als Gesamtglucosidgehalt nach der modifizierten Schnellmethode von Sixdenier et al. (1996). Nach Pitz et al. (1981) wird bei der UV-Methode der Glucosidgehalt gegenüber der GLC- Methode um etwa 10% überschätzt.

Ergebnisse

Variabilität in Abhängigkeit vom Standort: Ein Normaltyp und ein vicin-/convicinarmer Ackerbohnen-genotyp wurden in 2005 an 12 Standorten des Bundessortenamtes angebaut. Die Samen wurden anschließend auf ihren Glucosidgehalt untersucht. Neben dem signifikanten Effekt des Genotyps ist deutlich ein Einfluss des Anbaustandortes auf die Vicin-/Convicingehalte nachweisbar. So schwankt der Vicin-/Con-

vicinegehalt des Normaltyps zwischen 8,2 und 13,0 mg/g TM, der des vicinarmen Typs zwischen 0,7 und 1,5 mg/g TM. Das bestätigt Arbeiten von Sixdenier und Duc (1989), die ebenfalls einen signifikanten Einfluss von Genotyp und Standort fanden. Das Ranking der Genotypen ist für beide Standorte vergleichbar, wenn auch nicht identisch.

Variabilität in Abhängigkeit vom Anbausystem: Über 5 Jahre wurde ein Sortiment aktueller Ackerbohnsensorten am Standort Groß Lüsewitz auf dem konventionellen wie auch ökologischen Versuchsfeld angebaut.

Bezüglich des Vicin-/Convicingehaltes war der Effekt des Genotyps und des Jahres dabei größer als der des Anbausystems. Während 2003, 2005, 2006 und 2007 die Vicin-/Convicingehalte im konventionellen Anbau tendenziell höher lagen als im ökologischen, war es 2004 zumindest bei einem Teil der Genotypen umgekehrt. Die vicinarne Sorte Divine zeichnete sich nicht nur durch niedrige Gehalte, sondern auch durch eine geringe (absolute) Schwankungsbreite der Werte aus.

Variabilität unter dem Einfluss von Trockenstress: Über 3 Jahre wurde ein Sortiment aktueller Ackerbohnsensorten und Inzuchtlinien am Standort Groß Lüsewitz unter Kontrollbedingungen (Freiland, mit Bewässerung) wie auch Trockenstressbedingungen ab Blühbeginn (Rain out-Shelter) angebaut.

Der Gehalt der antinutritiven Substanzen Vicin/Convicin in den Samen wies im Ergebnis nicht nur einen deutlichen Einfluss des Genotyps und des Jahres auf, sondern war bei Trockenstress auch im Mittel signifikant erhöht. Zwischen Genotypen und Varianten gab es dabei signifikante Wechselwirkungen, d. h. einige Genotypen reagierten auf den Stress deutlicher mit einem Anstieg im Vicin-/Convicingehalt als andere. Das betraf bei den Sorten vor allem Condor, Hiverna, Valeria und den Exoten Oman (nur 2005), bei den Inzuchtlinien ILB 2282/1, Condor/3, L863/1 und Blaz/3.

Zusammenfassung

Der Vicin-/Convicingehalt von Ackerbohnen weist neben dem Einfluss des Genotyps eine deutliche Umweltvariabilität auf. Der Standort und als ein Standortfaktor der Trockenstress haben einen nachweislichen Einfluss auf die Ausprägung dieses qualitätsbestimmenden Merkmals. Am gleichen Standort kann darüber hinaus das Anbausystem (ökologisch/konventionell) den Vicin-/Convicingehalt beeinflussen. Die Wirkung dieses Faktors ist nicht eindeutig, sondern scheint in Abhängigkeit von den natürlichen Umweltbedingungen ausgeprägt zu werden. Die Auswahl des Genotyps wie auch die Gestaltung der Kulturbedingungen können dazu beitragen, den Gehalt dieser antinutritiven Substanzen günstig zu beeinflussen.

Literatur

- Pitz, W.J.; Sosulski, F.W.; Rowland, G.G.: Effect of genotype and environment on vicine and convicine levels in Faba beans (*Vicia faba minor*). J. Sci. Food Agric. 1981, 32, 1-8
- Sixdenier, G.; Cassequelle, F.; Guillaumin, L.; Duc, G.: Rapid spectrophotometric method for reduction of vicine and convicine in faba bean seed. FABIS Newsletter 1996, 38/39, 42-44
- Sixdenier, G.; Duc, G.: Evaluation of genotype and location effects on vicine and convicine contents in *Vicia faba* L. FABIS Newsletter 1989, 24, 6-7
- Vural, N.; Sardas, S.: Biological activities of broad bean (*Vicia faba* L.) extracts cultivated in South Anatolia in favism sensitive subjects. Toxicology 1984, 31, 175-179



Einfluss der Schwefel-Spätdüngung auf das Proteinmuster zweier A-Weizensorten mit unterschiedlichem Backpotenzial

C. Zörb¹, D. Steinfurth¹, S. Seling², G. Langenkämper², P. Köhler³, M.G. Lindhauer² und K.H. Mühling¹

¹Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde, Hermann-Rodewald Str. 2, D-24118 Kiel; ²Max-Rubner-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel, Schützenberg 12, D-32756 Detmold; ³Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, Lichtenbergstr. 4, D-85748 Garching

Der Rückgang der Luftverschmutzung und die damit verbundene Reduzierung des S-Eintrags aus der Luft führt in manchen Gebieten bei Ausbleiben einer gezielten S-Düngung bereits zu S-Mangelsymptomen. Neben der genetischen Ausstattung einer Weizensorte wird die Synthese von Kleberproteinen und somit auch das Backpotenzial durch die S-Ernährung der Pflanze beeinflusst. Die Weizensorte Türkis wurde im Gegensatz zu Batis vom Bundessortenamt als eine Sorte mit höherem Backpotenzial, trotz gleicher Proteinkonzentration, ausgewiesen. Die Fragestellung dieses Beitrags ist, zu klären, ob anhand einer gezielten S-Düngungsmaßnahme z. B. einer S-Spätdüngung die Quantität der Kleberproteine und folglich auch die Backqualität positiv beeinflusst werden kann. Außerdem wurde untersucht, ob die unterschiedliche Höhe der S-Düngung sowie die S-Spätdüngung einen zusätzlichen Einfluss auf das schwefelhaltige Tripeptid Glutathion (Glu-Cys-Gly) hat.

Die beiden A-Winterweizensorten Türkis und Batis wurden in einem Gefäßversuch mit Boden in Mitscherlichgefäßen mit je fünf Wiederholungen angezogen. Die Düngestufen waren drei S-Düngestufen mit 0; 0,017 und 0,033 g S/kg Boden zur Aussaat sowie eine S-Spätdüngungsvariante mit 0,017 g S/kg Boden zur Aussaat und zum Zeitpunkt des Ährenschiebens. Mittels zweidimensionaler Gelelektrophorese (2D) wurden hoch-auflösende Proteinprofile aus Vollkornmehlen der beiden Sorten erstellt. Neben einem Mikrobackversuch wurden zur Beurteilung der Backqualität Sedimentationstests durchgeführt. Dieser indirekte Backqualitätsparameter zeigte bei erhöhter S-Düngung eine verbesserte Qualität des Klebers. Anhand des Mikrobackversuchs konnte eine Steigerung der Backqualität in beiden A-Weizensorten nach der S-Spätdüngung nachgewiesen werden. Zusätzlich konnte ein positiver Einfluss der S-Düngung auf das Peptid Glutathion (GSH) im Weizenkorn gemessen werden, die bisher noch nicht gequantelt wurde.

Durch die Proteomanalyse konnten spezifische Proteine identifiziert werden, die durch die S-Spätdüngung bei beiden Sorten verstärkt bzw. vermindert synthetisiert

wurden. Batis zeigte eine höhere Plastizität der Proteinexpression. Die Sorte Türkis reagierte im Gegensatz zu Batis auf die S-Spätdüngung mit einer signifikant gesteigerten Synthese von Proteinen, deren Zugehörigkeit anhand des Molekulargewichts und des Isoelektrischen Punktes zu den HMW-Gluteninen konstatiert werden kann.

Die Proteomanalyse zeigt, dass eine S-Spätdüngung einen positiven Einfluss auf spezifische Proteine im Korn hat.



Austriebsverhalten verschiedener Zwiebelsorten

Gebhard Bufler

Institut für Sonderkulturen und Produktionsphysiologie (370), Universität Hohenheim
70593 Stuttgart

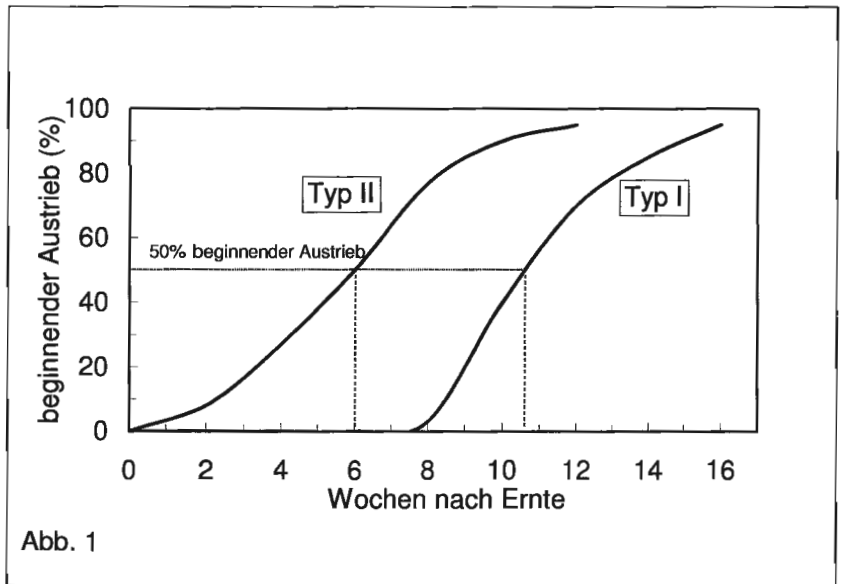
Speisezwiebeln (*Allium cepa* L.) befinden sich bei der Ernte in einer Phase der Austriebsruhe (Dormanz). Mit Beginn des Austreibens werden Stoffwechselprozesse (u. a. Atmungsanstieg, Fruktanmobilisierung) in Gang gesetzt, welche die Qualität der Zwiebel verändern. Ziel der Zwiebellagerung ist es deshalb, den Austrieb zu verzögern bzw. zu verhindern. Dass Zwiebelsorten sich in ihrer Lagerfähigkeit und in ihrem Austriebsverhalten unterscheiden ist lange bekannt. Trotzdem gibt es bis heute keine systematischen Untersuchungen über Sortenunterschiede im Austriebsverhalten von Zwiebeln. Ziel der vorliegenden Arbeit war es deshalb, die Dauer der Dormanz bzw. den Beginn des Austriebswachstums bei einem Spektrum aktueller Zwiebelsorten zu untersuchen.

Der Austrieb von Zwiebeln beginnt mit der Streckung der Austriebsblätter im Innern der Zwiebel. Im Unterschied zu Speicherblättern bestehen Austriebsblätter aus einem Ober- und Unterblatt; nur das Oberblatt streckt sich in der Anfangsphase des Austreibens, während die Unterblattlänge mehr oder weniger konstant bleibt. Diese Beobachtung bildet die Basis für die Bestimmung des Austriebszeitpunktes einzelner Zwiebeln einer Population. Sie erlaubt, für einen gewissen Zeitraum nach der Ernte, das Screening auf Austriebsblattlänge einer vergleichbaren Klasse (oder Entwicklungsstadium) von Austriebsblättern verschiedener Zwiebeln mit Hilfe einer definierten Unterblattlänge. Zur Bestimmung des beginnenden Austriebswachstums wurden deshalb in 14-tägigen Abständen nach der Ernte von jeweils 40 Zwiebeln die Austriebsblätter mit der Unterblattlänge in der Größenklasse 2 – 3,5 mm herauspräpariert und ihre Oberblattlänge gemessen. Zum Zeitpunkt der Ernte wurde für alle untersuchten Sorten Dormanz unterstellt. Eine signifikante Erhöhung der Oberblattlänge während der Nacherntephase im Vergleich zur Oberblattlänge während der Dormanz (Erntezeitpunkt) zeigt somit beginnendes Austriebswachstum an. Geerntet wurde bei ca. 70% Schlottenknick; die Zwiebel wurden nach Ernte und Trocknung bei 18 °C gelagert. Es wurden im Jahr 2005 insgesamt 16 Zwiebelsorten (Typ ‚Amerikaner‘ und Typ ‚Rijnsburger‘) untersucht.

Es wurde eine große Variation der Austriebsruhe bei den untersuchten Sorten festgestellt. Auf Grund ihres Austriebsverhaltens wurden die Sorten in zwei Austriebstypen eingeteilt (Abb. 1). Zwiebelsorten vom Austriebstyp I besitzen eine relativ lange Dormanz von ca. 6 – 8 Wochen. Zwiebelsorten vom Austriebstyp II beginnen dage-

gen schon unmittelbar oder bald nach der Ernte auszutreiben. Darüber hinaus gab es Sorten deren Austriebsverhalten sich zwischen diesen beiden Extremen befand. Erstaunlicherweise ließen sich alle Sorten mit der kurzen (oder sogar abwesenden) Dormanz (Austriebstyp II) dem Sortentyp ‚Rijnsburger‘ zuordnen, während Sorten mit der langen Dormanz (Austriebstyp I) mit dem Sortentyp ‚Amerikaner‘ übereinstimmten.

Nach diesen Ergebnissen wäre bei der Lagerung von Zwiebeln vom Typ ‚Rijnsburger‘ eine früher einsetzende Qualitätsveränderung zu erwarten, als bei Zwiebeln vom Typ ‚Amerikaner‘. Dies widerspricht jedoch der Praxiserfahrung, die im Allgemeinen die bessere Lagerfähigkeit dem ‚Rijnsburger‘ Typ zuspricht. Eine Auflösung dieses Widerspruchs könnte möglicherweise darin zu suchen sein, dass die relativ kurze Dormanz der ‚Rijnsburger‘ Zwiebel durch ein langsameres Austriebswachstum, größere Festigkeit und bessere Widerstandsfähigkeit gegen Lagerfäulnis kompensiert wird.





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

43. VORTRAGSTAGUNG, 17./18. MÄRZ 2008
JULIUS KÜHN-INSTITUT (JKI)
BUNDESFORSCHUNGSINSTITUT FÜR
KULTURPFLANZEN QUEDLINBURG

A new EU project for better maintenance of the garlic and shallot diversity in Europe

Christine D. Zanke, Dirk Fischer, and E. R. Joachim Keller

Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (IPK),
Correnstrasse 3, D-06466 Gatersleben

The genus *Allium* comprises several important species such as garlic (*Allium sativum*), onion and shallot (*Allium cepa*), leek (*Allium ampeloprasum*), chives (*Allium schoenoprasum*) and others which are used as vegetables, spices as well as medicinal plants. Their contents of cysteine sulfoxides, flavonoids and others make them valuable. Europe has a long tradition of garlic utilization. Because of the cultural and climatic diversity of this continent, various forms of use and, hence, selection in different directions, garlic diversity is very high in Europe. This is represented by a whole set of garlic collections in Europe. The garlic collection at the Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research Gatersleben is the third in Europe after the collections of Spain and Czech Republic according to the number of entries in the European Allium Database.

At IPK a large collection of vegetatively propagated Alliums is maintained for germplasm preservation. A number of 540 garlic accessions are represented here. A core collection consisting of 100 accessions has been selected and is intensively used. IPK has established an image database covering this garlic core collection. The web application contains pictures and gives information about passport and characterization data as well as infraspecific grouping which was performed by means of morphological characters, isozyme and RAPD markers for a considerable part of the collection (Maaß and Klaas, 1995).

The main aim of genebanks is to preserve, maintain and propagate this important genetic diversity. Plant germplasm which has to be propagated and maintained vegetatively is the most expensive part of all the material held in genebanks. Therefore, projects to rationalize this part of the genetic resources have high impact on costs and labour requirement for the management of living plant collections. Garlic and shallot are most important representatives of vegetatively maintained *Allium*. Therefore, a project was started under Council Regulation 870/2004 of EC, named EURALLIVEG, in April 2007 coordinated by the IPK genebank. Its main task is to initiate the establishment of a European Base Collection of garlic and shallot with material provided by national collections of Germany, Czech Republic, Poland, Italy, France, and Nordic countries. At the beginning stands the elimination of undesired duplication (redundancy) being one of the main surplus cost factors in genebank

management. As has been found in the past, morphological characters and passport data are not sufficient to find undesired duplication. Molecular markers have proven to be of indispensable value in fundamental and applied research. In the context of genebanks, molecular markers are used for the identification of duplicates in collections, but also for structuring the germplasm collections available in genebanks (Spooner et al., 2005). Molecular markers are well developed in *Allium* (Klaas and Friesen, 2002). In this project, molecular markers will be mainly used to screen for duplicates in garlic and shallot. One strategy turned out to be most efficient and fully comparable, namely the polydimensional high-throughput technique for SNP analyses (micro-array technology), which can be applied both for garlic and shallot. This technique is robust and well suited for the purpose of screening large number of accessions. The selection of the reference material for the SNP marker development was relatively easy in case of garlic. There are already well-characterized accessions available from the classification work of Maaß and Klaas (1995) who used isozyme and RAPD markers and known unique garlic accessions from previous research (EU Garlic and Health project; Kamenetsky et al., 2005). In the case of shallot, the documented classifications are not as comprehensive as in garlic. One dendrogram published by Le Thierry d'Ennequin et al. (1997) was used to select three accessions. For the other shallot reference accessions the selection is based on the variability of morphological characters only.

The participating germplasm collections sent their accessions as freeze-dried samples to the coordinator who extracts DNA for screening. Three individual plants per accession will be analysed. Duplicates can finally be recognised and eliminated. Furthermore, new insights are expected into the infraspecific groupings of garlic and shallot.

For the main part of the EURALLIVEG project 200 most important garlic accessions are cryopreserved using the vitrification method, which is the most economic way to store germplasm in the long term. It will be organized in a trilateral Cryobanks Network, formed by three partners, the Czech, Polish and German genebanks, and being open for joining of other institutions. This system ensures safe storage of the material adopting the safety duplicates strategy. In a third work package of the project 125 garlic accessions are introduced into meristem culture for virus elimination, which ensures the maintenance of high-quality plant material. The project EURALLIVEG is intended to provide the organizational background for the further integration of other vegetative *Allium* germplasm and with more participants beyond the given time frame.

KAMENETSKY R., LONDON SHAFIR, I., KHASSANOV, F., KIK, C., VAN HEUSDEN, A.W., VRIELINK-VAN GINKEL, M., BURGER-MEIJER, K., AUGER, J., ARNAULT, I. and RABINOWITCH, H.D. 2005: Diversity in fertility potential and organo-sulphur compounds among garlics from Central Asia. *Biodiversity and Conservation* 14, 281-295.

KLAAS, M. and FRIESEN, N. 2002: Molecular markers in *Allium*. 159-185. In: H.D. RABINOVITCH and L. CURRAH (eds.), *Allium* crop science: recent advances, 159-185, CAB International, Wallingford, U.K.

MAAB, H.I. and KLAAS, M. 1995: Infraspecific differentiation of garlic (*Allium sativum* L.) by isozyme and RAPD markers. *Theor. Appl. Genet.* 91, 89-97.

SPOONER D., VAN TREUREN, R. and DE VICENTE, M.C. 2005. Molecular markers for genebank management. *IPGRI Tech. Bull.* 10, IPGRI, Rome, Italy.

LE THIERRY D'ENNEQUIN, M., PANAUD, O., THIERRY, R. and RICCROCH, A. 1997: Assessment of genetic relationships among sexual and asexual forms of *Allium cepa* using morphological traits and RAPD markers. *Heredity* 78, 403-409.

Wirkung erhöhter CO₂-Konzentrationen auf Protein- und Stärkegehalt bei verschiedenen Getreidearten und -sorten

Manderscheid, R.¹, Jansen, G.² und Weigel, H.-J.³

¹Institut für agrarrelevante Klimaforschung, ²Institut für Biodiversität, vTI, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig; ³Institut für Resistenzforschung und Stresstoleranz, JKI, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Rudolf-Schick-Platz 3, 18190 Sanitz

Einleitung

Nach den aktuellen Prognosen des Weltklimarates wird sich der Anstieg der atmosphärischen CO₂-Konzentration, die mittlerweile bei 380 ppm liegt, fortsetzen und Mitte dieses Jahrhunderts vermutlich ca. 550 ppm erreichen. Dies hat weit reichende Konsequenzen für die landwirtschaftliche Nahrungsproduktion, da eine Erhöhung der CO₂-Konzentration das Pflanzenwachstum erhöht und den Anteil einzelner pflanzlicher Inhaltsstoffe, wie insbesondere den Proteinanteil, verändern kann. Um diesen CO₂-Effekt für einheimische Getreidearten genauer abzuschätzen, wurden die Resultate mehrerer CO₂-Begasungsversuche mit verschiedenen Getreidearten und -sorten zusammengestellt.

Material und Methoden

Die Messwerte entstammen aus feldnahen CO₂-Versuchen in Kammern (Weigel und Manderscheid, 2005) sowie aus realen Feldversuchen, die mit der Freiland-CO₂-Anreicherungs-technik FACE (Free Air CO₂ Enrichment) durchgeführt wurden (Weigel et al., 2006). Die CO₂-Konzentration wurde von 380 ppm auf 550 ppm (FACE-Versuche) oder 700 ppm (Kammerversuche) erhöht. Es wurden verschiedene Sorten von Gerste und Weizen untersucht. In einer FACE-Versuchsserie wurde die Interaktion mit der N-Düngung verfolgt. Zusätzlich zum N-Gehalt wurde auch der Stärkegehalt der Körner ermittelt. Zur Vergleichbarkeit der Resultate aus den unterschiedlichen CO₂-Anreicherungsversuchen wurde der relative CO₂-Effekt stets für einen Anstieg auf 550 ppm berechnet und bei Bedarf linear interpoliert.

Ergebnisse

In Tabelle 1 sind die Messwerte zum CO₂-Effekt auf Stickstoff- und Stärkegehalt im Korn verschiedener Getreidepflanzen aufgelistet. Es wurden insgesamt sechs Weizen- und sieben Gerstensorten getestet. Stets wurde eine Reduktion des Stickstoffgehalts im Korn festgestellt, während der Stärkegehalt anstieg. Der negative CO₂-Effekt auf den Kornstickstoff wurde auch unter reduzierter N-Düngung festgestellt. Das Ausmaß der Minderung des Kornstickstoffgehalts differierte zwischen den

verschiedenen Getreidegruppen. Der Effekt war beim Wintergetreide größer als beim Sommergetreide, und er war bei der Gerste größer als beim Weizen.

Die Resultate verdeutlichen, dass der CO₂-Anstieg eine Reduktion des Kornprotein-gehalts und eine Zunahme des Stärkegehalts mit sich bringen wird. Diese teilweise unerwünschten Konsequenzen können vermutlich weniger über eine Erhöhung der N-Düngung sondern vielmehr durch züchterische Maßnahmen verhindert werden.

Tab. 1: Wirkung von CO₂-Anstieg auf den Stickstoff- und Stärkegehalt im Korn von Getreidepflanzen. Der CO₂-Effekt ist stets bezogen auf eine Erhöhung auf 550 ppm.

Sorte	N (%)			Stärke (%)			
	380 ppm	700 ppm	CO ₂ -Eff. (%)	380 ppm	550 ppm	CO ₂ -Eff. (%)	
Sommerweizen							
alte Sorten	<i>Heines</i>	3.42	3.33	-1.4			
	<i>Kolben</i>						
	<i>Janetzki's</i>	3.42	3.30	-1.9			
	<i>Früher</i>						
moderne Sorten	<i>Turbo</i>	3.20	2.97	-3.8			
	<i>Nandu</i>	3.23	3.02	-3.4			
	<i>Minaret</i>	2.42	1.92	-11.0			
	Mittelwert	3.14	2.91	-3.9			
Sommergerste							
alte Sorten	<i>Hiels</i>	2.64	2.21	-8.7			
	<i>Franken</i>						
	<i>Heines</i>	2.95	2.40	-9.9			
	<i>Hanna</i>						
moderne Sorten	<i>Pflugs Intensive</i>	2.49	2.20	-6.3			
	<i>Alexis</i>	2.21	2.00	-5.0			
	<i>Baronesse</i>	2.28	1.93	-8.1			
	<i>Krona</i>	2.47	2.29	-4.0			
Mittelwert	2.5	2.2	-7.1				
Winterweizen							
		380 ppm	550 ppm			CO ₂ -Eff. (%)	
	<i>Batis, 2002</i>	2.35	2.28	-3.0	58.3	59.0	1.2
	<i>Batis, 2005</i>	2.00	1.72	-14.0	61.7	63.4	2.7
	Mittelwert	2.18	2.00	-8.0	60.0	61.2	2.0
reduz. N-Düngung	<i>Batis, 2002</i>	2.00	1.80	-9.9	61.0	61.1	0.2
	<i>Batis, 2005</i>	1.52	1.38	-9.2	64.0	65.6	2.5
	Mittelwert	1.76	1.59	-9.6	62.5	63.4	1.4
Wintergerste							
	<i>Theresa, 2000</i>	1.93	1.64	-15.0	54.4	55.6	2.1
	<i>Theresa, 2003</i>	1.94	1.73	-10.8	49.4	52.2	5.8
	Mittelwert	1.93	1.68	-12.9	51.9	53.9	3.9
reduz. N-Düngung	<i>Theresa, 2000</i>	1.65	1.42	-13.9	55.5	57.0	2.8
	<i>Theresa, 2003</i>	1.59	1.40	-11.5	52.7	54.0	2.4
	Mittelwert	1.62	1.41	-12.7	54.1	55.5	2.6

Literatur

Weigel, H.J. and Manderscheid, R. (2005). CO₂ enrichment effects on forage and grain nitrogen content of pasture and cereal plants. *J. Crop Improv.* 13, 73-89.

Weigel, H.J., Manderscheid, R., Burkart, S., Pacholski, A., Waloszczyk, K., Frühauf, C., Heinemeyer, O. (2006). Responses of an arable crop rotation system to elevated CO₂. In: J. Nösberger, S.P. Long, R.J. Norby, M. Stitt, G.R. Hendrey, H. Blum (eds.), *Managed Ecosystems and CO₂ Case Studies, Processes, and Perspectives*, Ecological Studies, Vol. 187, pp. 121-137.



Auswirkungen erhöhter CO₂-Konzentrationen auf die Protein- Zusammensetzung von Weizen

Herbert Wieser¹, Remy Manderscheid², Martin Erbs³, Hans-Joachim Weigel³

¹ Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie,
Lichtenbergstraße 4, 85748 Garching

² Institut für Agrarrelevante Klimaforschung, ³ Institut für Biodiversität,
Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume,
Wald und Fischerei, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

Die Auswirkungen des Klimawandels und die steigende Weltbevölkerung lassen Nahrungsmittel-Sicherheit heutzutage zu einer zentralen Herausforderung werden. Die atmosphärische CO₂-Konzentration soll bis Mitte dieses Jahrhunderts um ca. 40%, von aktuell 385 µl l⁻¹ auf ungefähr 550 µl l⁻¹ ansteigen (1). Mehr CO₂ in der Atmosphäre bewirkt eine Erhöhung der Biomasse-Produktion (2) und Veränderungen der Anteile pflanzlicher Inhaltsstoffe (3). Die steigende CO₂-Konzentration führt insbesondere zur Verringerung des Stickstoff-Gehaltes von Getreidekörnern. Die Mengenanteile der verschiedenen Kornproteine bestimmen maßgeblich den Nährwert und die Backfähigkeit von Mehl. Inwieweit eine CO₂-Anreicherung die Mengenanteile der Kornproteine beeinflusst, ist bisher jedoch kaum unter relevanten Anbaubedingungen untersucht worden.

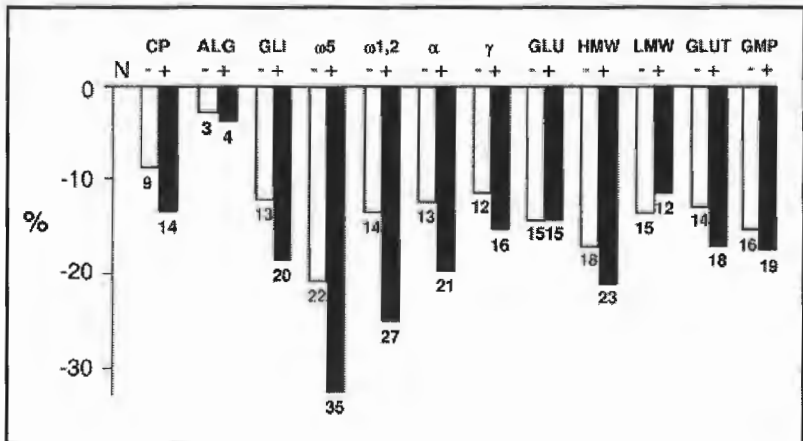
In einem Feldversuch wurde Winterweizen (cv. 'Batis') unter der aktuellen (385 µl l⁻¹) und einer zukünftigen CO₂-Konzentration (Freiland-CO₂-Anreicherung - 550 µl l⁻¹) in zwei Stickstoff-Stufen (praxis-üblich: 168 kg N ha⁻¹ - N100; und 84 kg N ha⁻¹ - N50) in einer gemischten Fruchtfolge angebaut. Als Wirkungskriterium der CO₂-Effekte wurden die Gehalte von Rohprotein und relevanter Protein-Fractionen im Mehl mittels spezieller HPLC-Verfahren analysiert (4).

Im Versuch führte die erhöhte CO₂-Konzentration zu signifikanten Abnahmen (p<0,001) der Gehalte von Rohprotein (CP) und der analysierten Protein-Fractionen (Abb. 1), mit Ausnahme der Albumine/Globuline. Unter hoher N-Zufuhr war der Effekt der CO₂-Anreicherung noch ausgeprägter. Der Rohprotein-Gehalt in Pflanzen der N100-Behandlung war um 14% reduziert (N50: 9% Reduzierung) und die Gehalte der ω5-, ω1,2-, α-Gliadine und HMW-Gluteline waren um mehr als 20% verringert (Abb. 1).

Eines der wichtigsten Kriterien für die Backqualität von Mehl ist das Brotvolumen, das mit den Anteilen von Rohprotein, Gliadinen/Gluteningenen und dem Glutenin-Makropolymer korreliert. Unter erhöhter CO₂-Konzentration waren diese Fraktionen signifikant reduziert, was zu einer Verringerung des Brotvolumens führt. Dem kann bedingt durch eine gesteigerte Düngung entgegen gewirkt werden. Eine Extrapolation der Daten beider Stickstoff-Stufen des Versuchs ergibt, dass hierzu jedoch die doppelte Stickstoff-Menge der N100 Behandlung notwendig wäre, ca. 340 kg N ha⁻¹. Dies hätte steigende Kosten für Dünger, eine verringerte Stickstoff-Nutzungseffizienz der Pflanzen und erhöhte Umweltbelastungen zur Folge.

Die vorliegenden Ergebnisse belegen, dass unter erhöhter CO₂-Konzentration relevante Proteinanteile im Mehl und dessen Backfähigkeit abnehmen werden. Eine Alternative könnte die Züchtung neuer Sorten mit höheren Proteinanteilen darstellen.

Abb. 1: Prozentuale Abnahme verschiedener Proteinfractionen im Mehl von Winterweizen durch erhöhte CO₂-Konzentration im Vergleich zur Kontrollbehandlung (= 0%) für zwei Stickstoff-Stufen (-: N50, +: N100). CP – Rohprotein / ALG – Albumine/Globuline / GLI – Gliadine gesamt / ω5, ω1,2, α, γ, – Gliadin-Typen / GLU – Glutenin gesamt / HMW, LMW – Glutenin-Typen / GLUT – Gliadine + Glutenine gesamt / GMP – Glutenin-Makropolymer



Literatur:

- 1 Meehl et al. (2007) Global climate projections. In: *Climate change 2007: The physical science basis. 4th assessment report of the IPCC*. Solomon et al. (Eds.); Cambridge University Press: Cambridge and New York (pp 747-845).
- 2 Reddy & Hodges (2000) *Climate change and global crop productivity*. CAB International: Wallingford.
- 3 Loladze (2002) Rising atmospheric CO₂ and human nutrition: toward globally imbalanced plant stoichiometry? *Trends Ecol. Evol.* 17, 457-461.
- 4 Wieser et al. (1998) Quantitative determination of gluten protein types in wheat flour by reversed-phase high-performance liquid chromatography. *Cereal Chem.* 75, 644-650.



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

43. VORTRAGSTAGUNG, 17./18. MÄRZ 2008
JULIUS KÜHN-INSTITUT (JKI)
BUNDESFORSCHUNGSINSTITUT FÜR
KULTURPFLANZEN QUEDLINBURG

Verbesserung der Pflanzenqualität durch gentechnische Veränderung - Beispiele und Nachweismöglichkeiten -

Sabine Domey und Jessika Büchner

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Naumburger Str. 98, 07743 Jena

Vorbetrachtung

Über die klassische Züchtung hinaus können mit Hilfe der Gentechnik ganz gezielt schneller und effizienter bestimmte vorteilhafte Eigenschaften in die Pflanze eingebaut oder ungünstige entfernt werden und Erbeigenschaften artübergreifend kombiniert werden. Damit eröffnet sich ein weites Spektrum neuer Pflanzensorten und Verarbeitungsprodukte. Nach Entwicklung ursprünglich v.a. agrarökologisch und – ökonomisch bedeutsamer transgener Pflanzen mit Herbizidtoleranz und/oder Insektenresistenz (sogenannte Pflanzen der ersten Generation) gewinnen heute zunehmend auch Pflanzen mit veränderten Inhaltsstoffen (sogenannte Pflanzen der zweiten Generation) an Bedeutung. Nachdem 1994 in den USA mit der Flavr-Savr-Tomate erstmals ein gentechnisch verändertes Lebensmittel auf den Markt kam, wurden 1996 auch in der EU Produkte der herbizidtoleranten und insektenresistenten Sojapflanzensorte GTS 40/3/2 als Lebensmittel zugelassen, wenig später auch Produkte verschiedener herbizidtoleranter und/oder insekzentoleranter Maissorten, wie z. B. Bt176 (1997), Bt11 (1998) und MON810 (1998). Im gleichen Zeitraum wurden auch für das Öl und dieses Öl enthaltene Produkte herbizidtoleranter Rapsorten (z. B. MS1/RF2, MS1/RF1, Falcon GS40/90 etc.) und Baumwollsorten Genehmigungen als Lebensmittel von der EU erteilt. Darüber hinaus erhielt MON810 im Jahr 2006 in Deutschland als erster auch die Zulassung für den Anbau. Die transgene Kartoffelsorte Amflora mit verändertem Stärkestoffwechsel (~100 % Amylopektin) ist seit 2007 vorerst für Freisetzungsversuche zugelassen. Ihre Verwertung als Industriekartoffel (Papier- und Textilindustrie, Klebstoff) ist beantragt. In seiner Fettsäurezusammensetzung veränderter transgener Raps (z. B. Laurat-Raps) mit mittelkettigen Fettsäuren, dessen Öl in der Lebensmittelindustrie für die Herstellung von Schokoladenüberzügen anstelle von Kokos- oder Palmöl Verwendung finden könnte, ist derzeit nur in den USA und Kanada zugelassen, nicht aber in der EU.

Als zuständige Behörde für die Untersuchung von Saatgut und Futtermitteln auf gentechnische Verunreinigungen beschäftigt sich das gendiagnostische Labor der TLL vor allem auch mit der Etablierung und Entwicklung neuer Methoden insbesondere für die Untersuchung nicht zugelassener gentechnisch veränderter Pflanzen (GVO). Das erfolgt in Bezug auf Saatgut vorrangig in Zusammenarbeit mit dem Unterausschuss für Methodenentwicklung der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Gentechnik



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

43. VORTRAGSTAGUNG, 17./18. MÄRZ 2008
JULIUS KÜHN-INSTITUT (JKI)
BUNDESFORSCHUNGSINSTITUT FÜR
KULTURPFLANZEN QUEDLINBURG

Untersuchungen zur Variabilität des Alkaloidgehalts im Schlafmohn (*Papaver somniferum* L.)

Ulrike Lohwasser, Anke Dittbrenner, Hans-Peter Mock und Andreas Börner

Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK),
Corrensstraße 3, D-06466 Gatersleben, Deutschland

Schlafmohn (*Papaver somniferum* L., Papaveraceae) ist eine schon seit dem Neolithikum bekannte und auch genutzte Kulturpflanze. Der Einsatz zur Schmerzlinderung ist ab dem 7. Jahrhundert v. Chr. mit assyrischen Schriften belegbar. Bekannt sind die Namen opiumhaltiger Tinkturen wie Theriak (Mittelalter) oder Laudanum (16. Jhd.). Im Jahr 1804 isolierte der Pharmazeut Friedrich Wilhelm Sertürner eine Substanz aus dem Schlafmohn, die er das „schlafmachende Prinzip“ (Morphium) nannte. Damit gelang die Entdeckung des ersten pflanzlichen Alkaloids. Heute ist Morphin das stärkste in der Natur vorkommende Schmerzmittel. Die anderen Hauptalkaloide Codein, Thebain, Papaverin und Noscapin werden ebenfalls pharmazeutisch genutzt.

300 *Papaver somniferum*-Akzessionen von der bundeszentralen *ex situ*-Genbank in Gatersleben wurden in drei verschiedenen Jahren im Feld angebaut, um die Variabilität der Alkaloidgehalte zwischen den einzelnen Akzessionen zu untersuchen. Für die Untersuchungen wurden Primärkapseln reif geerntet und getrocknet. 50 mg der gemahlten Kapseln wurden mit Methanol extrahiert und mittels HPLC (high performance liquid chromatography) analysiert. Die Gehalte der fünf Hauptalkaloide (Morphin, Codein, Thebain, Papaverin, Noscapin) wurden ermittelt.

Die phytochemischen Analysen der im Jahr 2005 geernteten Kapseln zeigen eine große Variabilität in der Zusammensetzung und beim Gehalt der fünf Hauptalkaloide (Abb. 1). Einzelne Akzessionen wie M146, M105, M178 und M355 haben einen niedrigen Morphingehalt, aber einen relativ hohen Gehalt an Codein, Thebain und Papaverin. Es gibt eine signifikante Korrelation zwischen dem Gesamtalkaloidgehalt und dem Morphingehalt ($r=0,926$; $P=0,000$), während die anderen vier Alkaloide keine Korrelation aufzeigen. Zur Überprüfung bzw. Bestätigung der Ergebnisse müssen die Untersuchungen der Kapseln von 2006 und 2007 noch einbezogen werden. Es lässt sich aber bereits feststellen, dass die Genbank-Akzessionen eine große Variabilität im Alkaloidgehalt aufweisen. Die Akzessionen sind damit sowohl für die Backindustrie als auch für die pharmazeutische Industrie von Interesse.

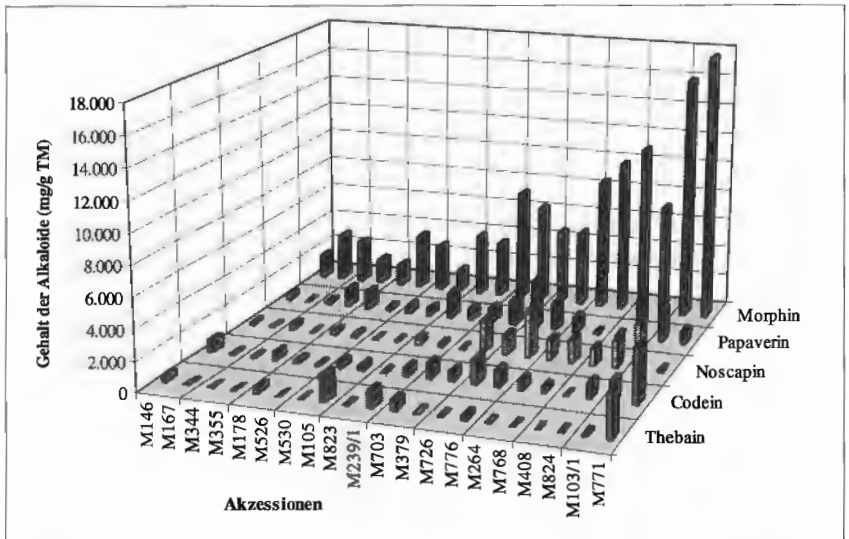


Abb. 1: Verteilungsmuster des Alkaloidgehaltes an 20 ausgewählten Akzessionen (Durchschnitt von drei Kapseln)



Variabilität aliphatischer Glucosinolate in *Arabidopsis thaliana* (L.) – Auswirkungen auf das Glucosinolatprofil und die Insektenresistenz

Rohr, F.,¹ Ulrichs, Ch.,¹ Gershenzon, J.² & Mewis, I.¹

¹Humboldt Universität zu Berlin, Institut für Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet
Urbaner Gartenbau, Lentzeallee 55, 14195 Berlin

²Max-Planck Institut für Chemische Ökologie, Hans-Knöll-Straße 8, 07745 Jena

Grundlagenwissen zu den Mechanismen der chemischen und genetischen Insektenresistenz von Pflanzen am Beispiel der Brassicaceae sind wichtig für die Beantwortung ökologisch-evolutiver Fragenstellungen und können darüber hinaus hilfreich für die Resistenzzüchtung bzw. Sortenwahl von Kulturpflanzen sein. Die an der Ackererschmalwand: *Arabidopsis thaliana* (L.) durchgeführten Untersuchungen sollen zukünftig auf wirtschaftlich bedeutende Kulturpflanzen wie Kohlgemüse und Ölsaat Raps übertragen werden.

Glucosinolate (GS) sind charakteristische Sekundärmetabolite und Abwehrstoffe der Brassicaceae, wozu wirtschaftlich bedeutende Kulturpflanzen, wie zum Beispiel Brokkoli und Raps, aber auch *A. thaliana* zählen. Diese schwefelhaltigen β -Thioglucoside werden im Sekundärmetabolismus der Pflanze aus Aminosäuren synthetisiert. Je nach Seitenkettenrest werden drei Hauptklassen von GS unterschieden: aliphatische, aromatische und Indolyl-GS. Durch Gewebeerstörung werden diese durch räumlich getrennt im Pflanzengewebe vorkommende Enzyme, die Myrosinase (β -Thioglucosidasen), zu einer Vielzahl biologisch aktiver Abwehrstoffe hydrolysiert, wie z. B. Isothiocyanate und Nitrile. Studien zeigten, dass GS und deren korrespondierende Hydrolyseprodukte toxisch auf viele Phytophage wirken. Diese Substanzen fungieren als Wachstumsinhibitoren bzw. Fraßabwehrstoffe für generalistische Insekten sowie für eine Reihe potenzieller pflanzlicher Feinde wie Säugetiere, Vögel, Mollusken, Nematoden, Bakterien und Pilze. Dagegen nutzen spezialisierte Insekten die GS zur Wirtspflanzenfindung und -identifizierung.

Innerhalb der Art *A. thaliana* variieren die einzelnen Ökotypen beträchtlich sowohl in der Zusammensetzung, als auch in der Anzahl und Menge der vorhandenen GS. Dies ist hauptsächlich auf Unterschiede im aliphatischen GS-Profil zurückzuführen, denn diese stehen unter streng genetischer Kontrolle und variieren dadurch sehr stark. Hierbei genügt bereits ein kleiner Satz polymorpher Loci (*GS-ELONG* und *GS-AOP*), um das GS-Profil modular zu verändern. Im Gegensatz zu den aliphatischen GS sind die Indolyl-GS weit verbreitet innerhalb der *A. thaliana*-Ökotypen und anderer Brassicaceen und werden eher durch Umweltfaktoren beeinflusst.

Bisher fehlen vertiefende Studien über die Variabilität aliphatischer GS und deren Bedeutung innerhalb der Abwehrreaktion gegenüber phytophagen Insekten. Deshalb wurde der Einfluss der natürlichen aliphatischen Glucosinolatvariabilität auf die Insektenresistenz untersucht.

Für die Studien zur Insektenresistenzmechanismen wurden zunächst 19 verschiedene *A. thaliana*-Ökotypen verwendet, welche nach HPLC-Analyse je nach Haupt-GS in drei Klassen unterteilt wurden: 1) Methylsulfinyl-, 2) 3-Hydroxypropyl- und 3) Allyl-GS enthaltend. Ökotypen welche 3-Hydroxypropyl-GS enthalten exprimieren *AOP3*, Allyl-GS-produzierende Ökotypen exprimieren *AOP2*, während Methylsulfinyl-GS-enthaltende Ökotypen durch nicht funktionelles *AOP2* und *AOP3* (*AOP0*) gekennzeichnet sind.

Es zeigte sich in Wiederholungsexperimenten, dass Methylsulfinyl-GS-produzierende Ökotypen resistenter gegenüber dem Generalisten *Spodoptera exigua* (Hübner) als auch dem Spezialisten *Pieris brassicae* L. waren als Ökotypen welche Hydroxypropyl-GS bzw. Allyl-GS enthielten. Um diese Ergebnisse zu bestätigen, soll mit weiterführenden Studien der Einfluss der *AOP*-Gene auf das aliphatische GS-Profil und die Auswirkungen auf die Insektenresistenz bei möglichst gleichem genetischen Hintergrund belegt werden. Dafür wurde der 3-Methylsulfinylpropyl-GS-produzierende Ökotyp Gie-0 mit einem 3-Hydroxypropyl- (*Sap-0*) bzw. Allyl-GS (*Mr-0*) -enthaltenden Ökotyp gekreuzt, um für *AOP2*, *AOP3* und *AOP0* (kein funktionelles *AOP2* und *AOP3*) homozygote Pflanzen zu erzielen. Für die Insektenbioassays wurden nur *AOP*-Linien verwendet, welche Allyl, 3-Hydroxypropyl- und 3-Methylsulfinyl-GS in der F3/4 produzieren.

Wie in den Voruntersuchungen zeigte sich, dass Linien welche 3-Hydroxypropyl bzw. Allyl-GS enthielten besser als Wirtspflanze für den Generalisten als auch Spezialisten geeignet waren als Methylsulfinyl-GS-enthaltende Ökotypen. Die bessere Wirtspflanzeneignung der 3-Hydroxypropyl-GS- sowie der Allyl-GS-aufweisenden Ökotypen könnte zum Beispiel durch die kürzere Seitenkette sowie deren unterschiedliche Reaktionseigenschaften im Vergleich zu Methylsulfinyl-GS erklärbar sein.

Zurzeit werden Mutanten erzeugt, welche durch die Unterdrückung der Expression von *AOP2* bzw. *AOP3* hin sichtlich des GS-Profiles verändert sind, um durch verschiedene Ansätze den Einfluss der *AOP*-Gene auf die Pflanzenresistenz detailliert zu untersuchen.

Einen herzlichen Dank an alle Sponsoren, die unsere Tagung mit Geld- und Sachspenden unterstützten und somit zum guten Gelingen beigetragen haben.

Die Tagung wurde gefördert von:

Fa. Kampfmeyer Mühlen, Hamburg

Fa. Plantextrakt GmbH, Vestenbergsgreuth

Fa. Phytolab GmbH, Vestenbergsgreuth

Fa. Schwartauer Werke, Bad Schwartau

Fa. Roth, Karlsruhe

Fa. Saatzucht Schmidt, Quedlinburg