

## Klassifizierung von pflanzlichen Produkten aus ökologischem und konventionellem Anbau durch Messung sekundärer Pflanzenstoffe

Roose, M.<sup>1\*</sup>, Kahl, J.<sup>1</sup> und Ploeger, A.<sup>1</sup>

*Keywords: Food Quality; Secondary Plant Compounds; Polyphenols; Carotenoids*

### Abstract

*The content of secondary plant compounds in plants is influenced by various environmental factors. Cultivation and fertilization are factors which are characteristic for the farming system organic or conventional. Within a german governmental funded project (BÖL02OE170/F) carrot, maize and wheat samples from different farming systems (defined trials and farm pairs) are differentiated and classified using their polyphenolic and carotenoid contents and profiles, respectively.*

*The samples from organic farming could be differentiated from samples which were conventionally grown as statistical significant for carrot and wheat samples in a two year repetition. The samples could be classified by both, polyphenolic as well as carotenoid profiles. The sum parameters only can not be applied for the differentiation and classification of the samples. Factors like cultivar and site have a strong influence on the classification. Therefore for the classification of the carrot samples according to the farming systems land site must be included.*

### Einleitung und Zielsetzung

Die Produktqualität von pflanzlichen Produkten, die zu Ernährungszwecken dienen, kann auf verschiedene Weise definiert werden. Eine Möglichkeit der Beschreibung zielt auf den gesundheitlichen Wert eines Lebensmittels ab. Sekundäre Pflanzenstoffe, wie Polyphenole und Carotinoide, werden als positiv auf die Gesundheit wirkende Pflanzeninhaltsstoffe angesehen, wobei der tatsächliche gesundheitliche Nutzen einzelner Stoffe und Stoffgruppen kontrovers diskutiert wird (Brandt and Molgaard 2001, Halliwell 2006). Der Gehalt an sekundären Pflanzenstoffen im Ernteprodukt wird von den verschiedensten Umwelteinflüssen bestimmt (Leclerc et al. 1991, Schuphan 1974, Zhou et al. 2004). Charakteristische Unterschiede zwischen für ökologischen und konventionellen Anbausystemen finden sich vor allem in Bezug auf die angebaute Sorte (z.B. Verwendung von Hybriden) und die Art der Düngung (mineralisch vs. organisch). Ziel des Projektes war die Differenzierung und Klassifizierung von verschieden behandelten pflanzlichen Ernteprodukten unter Zuhilfenahme von Polyphenol- und Carotinoidmuster bzw. dem Gehalt an einzelnen Carotinoiden.

### Methoden

Die untersuchten Proben (jeweils zwei Probenjahre) von Mais (*Zea mais* L.) und Weizen (*Triticum aestivum* L.) stammten aus dem DOK-Versuch (Mäder et al. 2002). Für die Klassifizierung wurden die DOK-Behandlungen D2 und O2 als ökologische und die Behandlungen K2 und M als konventionelle Anbauvarianten zusammengefasst betrachtet. Die Proben wurden manuell von Verunreinigungen gereinigt und mittels einer Zentrifugalmühle gemahlen. Das Schrot wurde zur Analyse eingesetzt.

<sup>1</sup> Fachgebiet Ökologische Lebensmittelqualität und Ernährungskultur, Universität Kassel, Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen, Deutschland, \* neue Adresse: Abteilung Nanobiophotonik, Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie, Am Fassberg 11, 37077 Göttingen

Als zweites Probenensemble (Probenjahr 2005) für Weizen standen Proben aus fünf geografisch zusammengehörenden Betriebspaaren zur Verfügung, die jeweils dieselbe Sorte (cv. Ludwig [2x], Bussard [1x] und Capo [1x]) im ökologischen (EU-Richtlinie 2092/91) bzw. konventionellem Anbau hatten. Zwei Gruppen von Möhrenproben (*Daucus carota* L.; Probenjahr 2005) wurden untersucht. Die erste Gruppe stammte aus einem Feldversuch der Universität Kassel. Dort wurden zwei Möhrensorten (cv. Rothild und cv. Rodelika) verglichen, die mit 150 kg N ha<sup>-1</sup> als Hornspäne bzw. als ungedüngte Kontrolle behandelt wurden. Die zweite Gruppe bestand aus Proben von 5 Betriebspaaren, die jeweils ökologisch oder konventionell produzierten. Als Betriebspaar wurden geografisch nahe beieinander liegende Betriebe gewählt, die jeweils gleiche Sorten (cv. Narbonne [1x] und cv. Nerac [4x]) anbauten. Die Möhrenproben wurden unmittelbar nach Anlieferung gewaschen und nach Verwerfen des jeweils oberen und unteren Viertels in kleine Würfel geschnitten. Diese wurden schockgefrostet und gefriergetrocknet. Das gefriergetrocknete Material wurde gemahlen und zur Analyse verwendet. Alle Proben wurden codiert angeliefert.

Die Proben wurden mittels HPLC und PDA (Waters 2695 und 2996) analysiert. Einflüsse der Probenaufbereitung wurden über einen zugegebenen internen Standard kompensiert. Die verwendeten Reagenzien und Standards entsprachen der höchsten kommerziell erhältlichen Reinheit bzw. waren als „HPLC grade“ ausgewiesen.

Für die Carotinoid-Analyse wurden die Proben mit Methanol / Tetrahydrofuran (1:1 v:v) extrahiert. Die Carotinoide wurden aus dem Extrakt durch Flüssig-Flüssig-Extraktion mit Petrolether herausgelöst. Die Petroletherphase wurde abgedampft und der Rückstand in Methanol / THF und dem HPLC-Solventen gelöst. Diese Lösung wurde nach Filtration zur Analyse verwendet. Die Trennung erfolgte auf einer Grace-Vydac 201TP54 Säule mit 1 ml min<sup>-1</sup> Methanol / Acetonitril / 2-Propanol als Solvent. Die Peaks wurden durch Vergleich mit Standardsubstanzen anhand ihrer Retentionszeit und ihrer Spektren zugeordnet.

Die Polyphenole wurden mit Methanol aus dem Probenmaterial (Möhre) extrahiert. Die Probe wurde unter Vakuum bis zur Trockne eingedampft und mit Methanol resovatisiert. Nach Filtration wurde die Lösung zur Analyse eingesetzt. Die Trennung der Komponenten erfolgte auf einer ODS-Hypersil-Säule (3 µm Partikelgröße, 120 Å Porenweite, 125 x 4.0 mm i.D., geliefert von Techlab GmbH, Erkerode, Germany) mit einem Gradienten mit 5% Ameisensäure als Solvent A und Methanol als Solvent B.

Die Daten wurden auf Normalverteilung geprüft. Die Mittelwerte der Gehalte Einzelstoffe wurde mittels ANOVA verglichen. Zusätzlich wurden die Proben mittels Linearer Diskriminanzanalyse (LDA) auf Basis einer Stoffgruppe klassifiziert. Zur Auswertung wurde SPSS 12.0 G benutzt.

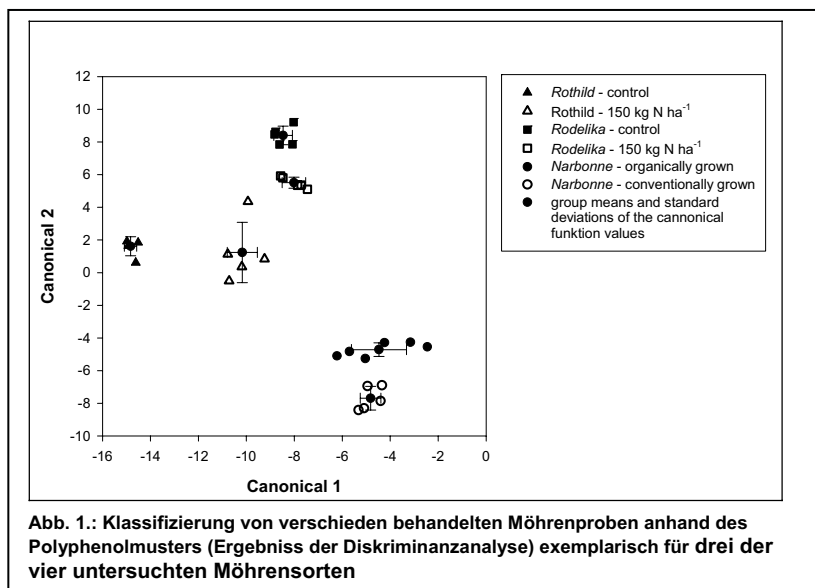
## Ergebnisse und Diskussion

Die Klassifizierung der Maisproben nach den Anbauvarianten Ökologisch (DOK Behandlungen D2 und O2), Konventionell (K2 und M) sowie Kontrolle (N) war nur im zweiten Probenjahr vollständig. Im ersten Probenjahr bildeten die Kontrolle und die ökologischen Versuchsvarianten eine Gruppe, während die beiden konventionellen Varianten in separaten Clustern lagen. Die Klassifizierung der Proben des zweiten Probenjahres mit dem Modell des ersten Probenjahres erbrachte keine zutreffende Klassifizierung. Insofern ist davon auszugehen, dass das Klima im Modell Berücksichtigung finden muss.

Beim Weizen wurde nur der Gehalt des Carotinoids Lutein bestimmt. Der Luteingehalt unterschied sich zwischen den Gruppen ökologischen und konventionellen Anbaus signifikant. Die Kontrolle hatte in beiden Probenjahren den höchsten Luteingehalt, gefolgt von der Gruppe ökologischen Anbaus und der Gruppe konventionellen Anbaus.

baus. Die Erzeuger-Probenpaare zeigten diesen Zusammenhang bezüglich des Anbausystems nicht. Fraglich ist, ob dies auf die zum DOK-Versuch differierenden Weizensorten oder auf Faktoren des Produktionsprozesses (unterschiedliche Böden, Mikroklima, Erntezeitpunkt etc.) zurückzuführen ist.

Bei den Möhrenproben war die Klassifizierung mittels des Carotinoidprofils auf Ebene der Sorten signifikant. Die Klassifizierung der Proben nach Anbausystemen bzw. Düngungsstufen war nur unter Berücksichtigung der Sorte und nicht für alle Sorten möglich. Insbesondere die von mehreren Standorten stammenden Nerac-Proben konnten nicht klassifiziert werden. Eines der Nerac-Probenpaare, das durch seine nicht der Handelsklassendefinition entsprechende Produktqualität auffiel, wurde auch durch die Diskriminanzanalyse als nicht zu seiner Sortengruppe zugehörig ausgesondert. Die ebenfalls festgestellte signifikante Korrelation zwischen dem alpha-Carotinhalt und dem Gehalt an Einfachzuckern (Glucose und Fructose) deutet darauf hin, dass die Proben durch das Carotinoid-Profil nach ihrer Reife klassifiziert werden. Für die Prüfung, ob eine Klassifizierung nach Anbausystem mittels des Carotinoidprofils möglich ist, müssten insofern gleich reife Proben verglichen werden bzw. ein zuverlässiger Indikator für die Quantifizierung der Reife zusätzlich in das Modell mit einbezogen werden.



Mittels des Polyphenolprofils konnten die Proben nach Anbausystem bzw. Düngung klassifiziert werden. Die Klassifizierung erfolgte durch jeweils eine der beiden Diskriminanzfunktionen signifikant. Welche der beiden Diskriminanzfunktionen klassifizierte war sortenabhängig. Die Nerac-Proben, die von mehreren Standorten kamen, konnten nur pro Standort signifikant differenziert werden. Die Differenzierung erfolgte jedoch konsistent über die Standorte durch dieselbe Diskriminanzfunktion. Insofern ist anzunehmen, dass das Polyphenolprofil stärker als das Carotinoidprofil durch das Anbausystem beeinflusst ist. Die stärksten Einflüsse auf das Profil über jedoch Sorte und Standort aus. Diese Faktoren wären insofern bei der Modellierung angemessen zu berücksichtigen.

## Schlussfolgerungen

Die Klassifizierung von ökologischen und konventionellen Produkten pflanzlicher Herkunft (Möhren, Weizen, Mais) mittels sekundärer Pflanzenstoffe ist im Ansatz möglich. Um die gefundenen Modelle praxistauglich zu machen muss jedoch der Einfluss von Sorte und Standort quantifiziert und in die Modelle einbezogen werden. Hierzu ist eine Kalibrierung der Modelle mit großen Probenensembles nötig. Die Varianten Sorte und Standort wären in die Versuchsplanung der nötigen mehrjährigen Versuche einzubeziehen und genau zu quantifizieren um eine Berücksichtigung innerhalb der Modelle zu berücksichtigen.

## Danksagung

Die Autoren danken Dr. P. Mäder und Dr. F. Weibel (FiBL), Dr. D. Dubois (ART-Reckenholz), Prof. Dr. P. von Fragstein (Universität Kassel) und Prof. Dr. G. Rahmann (MRI) für die Bereitstellung und Organisation der Proben und dem BMVEL für die finanzielle Unterstützung im Rahmen des Bundesprogramms Ökolandbau (BÖL 02OE170/F).

## Literatur

- Brandt K., Molgaard J. P. (2001): Featured Article/ Organic agriculture: does it enhance or reduce the nutritional value of plant foods? *Journal of the Science of food and agriculture* 81: 924-931.
- Halliwell B. (2006): Polyphenols: antioxidant treats for healthy living or covert toxins? *J Sci Food Agric Online Publication*.
- Leclerc J., Miller M., Joliet E., Rocquelin G. (1991): Vitamin and Mineral Contents of Carrot and Celeriac Grown under Mineral or Organic Fertilization. *Biological Agriculture and Horticulture* 7: 339-348.
- Mäder P., Fließbach A., Dubois D et al. (2002): Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. *Science* 296: 1694-1697.
- Schuphan W. (1974): Nutritional Value of Crops as Influenced by Organic and Inorganic Fertilizer Treatments. *Plant Foods for Human Nutrition XXIII*: 333-358.
- Zhou K., Su L., Yu L. (2004): Phytochemicals and Antioxidant Properties in Wheat Bran. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52: 6108-6114.