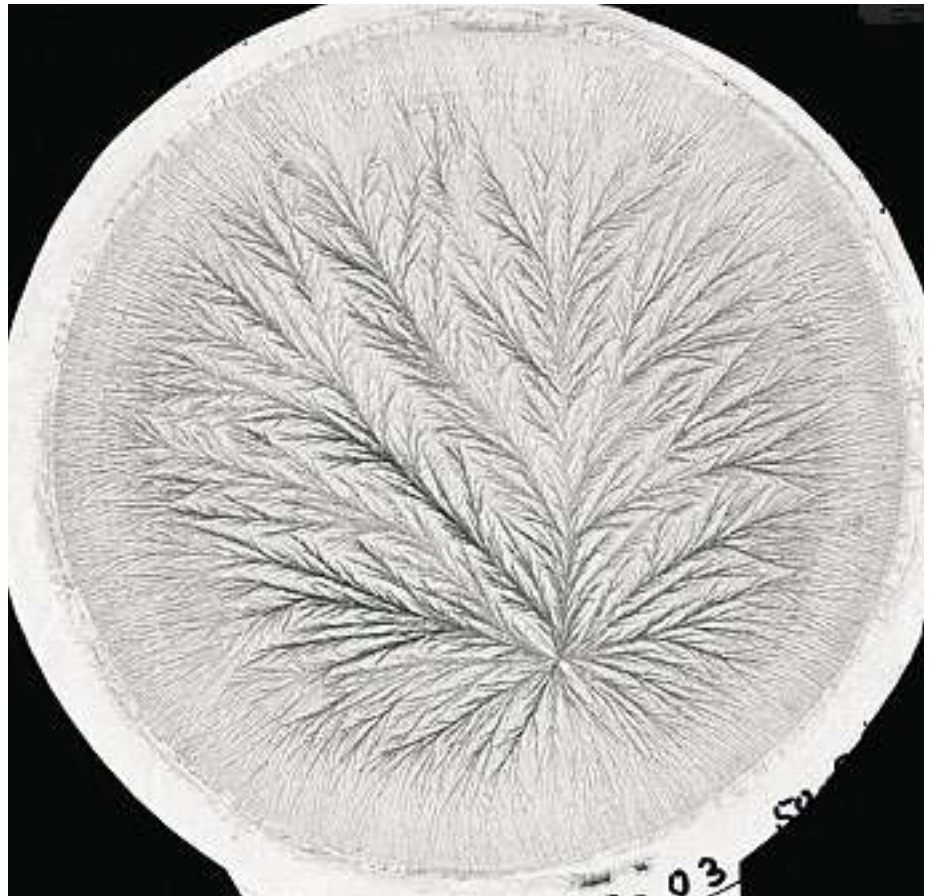


Validierung ganzheitlicher Methoden zur Bewertung ökologischer Lebensmittelqualität

AutorInnen: Nicolaas Busscher, Johannes Kahl, Angelika Meier-Ploeger

Bei Biolebensmitteln (gemäß deutschsprachiger gesetzlicher Regel gilt: Bio = Öko) stellt die gesetzlich vorgeschriebene Zertifizierung auf allen Stufen die Bioqualität der Produkte sicher. «Lässt sich Bio messen?», ist jedoch eine alte und immer noch aktuelle Frage. Der folgende Artikel gibt dafür neue Antworten und zeigt auf, wie mit klassischen und komplementären Methoden Aussagen über die Bioqualität der Lebensmittel gemacht werden können.

Der Markt für ökologische Produkte wächst (1, 2). Die Qualität wird über den Prozess der Produktion definiert (EU-Richtlinie 2092/91 und Richtlinien der Anbauverbände). Mit dem wachsenden Markt zeigen sich die rein administrativen Prozesskontrollen als nicht ausreichend (siehe Nitrofen-Skandal). Methoden, mit denen das Ergebnis der Prozessqualität am Produkt verifiziert und demonstriert werden kann, sind wünschenswert, um eine vom Verbraucher erwartete unterschiedliche Qualität am Produkt nachweisen zu können. Der Konsument ökologischer Produkte geht von einem höheren Genuss- und Gesundheitswert dieser Produkte aus, dies wird wissenschaftlich, aber kontrovers diskutiert (3–6). Die Betrachtung ökologischer Lebensmittelqualität ist komplex, da neben der Bewertung von Einzelstoffkonzentrationen das Bindungsverhalten der Stoffe (z. B. zellwandgebundene Pestizide) oder die Bestimmung von neu erkannten Eigenschaften des Produkts (Strukturfähigkeit, spektrale Lichtspeicherkapazität, physiologischer Aminosäurenstatus, sensorische Beurteilung) erforderlich ist. Ganzheitliche, zu den chemisch-analytischen Methoden komplementäre Ansätze zur Bewertung fordern eine Erweiterung des Qualitätsbe-



Komplementärmethode Kupferchloridkristallisation

griffes, der über die Definitionen, wie sie z. B. im deutschen Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz (LMBG) verwendet werden, hinausgehen (6, 7). Dafür sind Methoden gefordert, die diese Qualitätsaspekte abdecken (analytische und sog. ganzheitliche Methoden). Darüber hinaus gibt es bisher keine etablierten Verfahren zur Klassifizierung ökologisch erzeugter Lebensmittel am Produkt selbst. Es wurden zwar Methoden etabliert, die Proben nach geografischer Herkunft identifizieren im Sinne einer Authentizität (z. B. Stabile Isotopen Massenspektrometrie), nicht aber ob sie ökologisch oder konventionell erzeugt wurden. Für die Bewertung und Klassifizierung ökologischer Produkte müssen Methoden validiert wer-

den, die dieses leisten. Darüber hinaus fehlt ein dem ökologischen Landbau gemässes ganzheitliches Qualitätskonzept für die Produktbewertung (7, 8). Die bisherigen Ansätze (9–16) haben keinen Eingang in die Praxis gefunden. Mit dem Bericht «Bewertung von Lebensmitteln verschiedener Produktionsverfahren» der vom deutschen Bundesministerium für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Ernährung (BMVEL) 2001 eingerichteten Senatsarbeitsgruppe (6) wurde dieses Problem beschrieben und mit entsprechenden Vorschlägen versehen. Die Empfehlungen für weitere Forschungstätigkeit reichen von der Untersuchung sekundärer Pflanzenstoffe über den Einsatz von Futterwahlversuchen bis zur Nutzung meh-

rerer ganzheitlicher Methoden in einer interdisziplinären Zusammenarbeit.

In verschiedenen Studien wurden bereits analytische und ganzheitliche Methoden zur Unterscheidung von Proben aus ökologischem und konventionellem Anbau eingesetzt. Mit Bildschaffenden Methoden (siehe Methoden) konnten Rote Bete, Äpfel und Weizen aus ökologischem und konventionellem Anbau weitgehend richtig den jeweiligen Anbausystemen zugeordnet werden (17–19). Die Verfahren waren allerdings nicht nach z. B. ISO 17025 validiert und die Auswertung konnte nur visuell von einer bestimmten Person an ausgewählten Bildern vorgenommen werden. Bei Rote Bete konnten unter Anwendung explorativer Statistikmethoden Anbauverfahren anhand der Gehalte ausgewählter Inhaltsstoffe gegliedert werden (17). Äpfelproben zeigten eine sehr gute lineare Korrelation zwischen Bildschaffenden Methoden, organoleptischer Beurteilung und Inhaltsstoffen (Phosphor) (19).

Bisherige Versuche, Verfahren zum Nachweis ökologischer Produktqualität zu etablieren, scheiterten häufig daran, dass, zum einen die Methoden zur Qualitätserfassung nicht oder nicht für die Fragestellung geeignet oder validiert waren bzw. dass die Herkunft der Produkte nicht oder nur unvollkommen charakterisiert war, zum anderen wurde nicht oder nur unzureichend geprüft, ob die verschiedenen Methoden unabhängige Ergebnisse liefern bzw. ob sich durch eine geschickte Methodenkombination das Ergebnis verbessern lässt. Dies belegen die in den letzten Jahren zu diesem Thema durchgeführten Studien (2, 6, 7, 20, 21).

Mit dem Projekt «Ganzheitliche Untersuchungsmethoden zur Erfassung und Prüfung der Qualität ökologischer Lebensmittel: Stand der Entwicklung und Validierung» (02OE170) im deutschen «Bundesprogramm Ökolandbau» wurden verschiedene, ganzheitliche und analytische Verfahren für die Unterscheidung von Produkten aus ökologischem und konventionellem Anbau validiert (www.bundesprogramm-oekolandbau.de).

Validierung (siehe Validierung und Ganzheitlichkeit) bedeutet die Prüfung, ob eine bestimmte Fragestellung mittels der Methode eindeutig beantwortet werden kann (21, 22). Bei dem hier gewählten Ansatz aus der Forderung nach Verfahrens- und Methodenvalidierung gibt es vier verschie-

dene Möglichkeiten, die Qualitätsuntersuchungen zu vergleichen: durch Bestimmung der Wiederholpräzision (*repeatability*), der Laborpräzision (*intermediate precision*), der Vergleichspräzision (*reproducibility*) oder der Methodenrobustheit (*robustness*) (vgl. 21). Voraussetzung dafür sind dokumentierte Prozesse im Labor, die Möglichkeit, Methodenergebnisse statistisch auswerten zu können, und mehrere Laboratorien, die mit der Methode arbeiten. Bei einigen der ganzheitlichen Methoden lässt sich die Richtigkeit (*accuracy*) nicht bestimmen, weil noch keine Standardreferenzmaterialien existieren.

Die meisten Methoden konnten an codierten Proben die Unterscheidung der Anbausysteme ökologisch/konventionell am Produkt statistisch abgesichert zeigen. Die abschliessenden Ergebnisse der Vergleichsmessung werden zurzeit publiziert. Die Produkte stammen aus dem seit 1978 am Institut für organischen Landbau (FiBL/CH) und der Eidg. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Zürich-Reckenholz (FAL/CH), durchgeführten Feldversuch (23). Damit konnten zum ersten Mal mehrere Methoden nebeneinander eine Differenzierung von ökologischen und konventionellen Produktqualitäten an gut dokumentiertem Material vornehmen.

In einem Folgeprojekt wird untersucht werden, ob trotz der Variation in Sorte, Klima und Boden die Klassifizierung der Produkte durchgeführt werden kann und ob u. a. durch die Korrelation verschiedener Methodenergebnisse eine Bewertung der Methodenaussage hinsichtlich der Verbrauchererwartung (unter anderem Gesundheitswert) möglich ist. Dann soll sich zeigen, welche Methode oder Methodenkombination sich für den Einsatz in der Routine eignet.

Die AutorInnen erarbeiteten diese Studie an der Universität Kassel, Fachgebiet ökologische Lebensmittelqualität und Ernährungskultur, in Zusammenarbeit mit der Kwalis GmbH, Dipperz, der EQC GmbH, Weidenbach, dem Institut für ökologischen Landbau der FAL (Trenthorst) und dem Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) in Frick.

Informationen:
University of Kassel
Department of Food Quality
Dr. Busscher
Nordbahnhofstrasse 1a
DE-37213 Witzenhausen
Telefon ++49 (0)5542 981 715
Telefax ++49 (0)5542 981 713
www.uni-kassel.de
busscher@uni-kassel.de

Methoden

Seit Mitte der Achtzigerjahre wächst das Interesse an den **Bildschaffenden Methoden** für die Bewertung von Lebensmittelqualität. Zu ihnen gehören die **Kupferchloridkristallisation**, die Steigbildmethode und die Rundfilter-Chromatographie (8, 24, 25). Die Ergebnisse der Methoden sind Muster, die nach vorgegebenen Kriterien ausgewertet und interpretiert werden. Im Falle der Kupferchloridkristallisation sind es geordnete und produkttypische Kristallmuster auf einer runden Glasplatte, während es sich bei den anderen beiden Methoden um zweidimensionale Muster auf Chromatographiepapier handelt. Im Falle der Kupferchloridkristallisation kristallisiert eine wässrige Kupferchloridlösung in einem typischen Muster (26, 27). Zusätze, z.B. Pflanzenextrakte beeinflussen dieses Muster charakteristisch, wobei die Struktur (Verästelung, Hohlformen, Nadeldicke usw.) und Textur (z. B. Graustufenverteilung nächster Nachbarn) abhängig vom Mischungsverhältnis ist (28–31). Für jedes Probenmaterial lässt sich ein bestimmtes Mischungsverhältnis ermitteln, bei dem sich das Muster von den anderen Proben unterscheidet (32). Die Unterscheidung lässt sich mit der Optimierung der experimentellen Randbedingungen verbessern (33, 34). Die Kupferchloridkristallisation arbeitet mit der ganzen, zerkleinerten Probe (keine Matrixabtrennung) und liefert selektive Strukturinformationen über das Produkt, wobei die Muster visuell und computerunterstützt ausgewertet werden können (35–37). Sie wurde in der nicht validierten Form seit Jahren in der Qualitätsbeurteilung ökologischer Produkte eingesetzt (17, 25, 30, 31, 37) und stellte auch im Projekt 02OE170 unter Beweis, dass sie ökologische und konventionelle Proben in validierter Form differenzieren kann. Zudem bietet sie durch den Bildcharakter ein interessantes Marketinginstrument.

Die **Fluoreszenz-Anregungsspektroskopie** ermittelt an unzerkleinerten Proben (Originalmatrix) Daten im sichtbaren Bereich des Spektrums, die durch Vergleich mit bekannten Mustern Rückschlüsse auf den Entwicklungsstatus der Pflanze bzw. des Produkts ermöglichen, der bei unterschiedlichen Anbaumethoden verschieden ausgeprägt wird (38–40). Mit diesem Verfahren war es möglich, im Projekt 02OE170 codierte ökologische und konventionelle Proben zu differenzieren und auch zu identifizieren.

Eine weitere ganzheitliche Methode ist die sensorische Prüfung von Lebensmitteln. Die **Sensorik** hat sich in den letzten 50 Jahren zu einer anerkannten Wissenschaft entwickelt (41, 42). Sie zählt zu den analytischen, ganzheitlichen Methoden, da der Mensch als «Messinstrument» mit all seinen Sinnen das beschreibt, was an einem Produkt erfassbar ist (mittels Geruchs-, Geschmacks-, Gesichts-, Gehör-, Temperatur-, Schmerz-, kienästhetischer und mechanischem Hautsinn). Der Einsatz von neuen, systematischen Verfahren unter Nutzung standardisierter Methoden und Bedingungen ermöglicht objektive, reproduzierbare Analyseergebnisse (vgl. entsprechende DIN- und ISO-Normen).

Die hier als **physiologischer Aminosäurestatus** bezeichnete produktspezifische Methodenkombination verschiedener Stickstoff- bzw. aminosäureanalytischer Verfahren erlaubt, über den physiologischen Stoffwechselstatus der Pflanze auf das Kulturverfahren zu schliessen. Der physiologische Aminosäurenstatus (N-Metabolom) erlaubt, über die Stoffwechselphysiologie der Pflanze auf das jeweilig angewandte Kulturverfahren zu schliessen. Die Bestimmung des physiologischen Aminosäurenstatus erfolgt mittels einer produktspezifischen Methodenkombination verschiedener stickstoff- bzw. aminosäureanalytischer Verfahren, welche auf hohe Präzision optimiert wurden. Das Verfahren ermöglicht die Erfassung stofflicher Veränderungen, die durch Modifikation der Wachstums- und Reifungsprozesse durch verschiedene Kulturbedingungen in den inneren Stoffwechselprozessen der Pflanze bewirkt werden. Als N-Metabolom wird die Gesamtheit der durch den

N-Metabolismus der jeweiligen Kulturpflanze gebildeten Stoffwechselprodukte bezeichnet, mit deren Hilfe eine Charakterisierung der entsprechenden Kulturpflanze bzw. deren Kulturbedingungen ermöglicht werden. Das Verfahren hat sich bisher bei einigen Produkten zur Differenzierung und Identifizierung als leistungsfähig erwiesen (43, 44).

Die Bestimmung der **sekundären Pflanzenstoffe** (z. B. Spektrum der Polyphenole und Carotinoide) ist auch im Zusammenhang mit dem primären Stoffwechsel (N-Metabolismus) eine wichtige Grösse zur Abschätzung der Pflanzengesundheit (Stress, Abwehrvermögen) (45–47) und damit einer ganzheitlichen Betrachtung der Pflanze. Gleichzeitig wächst die Kenntnis über ihre Bedeutung für die menschliche Gesundheit (48).

Validierung und Ganzheitlichkeit

Validierung

Validierung als Eignungsnachweis für die Qualität der Analytik wird heute allgemein vorausgesetzt (21). Validierung bedeutet, die Frage zu beantworten, ob sich die Methode für die Unterscheidung verschiedener Produktqualitäten eignet. Methoden, die als Standardmethoden bereits durch internationale oder nationale Normen oder anerkannte Spezifikationen ausreichend genaue Informationen enthalten, brauchen nicht validiert werden, wenn diese normative und veröffentlichte Dokumente enthalten, dass sie vom Personal für die Abläufe benutzt werden können (z. B. die Methodensammlung nach Artikel 35 des deutschen Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetzes). Verfahren, die nicht in normativen Dokumenten festgelegt sind, selbst entwickelte Verfahren, Verfahren nach normativen Dokumenten, die ausserhalb ihres vorgesehenen Anwendungsbereiches angewendet werden, und Erweiterungen von Verfahren müssen nach normativen Dokumenten validiert werden, um zu bestätigen, dass die Verfahren für den beabsichtigten Gebrauch geeignet sind. Dafür muss die Fragestellung so beschrieben werden, dass sich daraus die an die Methode zu stellenden Leistungsanforderungen klar und deutlich ableiten lassen. Weiterhin müssen die üblichen Leistungsmerkmale der Methode als benötigte charakteristische Kenngrössen ermitteln lassen. Die Methode muss schriftlich fixiert vorliegen und sollte neben Angaben wie Methoden- und Einstellparameter auch Art und Güte der eingesetzten Materialien sowie Angabe über Probenahme, Probenkonservierung, Probentransport, Probenaufbereitung, Sequenzaufbau bei der eigentlichen Messung und den Arbeitsbereich enthalten. Die EN ISO/IEC 17025:2000 hat den Status einer deutschen Norm und ist seit Dezember 1999 in Kraft. In Abschnitt 5.4 «Prüf- und Kalibrierverfahren und deren Validierung» sind die Vorschriften für die Durch-

führung der Validierung eines Verfahrens beschrieben, was nicht in normativen Dokumenten festgelegt ist. Die EN ISO/IEC 17025:2000 fordert im Abschnitt 5.4.5 «Validierung von Verfahren», dass die Validierung in dem Umfang durchgeführt werden muss, der zur Erfüllung der Erfordernisse der beabsichtigten Anwendung oder des betreffenden Anwendungsgebietes notwendig ist.

Ganzheitlichkeit

Nimmt man die Ansprüche der Verbraucher als Massstab für die Bewertung der ökologischen Lebensmittelqualität ernst, so muss neben der prozessbezogenen Qualität (Biogütesiegel, EG-Öko-Verordnung 2092/91ff) auch die produktbezogene Qualität wieder stärker berücksichtigt und bewertet werden. Diese lässt sich allerdings in ihrer Gesamtheit nur als Summe ausgewählter Einzelbestimmungen messen. In der vergleichenden produktbezogenen Qualitätsforschung mit ökologisch und konventionell angebauten und verarbeiteten Lebensmitteln kommen verstärkt neue Methoden zum Einsatz, die als komplementär zu dem analytischen Stoffnachweis gesehen werden. Dabei wird angenommen, dass die Bestimmung äusserer und innerer Qualitätsparameter nur Teilaspekte der Qualität erfasst, während mit den komplementären Methoden eine «ganzheitliche» Aussage («das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile») gemacht werden kann (8). Dazu wird argumentiert, dass eine komplementäre Qualitätsbestimmung vor allem die Ordnungs- und Strukturierungsfähigkeit eines Lebensmittels erfasst (8). Diese wird von den spezifischen Lebenserscheinungen einer Pflanze, eines Tieres wie Wachstum, Entwicklung, Reproduktion usw. und durch Verarbeitungsverfahren der Rohwaren beeinflusst. Eine «lebensgemässe» Qualitätsforschung sollte Untersuchungsmethoden einbeziehen, die diesen Lebensphänomenen pflanzlicher und tierischer Produkte gerecht werden (37). Ganzheitliche Methoden sollen also zum einen den Prozess im Produkt wieder finden und zum anderen eine ganzheitliche, d. h. über die Einzelstoffbetrachtung hinausgehende Aussage liefern.

Literaturliste (Auszug)

Die vollständige Literaturliste kann bei Dr. Johannes Kahl von der Universität Kassel angefordert werden.

Andersen, J-O, Henriksen, CB, Lursen, J, Nielsen, AA, 1999. Computerised image analysis of biocrystallograms originated from agricultural products. *Computers and electronics in agriculture* 22, 51-69.

Andersen, J-O, Kaack, K, Nielsen, M, Thorup-Kristensen, Kr., Labouriau, R, 2001. Comparative study between biocrystallisation and chemical analysis of carrots (*Daucus carota* L.) grown organically using different levels of green manures. *Biological Agriculture and Horticulture* 19, 29-48.

Balzer-Graf, U, 2001. Vitaqualität – Qualitätsforschung mit bildschaffenden Methoden. *Ökologie & Landbau*, 117, 1, 22-24.

DIN 17025 (Hrsg.), 2000. DIN EN ISO IEC 17025 – Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien. Europäisches Komitee für Normung, Beuth Verlag, Berlin.

Hamm, U, Gronefeld, F, Halpin, D, 2002. Analysis of the european market for organic food. *Organic centre Wales, University of Wales, UK*.

Kromidas, S (Hrsg.), 2000. Handbuch Validierung in der Analytik. Wiley-VCH, Weinheim.

Mäder, P, Pfiffner, L, Niggli, U, Balzer, U, Balzer, F, Plochberger, K, Velimirov, A, Besson, J-M, 1993. Effect of three farming systems (bio-dynamic, bio-organic, conventional) on yield and quality of beetroot (*Beta Vulgaris* L. var. *Esculenta* L.) in a seven year crop rotation. *Acta Horticulturae* 339, 11-31.

Meier-Ploeger, A, Vogtmann, H, (Hrsg.) 1991. Lebensmittelqualität – Ganzheitliche Methoden und Konzepte. Schriftenreihe der Stiftung Ökologie und Landbau, 66. Verlag C.F. Müller, Karlsruhe.

Meier-Ploeger, A, 2001. Qualitative und gesundheitliche Unterschiede von Lebensmitteln aus ökologischem und konventionellem Landbau – ein Vergleich. Fachliche Stellungnahme im Auftrag des Bundesministeriums (BMVEL).

Soil Association (Hrsg.), 2001. *Organic Farming, food quality and human health*. Soil Association, Bristol.

Stolz, P, Strube, J, Buchmann, M, Hiss, C, 2000. Better Dietary Protein-Quality of Beans Cultivated

Biodynamically than by Hydro-Culture. IFOAM 2000 – The World grows organic, 13th International IFOAM Scientific Conference Basel, vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich p 302.

Stolz, P, Strube, J, Buchmann, M, Hiss, C, 2000. Aminosäuren – Funktionelle Inhaltsstoffe von Pflanzenprotein; Veränderung der Aminosäuregehalte von weissen Bohnen in Abhängigkeit von den Kulturbedingungen. Beitrag zur 35. Tagung der Deutschen Gesellschaft für Qualität pflanzlicher Lebensmittel (DGQ) 2000 in Karlsruhe; 3-9805230-4-7.

Strube, J, 1996. Unterschiede in der Bio-Lumineszenz von Roggensorten. *Lebendige Erde* (4) S. 312-315.

Strube, J, Stolz, P, 1999. Zerstörungsfreie Lebensmitteluntersuchung an Ganzproben mittels Biophotonen-Fluoreszenz-Anregungsspektroskopie. Tagung Zerstörungsfreie Qualitätsanalyse. 34. Vortragstagung der Deutschen Gesellschaft für Qualitätsforschung DGQ 1999, Freising-Weihenstephan, Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung S. 249-254.

Strube, J, Stolz, P, 2000. Fluorescence Excitation Spectroscopy for the Evaluation of Seeds. IFOAM 2000 – The World Grows Organic, 13th International IFOAM Scientific Conference, Basel, vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich S. 306-309. 3 7281 2754 X.

Tauscher, B, Brack, G, Flachowsky, G, Henning, M, Köpke, U, Meier-Ploeger, A, Münzing, K, Niggli, U, Pabst, K, Rahmann, G, Willhöft, C, Myer-Miebach, E, 2003. Bewertung von Lebensmitteln verschiedener Produktionsverfahren. Statusbericht 2003. Senatsarbeitsgruppe «Qualitative Bewertung von Lebensmitteln aus alternativer und konventioneller Produktion».

Treutter, D, Santos-Buelga, M, Gutmann, K, Kolodziej, H, 1994. Identification of flavan-3-ols and procyanidins by HPLC and chemical reaction detection. *J. Chromatogr. A* 667, 290-297.

Watzl, B, Leitzmann, C, 1999. *Bioaktive Substanzen in Lebensmitteln*. Hippokrates Verlag Stuttgart.

Weibel, F P, Bickel, R, Leuthold, S, Alföldi, 2000. Are organically grown apples tastier and healthier? A comparative field study using conventional and alternative methods to measure fruit quality. *Acta Hort.* 517, 417-421.