

BÖLN

Bundesprogramm Ökologischer Landbau
und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft

Fast methods for authentication of organic plant based foods

FKZ: 11OE031

Projektnehmer:

Universität Kassel
Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften
Nordbahnhofstraße 1a, 37312 Witzenhausen
Tel.: +49 5542 98-1712
Fax: +49 5542 98-1713
E-Mail: dekfb11@uni-kassel.de
Internet: <http://www.uni-kassel.de/fb11agrar/>

Autoren:

Kahl, Johannes

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft.

Schlussbericht zum Projekt Nr. 2811OE031

Zuwendungsempfänger: Universität Kassel

Förderkennzeichen: 2811OE031

Vorhabenbezeichnung: Fast methods for authentication of organic plant based foods (AuthenticFood)

Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2011 bis 28.02.2015

Beteiligte Kooperationspartner: s. Liste Anhang

Kurzfassung deutsch:

Fast methods for authentication of organic plant based foods

Im AuthenticFood Projekt wurde eine breite Palette von analytischen Methoden entwickelt und für die Authentifizierung von organischen Pflanzenerzeugnissen validiert. Diese wurden auf Pflanzenproben aus dänischen und italienischen Feldversuche eingesetzt. Es wurde gezeigt, dass mehrere Analyseverfahren das Potenzial haben, die geographische und / oder den landwirtschaftlichen Ursprung pflanzlicher Produkte zu zeigen. Die Element-Fingerprint-Analyse eignet sich besonders für die Bestimmung der geografischen Herkunft. Hier können die Messungen den Einfluss der Bodenmineralogie an verschiedenen geographischen Standorten in Europa auf die Pflanze zeigen. Beim Zoomen auf einzelne Elemente mit stabiler Isotopen-Analyse ist es auch möglich zu zeigen, wie eine Pflanze gedüngt wurde - vor allem, wenn die Konzentration auf Isotopen bestimmter Pflanzenstoffe wie Aminosäuren und Sauerstoff erfolgt. Metabolomic-Verfahren (Profiling) eignen sich zur Unterscheidung zwischen ökologischen und konventionellen Pflanzenerzeugnisse, wenn sie mit multivariater Statistik kombiniert werden.

Die folgenden Ergebnisse wurden während der AuthenticFood Projekt erzielt:

- Es hat sich gezeigt, dass die Analyse von Pestizidrückständen nicht ausreichend empfindlich ist, um den landwirtschaftlichen Ursprung von pflanzlichen Produkten zu dokumentieren.
- Mehrere neuartige Analyseverfahren zur Authentifizierung von ökologischen Pflanzenproben sind entwickelt und veröffentlicht worden.
- Element-Fingerprint-Analyse von Pflanzenproben zeigt ihre geographischen Herkunft. Dazu sind neuartige analytische Methoden getestet worden.

- Stabile Isotopenanalyse von Stickstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff haben sich als geeignet für die Unterscheidung ökologischer und konventioneller Pflanzenproben erwiesen, vor allem bei stabilen Isotopen in bestimmten Pflanzenstoffen.
- Metabolomic-Profilung kombiniert mit multivariater Statistik können ökologisch und konventionell angebauten Weizen und Tomaten unterscheiden.
- Das AuthenticFood Projekt hat zu mehreren neuen Kooperationen und internationalen Projekte geführt, die auf die praktische Umsetzung der neuen Verfahren für die Authentifizierung ausgerichtet sind.

Dr. Johannes Kahl, Email: jok@nexs.ku.dk

Kurzfassung englisch:

Fast methods for authentication of organic plant based foods

In AuthenticFood a wide range of analytical methods have been developed and validated for authentication of organic plant products. These have been applied to plant samples from Danish and Italian field trials and independent test-set samples. It has been shown that several analytical methods have the potential to authenticate the geographical and/or the agricultural origin of plant products. Elemental fingerprint analysis is particularly suitable for revealing where a plant has been grown due to the inherently different soil mineralogy of geographical locations across Europe. When zooming in on individual elements by stable isotope analysis it is also possible to reveal how a plant has been fertilized – especially when focusing on isotopes of specific plant compounds such as amino acids and oxygen containing anions. Metabolomic profiling has also proven valuable for discriminating between organic and conventional plant products when combined with multivariate statistics.

The following results have been obtained during the AuthenticFood project:

- It has been shown that pesticide residue analysis is insufficiently sensitive to document the agricultural origin of plant products.
- Several novel analytical methods for authenticity testing of organic plants have been developed and protocols have been published.
- Elemental fingerprint analysis of plants can be utilized to reveal their geographical origin and novel analytical methods have been tested for this purpose.
- Stable isotope analysis of nitrogen, hydrogen, carbon and oxygen have proved suitable for discriminating organically and conventionally grown plants – especially when focusing on stable isotopes in specific plant compounds.

- Metabolomic profiling combined with multivariate statistics can discriminate organically and conventionally grown wheat and tomatoes.
- AuthenticFood has led to several new collaborations and international projects that focus on the practical implementation of novel methods for food authentication.

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung
 - a. Gegenstand des Vorhabens
 - b. Ziele und Aufgabenstellungen des Projekts
 - c. Planung und Ablauf des Projekts
2. Wissenschaftlicher und technischer Stand an den angeknüpft wurde
3. Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse
4. Angaben zum voraussichtlichen Nutzen und zur Verwertbarkeit der Ergebnisse
5. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen
6. Zusammenfassung
7. Literaturverzeichnis

Bericht

1. Einführung

a. Gegenstand des Vorhabens

Gegenstand des Vorhabens war die Erprobung verschiedener, bereits standardisierter, Labormethoden zur Unterscheidung ökologischer und nicht-ökologischer Weizen- und Tomatenproben bzw. deren verarbeiteter Produkte.

b. Ziele und Aufgabenstellungen des Projekts

Die Aufgabenstellung des Projektes war herauszufinden, welche Methoden sich unter welchen Umständen zu einer Authentifizierung ökologischer Lebensmittel eignen. Dabei wurde der Fokus auf neue, schnelle und kostengünstige Methoden für die Ergänzung der Zertifizierungsprozesse gelegt. Das Ziel des Projektes war es, die Methoden bzw. deren Parameter zu identifizieren, die sich für die Praxis der Zertifizierung eignen, verlässliche und möglichst in kurzem Zeitrahmen Ergebnisse zu liefern, mit denen die Praxis Entscheidungen fällen kann, Verdachtsmomenten konkret nachzugehen.

c. Planung und Ablauf des Projekts

Das Projekt wurde in einem Konsortium von 16 Institutionen aus 11 verschiedenen Ländern unter Leitung der Universität Kopenhagen durchgeführt. Die Projektlaufzeit war 2011 bis 2015. Zunächst wurden Probenumfang, Termine und Messparameter festgelegt. Dann wurden zu zwei Ernteterminen die Proben geerntet und an die Labore versandt. Die Proben wurden in den verschiedenen Laboren gemessen und die Ergebnisse ausgewertet. Zusätzlich wurde an einer zentralen Stelle die Ergebnisse gesammelt und mit multivariaten statistischen Verfahren untersucht, wo sich ggf. durch die Kombination verschiedener Parameter Verbesserungen in der Authentifizierung ergeben können. Zum Schluss wurden die Ergebnisse publiziert und mit der Praxis diskutiert.

2. Wissenschaftlicher und technischer Stand an den angeknüpft wurde

Der Markt ökologischer Lebensmittel wächst kontinuierlich seit mehr als 15 Jahren. Ökologische Lebensmittel werden als Premiumprodukte zu einem höheren Preis verkauft, verglichen mit nicht-ökologischer Ware. Immer wieder gibt es Skandale, die zeigen, dass Fälschungen, wie Umdeklaration anderer Lebensmittel zu solchen als Öko-Ware offenbar ein lohnendes Geschäft verspricht. Das seit vielen Jahren erprobte Werkzeug der Zertifizierung ökologischer Produkte deckt die meisten dieser Vorgänge frühzeitig auf bzw. gibt Hinweise auf Verdachtsmomente. In einem globalisierten Markt, wo die Ware rund um den Globus, auch im Öko-Sektor, transportiert wird, können neue analytische Labormethoden helfen, falsch deklarierte Lebensmittel zu identifizieren. Eine Reihe solcher Methoden wurden erfolgreich für die Authentifizierung ökologischer Produkte eingesetzt. Dabei zeigte sich, dass Faktoren wie Sorte, Klima oder Boden einen

erheblichen Einfluss haben, was eine eindeutige Identifizierung ökologischer Lebensmittel erschwert. Im Projekt wurden nur solche Methoden eingesetzt, die bereits standardisiert waren und deren Ergebnisse bereits in entsprechenden Journalen veröffentlicht wurden.

3. Ausführliche Darstellung und Diskussion der wichtigsten Ergebnisse

Gesamtprojekt:

Das AuthenticFood Projekt hat verschiedene Analysemethoden weiterentwickelt und hinsichtlich ihrer Eignung zur Authentifizierung von Proben aus Erzeugung und Verarbeitung geprüft. Im Projektzeitraum wurden analytische Methoden auf die Proben angewendet und die Ergebnisse veröffentlicht oder die Veröffentlichungen sind in der letzten Vorbereitungsphase. Mehrere neue Ideen zu Kooperationen, Projekten und Publikationen wurden während der Projektlaufzeit dokumentiert. Die wichtigsten Ergebnisse und Schlussfolgerungen der AuthenticFood Projektes werden nachfolgend strukturiert nach den drei Eingangshypothesen vorgestellt.

Hypothesen (h1-h3):

h1. Organische Pflanzenproben können auf der Ebene Feld und Farm unter Bedingungen authentifiziert werden. Zu diesen Bedingungen gehören beispielsweise landwirtschaftlichen Praxis, der geografischen Lage, Sorte und Wachstumssaison.

Mehrere Analyseverfahren wurden entwickelt und parallel auf die Proben angewandt. Die Weizenproben mit organischen oder herkömmlichen Anbauverfahren von verschiedenen geographischen Orten und Jahren wurden aus dem dänischen OrgTrace Projekt geliefert. Die Mehrelementzusammensetzung davon wurden analysiert, die belegt, dass der Bodentyp, und somit der geographischen Lage, sich in der chemischen Zusammensetzung der Pflanzen wiederfindet. Unter Verwendung der multivariaten Statistik war es auch möglich, einen ökologischen Fingerabdruck der organischen Pflanzenproduktion zu finden. Diese Erkenntnis hat sich durch die schnellen Analyseverfahren mit noch mehr Elementen und anderen Proben bestätigt. Die Stabilisotopenanalyse der OrgTrace Weizenproben zeigte, dass vor allem Stickstoff- und Wasserstoffisotope sehr empfindliche Marker der ökologischen Erzeugung sind. Darüber hinaus wurde versucht, stabile Isotope in den speziellen Verbindungen aus Pflanzen wie Nitrat, Sulfat und Aminosäuren zu isolieren. Dieser Ansatz einer spezifischen Stabilisotopen-Analyse ist sehr vielversprechend und ermutigende Ergebnisse wurden vor kurzem veröffentlicht. Die Weizenproben aus dem OrgTrace Projekt wurde parallel durch Metabolomics-Verfahren mit vielversprechenden Ergebnissen analysiert. Die statistische Analyse hat gezeigt, dass die ökologischen und konventionellen Weizenproben mit diesem Ansatz unterschieden werden können. Die oben genannten Verfahren (einschließlich der Analyse von Pestizidrückständen) wurden auch für alle italienischen Proben (Hartweizen, Pasta, Tomaten und Tomatensauce) eingesetzt. Diese

Proben sind direkt von Praxisbetrieben in Italien und stellen damit sehr unterschiedliche Klimazonen, Bodenarten, Bewirtschaftungsmethoden dar. Das brachte für die Authentifizierung dieser Proben eine weit größere Herausforderung als für die definierten dänischen Proben. Trotzdem waren mehrere Analyseverfahren auch in der Lage, diese Proben nach Art der Erzeugung (ökologisch, nicht-ökologisch) zu unterscheiden, wie die stabile Isotopenanalyse von Stickstoff oder komponentenspezifische Isotopen von Stickstoff und Kohlenstoff in Aminosäuren.

h2. Authentifizierung des organischen Ursprungs ist auch in verarbeiteten Getreide und Gemüse möglich, wenn Daten aus geeigneten analytischen Methoden durch statistische Verfahren kombiniert werden.

Die in Italien hergestellten Hartweizen- und Tomatenproben wurden bis hin zu Pasta und Tomatensauce verarbeitet. Die chemischen Analysen dieser Proben zeigten, dass mehrere Methoden in der Lage sind, ökologischen und konventionellen verarbeitete Proben zu unterscheiden. Besonders die stabile Isotopenanalyse war für diesen Zweck besonders geeignet. Abweichungen wurden in der Pestizid-Rückstandsgehalt von Rohprodukten und verarbeiteten Proben beobachtet, was einmal mehr zu dem Schluss führt, dass die Rückstandsanalyse kein geeignetes Instrument zur Authentifizierung ökologischer Lebensmittel ist, wenn sie nicht mit anderen Verfahren kombiniert wird.

h3. Die validierten Methoden können in der Praxis eingesetzt werden.

Alle Partner der Methodenseite haben ihre Entwicklungen und Auswertungen abgeschlossen und sind dabei die Ergebnisse zu publizieren. Das Projekt und erste Ergebnisse wurden in nationalen Workshops, populären Publikationen, Konferenz-Präsentationen, Videos, Interviews etc. vorgestellt. Ein unabhängiges Test-Set für eine statistische Methoden-Validierung wurde ebenfalls entwickelt und verwendet, um sicherzustellen, dass die Proben mit unbekannter landwirtschaftlichen Herkunft korrekt in authentifiziert werden können. Das Projekt hat aber nicht dazu geführt, dass die Methoden erfolgreich in der Praxis eingesetzt werden können. Dazu sind z.B. Referenzproben und der Aufbau entsprechender Datenbanken erforderlich. Solche weiterführende Schritte werden z. Zt. im EU-FoodIntegrity Projekt durchgeführt.

Arbeitspaket:

Im vom AN zu koordinierenden Arbeitspaket Nr. 8 wurden die Aufgaben zwischen den verschiedenen Partnern detailliert abgestimmt, die konkreten Umfänge festgelegt und der Zeitplan an die anderen Arbeitspakete angepasst. Dazu gehörten die Planung der nationalen Workshops, eines Workshops auf der Biofach 2014 und eines europäischen Workshops mit dem Verband der Zertifizierer EOCC. Die Aktivitäten wurden auf den

jeweiligen Projekttreffen mit dem Projektkonsortium besprochen. Im AP Nr. 8 wurden konkrete Fragen an das Konsortium formuliert, die eine effektive und am Ziel des Projektes orientierte Arbeit der Dissemination unterstützt. Im Einzelnen:

Nationale Workshops: Zur Vorbereitung der nationalen Workshops wurde ein Fragebogen entwickelt, eingesetzt und ausgewertet, der die im Projektkonsortium beteiligten Experten betrifft. Dieser Fragebogen hat den Status-quo auf Methodenseite dokumentiert und so für die Anwender deutlich machen können, was aus dem Projekt überhaupt geleistet und gebracht werden konnte. Ein weiterer Fragebogen wurde für die Anwender als Nutzer der Projektergebnisse entwickelt, eingesetzt und ausgewertet. Hier wurde abgefragt, welche Wünsche und Anforderungen die Praxis an die Projektergebnisse hat. Zusätzlich wurden die Fragebögen an die Anwender aus dem Englischen in die Deutsche Sprache übersetzt.

Die Ergebnisse aus den Fragebögen sollen zu einer gemeinsamen Publikation der Projektpartner aufbereitet werden.

Zusammen mit dem AOEL wurde ein nationaler Workshop von deutscher Seite im Frühjahr 2014 durchgeführt, wo die Verarbeitungsunternehmen und die Handelsunternehmen der Öko-Branche von den Projektergebnissen informiert wurden. Von dort wurde der Einsatz analytischer Methoden eher kritisch beurteilt, da die Reduzierung der Qualität ökologischer Lebensmittel auf einzelne Messparameter nicht der Vorstellung von Qualität der Beteiligten (Erzeuger, Verarbeiter, Händler und vor allem Verbraucher) entspräche.

Biofach Workshop: Zusammen mit dem FQH Netzwerk wurde ein Workshop während der Biofach Messe erfolgreich durchgeführt. Als Vortragende stellten die Projektpartner Dr. Johannes Kahl als Leiter des AP Nr. 8, Dr. Pierre Ott als Vertreter der Praxis und Prof. Jana Hajslova als Expertin die Methoden und Ergebnisse des Projektes der sehr interessierten Fachöffentlichkeit vor.

Die Liste aller Veröffentlichungen durch das Projekt wurde aktualisiert.

4. Angaben zum voraussichtlichen Nutzen und zur Verwertbarkeit der Ergebnisse

Basierend auf den Ergebnissen des AuthenticFood Projektes wird empfohlen, dass die Zertifizierung im Öko-Sektor sich diesem Thema verstärkt widmet und ggf. ausgewählte Methoden parallel zu existierenden Prozessen berücksichtigt. Die gängige Praxis, Rückstandsmessungen von Pestiziden als Indikator zu nutzen, reicht nicht aus, um sicherzustellen, dass eine Probe auch tatsächlich ökologischen Ursprungs ist. Noch können die im AuthenticFood Projekt eingesetzten Methoden das auch nicht garantieren. Daher sollten solche Ansätze zunächst weiter untersucht werden.

5. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen

Gesamtprojekt:

Das Projekt konnte die geplanten Ziele auch tatsächlich erreichen. Während des finalen Projekttreffens wurden die verschiedenen Erwartungen der Teilnehmer diskutiert. Während die wissenschaftlichen Ziele des Projektes erreicht wurden, blieben noch Fragen zur Anwendbarkeit in der Praxis offen. Das konnte das Projekt nicht umfassend leisten.

Arbeitspaket:

Das Arbeitspaket WP8 konnte die geplanten Ziele auch tatsächlich erreichen. Da bedingt durch die Verzögerung der Messung aller Proben, das Projekt verlängert werden musste, konnte er ursprünglich geplante Workshop mit Vertretern aus der Zertifizierung nicht durchgeführt werden. Diese Aktivität wird in einem Folgeprojekt (EU-FoodIntegrity) aufgenommen.

6. Zusammenfassung

Im AuthenticFood Projekt wurde eine breite Palette von analytischen Methoden entwickelt und für die Authentifizierung von organischen Pflanzenerzeugnissen validiert. Diese wurden auf Pflanzenproben aus dänischen und italienischen Feldversuche eingesetzt. Es wurde gezeigt, dass mehrere Analyseverfahren das Potenzial haben, die geographische und / oder den landwirtschaftlichen Ursprung pflanzlicher Produkte zu zeigen. Die Element-Fingerprint-Analyse eignet sich besonders für die Bestimmung der geografischen Herkunft. Hier können die Messungen den Einfluss der Bodenmineralogie an verschiedenen geographischen Standorten in Europa auf die Pflanze zeigen. Beim Zoomen auf einzelne Elemente mit stabiler Isotopen-Analyse ist es auch möglich zu zeigen, wie eine Pflanze gedüngt wurde - vor allem, wenn die Konzentration auf Isotopen bestimmter Pflanzenstoffe wie Aminosäuren und Sauerstoff erfolgt. Metabolomic-Verfahren (Profiling) eignen sich zur Unterscheidung zwischen ökologischen und konventionellen Pflanzenerzeugnisse, wenn sie mit multivariater Statistik kombiniert werden.

Die folgenden Ergebnisse wurden während der AuthenticFood Projekt erzielt:

- Es hat sich gezeigt, dass die Analyse von Pestizidrückständen nicht ausreichend empfindlich ist, um den landwirtschaftlichen Ursprung von pflanzlichen Produkten zu dokumentieren.

- Mehrere neuartige Analyseverfahren zur Authentifizierung von ökologischen Pflanzenproben sind entwickelt und veröffentlicht worden.
- Element-Fingerprint-Analyse von Pflanzenproben zeigt ihre geographischen Herkunft. Dazu sind neuartige analytische Methoden getestet worden.
- Stabile Isotopenanalyse von Stickstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff haben sich als geeignet für die Unterscheidung ökologischer und konventioneller Pflanzenproben erwiesen, vor allem bei stabilen Isotopen in bestimmten Pflanzenstoffen.
- Metabolomic-Profilung kombiniert mit multivariater Statistik können ökologisch und konventionell angebauten Weizen und Tomaten unterscheiden.
- Das AuthenticFood Projekt hat zu mehreren neuen Kooperationen und internationalen Projekte geführt, die auf die praktische Umsetzung der neuen Verfahren für die Authentifizierung ausgerichtet sind.

7. Literaturverzeichnis

Beck, Alexander; Busscher, Nikolaas; Espig, Franziska; Geier, Uwe; Henkel, Yvonne; Henryson, Ann-Sofie; Kahl, Johannes; Kretzschmar, Ursula; Mäder, Rolf; Meischner, Tabea; Seidel, Kathrin; Spory, Kerstin; Weber, Annette and Wirz, Axel (editor): Beck, Alexander; Kahl, Johannes and Liebl, Boris (Eds.) (2012) Wissensstandsanalyse zu Qualität, Verbraucherschutz und Verarbeitung ökologischer Lebensmittel. [Analysis of the state of knowledge on quality, consumer protection and processing of organic food.] Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), D-Frankfurt am Main.

Brown, Rob (2011) Boffins look for way to fight organic fraud. *The Grocer*, 10 December 2011, p. 31.

Capuano, E.; Boerrigter-Eenling, R.; van der Veer, G. and van Ruth, S.M. (2013) Analytical authentication of organic products: an overview of markers. *Science of Food and Agriculture*, 93, pp. 12-28.

Hajslova, Jana and Schulzova, Vera (2013) From Single Constituents to Metabolomics in Food Quality Analysis. In: Kahl, J.; Rembalkowska, E.; Zalecka, A. and Lesinski, G (Eds.) *Book of Abstracts*, p. 33.

Hansen, Per Henrik (2012) Kemiske analyser skal afsløre snyd med økologi. *Økologi & rhverv*, 13 January 2012, 32 (492), p. 3.

Hansen, T.H.; de Bang, T.C.; Laursen, K.H.; Pedas, P.; Husted, S. and Schjoerring, J.K. (2013) Multi-element plant tissue analysis using ICP spectrometry. In: Maathuis, FJM (Ed.) *Plant*

Mineral Nutrients: Methods and Protocols, Methods in Molecular Biology, vol 953. Springer Science+Business Media, LLC 2013, York, UK, chapter 8, pp. 121-141.

Heenan, Samuel; Alewijn, M. and van Ruth, S.M. (2012) Innovative approaches for the Authentication of raw ingredients in organic/sustainable production. Lecture at: Sustainable Food Summit, Amsterdam, 5 - 7 June 2012.

Husted, S. (2011) AuthenticFood. CORE Organic Research Seminar, Paris, France, 29 November 2011. [Submitted] Husted, Søren (2013) AuthenticFood - Fast methods for authentication of organic plant based foods. Keynote presentation at: Italian workshop on organic food authentication, Rome, 12 Nov 2013.

Husted, Søren (2012) Forskere forebygger økosvindel. Nyheder Københavns Universitet, 9 January 2012.

Husted, Søren (2011) AuthenticFood. Presentation at: Statusmøde Organic RDD og CORE Organic II, Horsens, Denmark, 16. november 2011. [Submitted]

Husted, S. and Laursen, K.H. (2013) HOW DO WE DETERMINE PLANT QUALITY OF ORGANIC CROPS? Keynote presentation at: Second International Conference on ORGANIC FOOD QUALITY AND HEALTH RESEARCH, Warsaw, Poland, June 5-7, 2013.

Laursen KH,; Schjoerring JK,; Kelly SD, Husted S (2014) Authentication of organically grown plants – advantages and limitations of atomic spectroscopy for multi-element and stable isotope analysis. Trends in Analytical Chemistry, 59, pp. 73-82.

Laursen, K.H. and Husted, S. (2012) Is it really organic? Authenticity testing of organic plant products using elemental and isotopic fingerprinting. Keynote presentation at: Scientific seminar on Organic Food – open, critical and collaborative approaches, Mikkeli, Finland, November 1-2, 2012.

Laursen, K.H.; Mihailova, A.; Kelly, S.D.; Epov, V.N.; Berail, S.; Schjoerring, J.K.; Donard, O.F.X.; Larsen, E.H.; Pedentchouck, N.; Marca-Bell, A.D.; Halekoh, U.; Olesen, Jørgen E. and Husted, S. (2013) Is it really organic? - multi-isotopic analysis as a tool to discriminate between organic and conventional plants. Food Chemistry, 141, pp. 2812-2820.

Laursen, Kristian Holst and Husted, Søren (2012) Fingerprint analysis of biological samples using ICP-MS and IR-MS. Keynote presentation at: 6th Nordic Conference on Plasma

Spectrochemistry, Loen, Norway, June 10-13, 2012. Mie, Axel; Laursen, Kristian Holst; Aberg, K Magnus; Forshed, Jenny; Lindahl, Anna; Thorup- Kristensen, Kristian; Olsson, Marie; Knuthsen, Pia; Larsen, Erik Huusfeldt and Husted, Søren (2014) Discrimination of

conventional and organic white cabbage from a long-term field trial study using untargeted LC-MS-based metabolomics. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 406, pp. 1-13.

Mihailova, Alina and Kelly, S.D. (2012) Organic food authenticity - recent advances in isotope ratio mass spectrometry. *Food Science and Technology*, 26, pp. 26-28.

Mihailova, Alina; Pedentchouk, N. and Kelly, S.D. (2014) Stable isotope analysis of plant-derived nitrate – Novel method for discrimination between organically and conventionally grown vegetables. *Food Chemistry*, 154, pp. 238-245.

Muilwijk, M.; Heenan, Samuel and van Ruth, Saskia (2015) Impact of Production Location, Production System, and Variety on the Volatile Organic Compounds Fingerprints and Sensory Characteristics of Tomatoes. *Journal of Chemistry*, 2015, pp. 1-7.

Novotna, H.; Kmiecik, O.; Galazka, M.; Krtkova, V.; Hurajova, A.; Schulzova, V.; Hallman, E.; Rembialkowska, E. and Hajslova, J. (2012) Metabolomic fingerprinting employing ARTTOFMS for authentication of tomatoes and peppers from organic and conventional farming. *Food Additives & Contaminants*, 29 (9), pp. 1335-1346.

Novotná, Hana; Schulzova, Vera; Krtkova, Veronika and Hajslova, Jana (2013) Authentication of organic tomatoes, wheat, and related products. In: Kahl, J.; Rembialkowska, E.; Zalecka, A. and Lesinski, G (Eds.) *Book of Abstracts*, p. 91.

Paolini, M; Ziller, L; Laursen, KH; Husted, S and Camin F (2015) Compound-Specific $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ Analyses of Amino Acids for Potential Discrimination between Organically and Conventionally Grown wheat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, in press.

Persson, Charlotte Price (2012) Forskere skal forebygge økosvindel. *Videnskab dk*, 9 January 2012.

Simeone, F.C. and van Ruth, Saskia (2015) Snelle methoden voor het testen van plantaardige, biologische producten. Speech at: Bio-Beurs, Zwolle (NL), 21-22 January 2015. [Completed]

Simeone, F.C. and van Ruth, Saskia (2014) ANALYTICAL AUTHENTICATION OF ORGANIC FOODS. Speech at: Scientific Seminar on Organic Food 2014, Mikkeli, Finland, Mikkeli, Finland, 6-8 November 2014. [Completed]

Skulskis, Virgilijus (2012) Is it really organic? - European scientists will spend the next 3 years

searching for a unique chemical fingerprint in organic food products. . Online at
<http://www.laei.lt/?mt=tarptautiniai_projektai&straipsnis=407>, accessed on: 2012.

van Ruth, Saskia; Koot, Alex; Alewijn, M.; Tres, A.; Capuano, E.; Rozijn, M.; Heenan, S. and
van der Veer, G. (2012) SUPPORT OF ORGANIC FOOD PRODUCTION BY ANALYTICAL
AUTHENTICATION TOOLS. Keynote presentation at: Abstract/presentation in Organic
Farming Symposium, Amman, Jordan, Amman, Jordan

Anhang

Liste der beteiligten Kooperationspartner

1 Denmark University of Copenhagen, Faculty of Science (UCPH)

Søren Husted, shu@plen.ku.dk

2 Italy Italian Association of Organic Agriculture

Cristina Micheloni, cristina.micheloni@gmail.com

3 Italy The Research and Innovation Centre (CRI) of the Edmund Mach Foundation

Federica Camin, federica.camin@fmach.it

4 United Kingdom Food & Environment Research Agency

Katharina Heinrich, Katharina.Heinrich@fera.co.uk

5 Denmark Technical University of Denmark

Erik Huusfeldt Larsen, ehlar@food.dtu.dk

6 France Eurofins Analytics France

Michele Lees, MicheleLees@eurofins.com

7 Czech Republic University of Chemistry and Technology, Prague

Jana Hajslova, Jana.Hajslova@vscht.cz

8 Netherlands Wageningen University and Research Centre

Saskia van Ruth, Saskia.vanRuth@wur.nl

9 Luxembourg University of Luxembourg, G. Lippmann Centre

Cedric Guignard, guignard@lippmann.lu

10 Norway Bioforsk

Torfinn Torp, Torfinn.Torp@bioforsk.no

11 Germany University of Kassel, Organic Agriculture

Johannes Kahl, kahl@uni-kassel.de

12 France ECOCERT SA

Pierre Ott, Pierre.ott@ecocert.com

13 Finland University of Helsinki, Ruralia Institute

Marjo Särkka-Tirkkonen, marjo.sarkkatirkkonen@helsinki.fi

14 Lithuania Lithuanian Institute of Agrarian Economics

Virgilijus Skulskis, virgilijus.skulskis@laei.lt

15 Italy BIOS

Vittorino Crivello, v.crivello@certbios.it

16 Denmark Danish Veterinary and Food Administration

Erik Andersen, EKA@fvst.dk