



1. Österreichisches Soja-Symposium  
**135 Jahre Sojabohne und Sojaforschung**

1. Austrian Soy Symposium  
**135 Years of Soybean and Soy Research**

10. Dezember 2008, Wien / 10<sup>th</sup> December 2008, Vienna  
9:00 - 17:30  
BOKU-Festsaal, Gregor Mendel Straße 33, A-1180 Wien

**Veranstalter / Organiser:**

Verein Soja aus Österreich / Austrian Soy Association  
Internet: [www.soja-aus-oesterreich.at](http://www.soja-aus-oesterreich.at)

Universität für Bodenkultur Wien / University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna  
Internet: [www.boku.ac.at](http://www.boku.ac.at)

**135 Jahre Sojabohne und Sojaforschung  
in Österreich**

**135 Years of Soybean and Soy Research  
in Austria**

## Inhaltsverzeichnis / Index of Contents

<b>Programm / Program</b>	1
<b>Referenten / Speaker</b>	3
<b>Geschichte und Pflanzenzüchtung / History and Plant Breeding</b>	
<b>Haberlandt und die Geschichte der Sojabohne in Österreich und Europa</b> <i>Haberlandt and the history of Soybean in Austria and Europe</i> P. Ruckenbauer (Österreich/Austria)	4
<b>Sojabohnenzüchtung für funktionelle Lebensmittel</b> <i>Soybean breeding for functional food products</i> I. Rajcan (Kanada/Canada)	5
<b>Sojabohnenzüchtung für europäische Anforderungen</b> <i>Soybean breeding for European needs</i> J. Vollmann (Österreich/Austria)	7
<b>Anbau und Vermarktung / Cultivating and Marketing</b>	
<b>Sojaanbau in Österreich und Europa - Situationsanalyse</b> <i>Cultivating Soybean in Austria and Europe - a situation analysis</i> C. Krumphuber (Österreich/Austria)	9
<b>Produktion und Vermarktung von Soja-Lebensmitteln in Österreich</b> <i>Production and marketing of Soy Food in Austria</i> M. Krön (Österreich/Austria)	11
<b>Sojaanbau und Vermarktung von Soja-Lebensmitteln in Deutschland</b> <i>Cultivating Soybean and marketing of Soy Food in Germany</i> J. Recknagel (Deutschland/Germany)	14
<b>Sojaanbau und Soja-Lebensmittelmarkt in Russland</b> <i>Cultivating Soybean and market of Soy Food in Russia</i> A. Kulemin (Russland/Russia)	17
<b>Soja Lebensmittel und Isoflavone / Soy Food and Isoflavone</b>	
<b>Verwendungsmöglichkeiten von Sojabohnen in der menschlichen Ernährung</b> <i>Applicability of Soybeans in human diets</i> E. Berghofer (Österreich/Austria)	19
<b>Soja aus ernährungsphysiologischer Sicht - neue Erkenntnisse unter besonderer Berücksichtigung des österreichischen Ernährungswandels</b> <i>Soy from a nutritional physiological point of view - latest findings under special consideration of the Austrian diet change</i> P. Rust (Österreich/Austria)	21
<b>Bioverfügbarkeit der Isoflavone nach Sojakonsum bei Kindern und Erwachsenen mittels Urinanalyse</b> <i>Apparent bioavailability of isoflavonoids after Soy intake in children and adults by urinary analysis</i> A. Franke (Hawaii)	23
<b>Rezeptoraktivität der Isoflavone und deren gesundheitliche Relevanz</b> <i>Receptor activity of isoflavones and their health relevance</i> A. Jungbauer (Österreich/Austria)	26

## Soja und Medizin / Soy and Medicine

**Soja in der alterspräventiven Medizin** 29  
***Soy in age prevention medicine***  
M. Metka (Österreich/Austria)

**Soja Konsum und Herz-Nieren-Funktion bei Typ-2-Diabetes Patienten:** 31  
**Ergebnisse von Kurz- und Langzeitstudien**  
***Soy consumption and cardio-renal indices in type 2 diabetic patients:***  
***short-term and long-term findings***  
L. Azadbakht (Iran)

**Effekt von mit Sojaprotein ergänzten Diäten bei Patienten mit der** 32  
**genetischen Form von Hyperlipoproteinemias**  
***Effect of Soy-protein substituted diet in patients with genetic forms of***  
***hyperlipoproteinemias***  
K. Widhalm (Österreich/Austria)

## Posterpräsentation / Poster presentation

**Rekurrente Selektion bei Sojabohne und Sesam unter Anwendung der** 33  
**männlichen Sterilität**  
***Male sterility facilitated recurrent selection with special reference to***  
***Soybean and sesame***  
I Cagiran (Türkei/Turkey)

## Programm / Program

10. Dezember 2008

**9:00 - 9:15 Begrüßung / Adress of Welcome**

Rektorin der Universität für Bodenkultur DI Dr. techn. Ingela Bruner

**9:15 - 10:30 Geschichte und Pflanzenzüchtung / History and Plant Breeding**

**Haberlandt und die Geschichte der Sojabohne in Österreich und Europa**  
***Haberlandt and the history of Soybean in Austria and Europe***

P. Ruckenbauer (Österreich/Austria)

**Sojabohnenzüchtung für funktionelle Lebensmittel**  
***Soybean breeding for functional food products***

I. Rajcan (Kanada/Canada)

**Sojabohnenzüchtung für europäische Anforderungen**  
***Soybean breeding for European needs***

J. Vollmann (Österreich/Austria)

**10:30 - 11:00 Kaffeepause / Coffee Break**

**11:00 - 12:30 Anbau und Vermarktung / Cultivating and Marketing**

**Sojaanbau in Österreich und Europa - Situationsanalyse**  
***Cultivating Soybean in Austria and Europe - a situation analysis***

C. Krumphuber (Österreich/Austria)

**Produktion und Vermarktung von Soja-Lebensmitteln in Österreich**  
***Production and marketing of Soy Food in Austria***

M. Krön (Österreich/Austria)

**Sojaanbau und Vermarktung von Soja-Lebensmitteln in Deutschland**  
***Cultivating Soybean and marketing of Soy Food in Germany***

J. Recknagel (Deutschland/Germany)

**Sojaanbau und Soja-Lebensmittelmarkt in Russland**  
***Cultivating Soybean and market of Soy Food in Russia***

A. Kulemin (Russland/Russia)

**12:30 - 13:30 Mittagspause / Lunch Break**

**13:30 - 15:15 Soja Lebensmittel und Isoflavone / Soy Food and Isoflavone**

**Verwendungsmöglichkeiten von Sojabohnen in der menschlichen Ernährung**  
***Applicability of Soybeans in human diets***

E. Berghofer (Österreich/Austria)

**Soja aus ernährungsphysiologischer Sicht - neue Erkenntnisse unter besonderer Berücksichtigung des österreichischen Ernährungswandels**  
***Soy from a nutritional physiological point of view - latest findings under special consideration of the Austrian diet change***

P. Rust (Österreich/Austria)

**Bioverfügbarkeit der Isoflavone nach Sojakonsum bei Kindern und Erwachsenen mittels Urinanalyse**  
***Apparent bioavailability of isoflavonoids after Soy intake in children and adults by urinary analysis***

A. Franke (Hawaii)

**Rezeptoraktivität der Isoflavone und deren gesundheitliche Relevanz**  
***Receptor activity of isoflavones and their health relevance***

A. Jungbauer (Österreich/Austria)

**15:15 - 16:00 Kaffeepause / Coffee Break**

**16:00 - 17:30 Soja und Medizin / Soy and Medicine**

**Soja in der alterspräventiven Medizin**  
***Soy in age prevention medicine***

M. Metka (Österreich/Austria)

**Soja Konsum und Herz-Nieren-Funktion bei Typ-2-Diabetes Patienten: Ergebnisse von Kurz- und Langzeitstudien**  
***Soy consumption and cardio-renal indices in type 2 diabetic patients: short-term and long-term findings***

L. Azadbakht (Iran)

**Effekt von mit Sojaprotein ergänzten Diäten bei Patienten mit der genetischen Form von Hyperlipoproteinemias**  
***Effect of Soy-protein substituted diet in patients with genetic forms of hyperlipoproteinemias***

K. Widhalm (Österreich/Austria)

## Referenten / Speaker

### **Univ. Prof. Dr. Peter Ruckenbauer**

Institute of Agronomy and Plant Breeding,  
University of Natural Resources and Applied Life  
Sciences Vienna,  
Gregor Mendel Str. 33, 1180 Vienna  
peter.ruckenbauer@boku.ac.at

### **Ass. Prof. Ph.D. Istvan Rajcan**

Soybean Breeding & Genetics  
Dept. of Plant Agriculture Crop Science Bldg.  
University of Guelph  
Guelph, Ontario, N1G 2W1  
Canada  
irajcan@uoguelph.ca

### **Ao. Univ. Prof. Dr. Johann Vollmann**

Institute of Agronomy and Plant Breeding,  
University of Natural Resources and Applied Life  
Sciences Vienna,  
Gregor Mendel Str. 33, 1180 Vienna  
johann.vollmann@boku.ac.at

### **DI Christian Krumphuber**

Landwirtschaftskammer für OÖ  
Abt. Pflanzenproduktion  
Auf der Gugl 3, 4021 Linz  
christian.krumphuber@lk-ooe.at

### **Matthias Krön**

Obmann Verein "Soja aus Österreich"  
Geschäftsführer Mona Gruppe  
Mona Naturprodukte GmbH  
Schottenfeldgasse 69/3.2, 1070 Vienna  
kroen@mona.at

### **DI Jürgen Recknagel**

Deutscher Sojafördererring  
c/o LTZ-Außenstelle Müllheim  
Auf der Breite 7, 79379 Müllheim/Baden  
Deutschland  
sojafoerderring@ltz.bwl.de

### **Alexey Kulemin**

Project chairman  
Agro-Industrial Union "ALEV"  
9, 14 Inzhenerny dr., 432072 Ulyanovsk  
Russia  
kulemin@umkz.alev.ru

### **Ao. Univ. Prof. Dr. Emmerich Berghofer**

Department of Food Science and Technology,  
University of Natural Resources and Applied Life  
Sciences Vienna,  
Gregor Mendel Str. 33, 1180 Vienna  
emmerich.berghofer@boku.ac.at

### **Ass. Prof. Dr. Petra Rust**

Vize-Studienprogrammleiterin  
Department of Nutritional Sciences  
Faculty of Life Sciences  
Althanstrasse 14, 1090 Vienna  
petra.rust@univie.ac.at

### **Prof. Ph.D. Adrian A. Franke**

Director of the Analytical Laboratory Shared  
Resource  
Natural Products & Cancer Biology Program  
Cancer Research Center of Hawaii  
1236 Lauhala St., Honolulu, HI 96813  
USA  
adrian@crch.hawaii.edu

### **Ao. Univ. Prof. Dr. Dr. Alois Jungbauer**

Department of Biotechnology,  
University of Natural Resources and Applied Life  
Sciences Vienna,  
Gregor Mendel Str. 33, 1180 Vienna  
alois.jungbauer@boku.ac.at

### **Univ. Ass. Prof. Dr. Markus M. Metka**

Facharzt für Gynäkologie und Geburtshilfe  
Oberarzt der Univ. Frauenklinik  
Währinger Gürtel 18-20, 1090 Vienna  
markus.metka@meduniwien.ac.at

### **Ass. Prof. Ph.D. Leila Azadbakht**

Department of Nutrition, School of Health  
University of Medical Sciences  
PO Box 81745, Isfahan  
Iran  
azadbakht@hlth.mui.ac.ir

### **Univ. Prof. Dr. Kurt Widhalm**

Div. Clinical Nutrition and Prevention  
Department of Pediatrics, Med. University  
Währinger Gürtel 18-20, 1090 Vienna  
kurt.widhalm@meduniwien.ac.at

## Verein Soja aus Österreich / Austrian Soy Association

DI Franz Stockinger  
Schottenfeldgasse 69/3.2, 1070 Vienna  
office@soja-aus-oesterreich.at  
symposium@soja-aus-oesterreich.at

# Haberlandt und die Geschichte der Sojabohne in Österreich und Europa

Peter Ruckenbauer

Selten in der wechselvollen Geschichte der 1872 gegründeten Universität für Bodenkultur in Wien hat ein neu berufener Ordinarius die Geschicke seines Fachgebietes von Beginn seiner Tätigkeit an so nachhaltig geprägt wie Prof. Dr. Friedrich HABERLANDT. Die Pflanzenproduktion war, als tragende Säule einer der Agrarwissenschaft und der landwirtschaftlichen Praxis verpflichteten Lehr- und Forschungsstätte, das Erste im Gründungsjahr eingerichtete Ordinariat. Die dort erarbeiteten wissenschaftlichen Grundlagen verbreiteten sich danach - durch sein Wirken und seine Tatkraft - in ihrer Einzigartigkeit weit über die Grenzen des Vielvölkerstaates der damaligen Monarchie hinaus in den Agrarwirtschaften der benachbarten europäischen Staaten. Im besonderen gilt dies für seine Leistungen bei der Einführung der Sojakultur in Österreich und in Europa. Im Gefolge der Wiener Weltausstellung 1873 erwarb er Sojasamen von 19 Herkünften die überwiegend aus Japan, China, der Mongolei und aus Tunesien stammten und mit denen er ab 1875 umfangreiche Anbauversuche startete. Bereits vor ihm hatte man der ersten Hälfte des 19. Jhdts. vergeblich Anbauversuche mit der für Europa „exotischen“ Kulturpflanze begonnen, leider ohne Erfolg.

Haberlandt jedoch konnte 3 Herkünfte zur Samenreife bringen, die er bereits of Öl- und Proteingehalte untersuchte und mit denen er in der Folge ab 1876 umfangreiche Versuche in Ungarn, Böhmen, Mähren, Schlesien, in der Bukowina und in der Steiermark initiierte. Das große Interesse über diese zukunftssträchtige Körnerfrucht führte dazu, dass im Jahre 1877 bereits 160 Versuchsansteller in Mittel- und Südeuropa, als auch in Russland an den Haberlandt'schen Sortenversuchen teilnahmen. Die Ergebnisse dieser europäischen Pioniertat veröffentlichte er in dem 1877 erschienen Buch „Die Sojabohne“. Es enthält sehr detailliert die überwiegend positiven Anbauberichte von 148 Versuchsteilnehmern aus den österreichischen Kronländern, sowie aus Deutschland, der Schweiz und aus „Holland“.

Haberlandt erkannte bereits damals, dass die Sojabohne ähnliche Ansprüche an die lokale Wärmesumme zur vollständigen Ausreife stellt, wie dies bereits bei Mais bekannt war. Er beschreibt in diesem später weit verbreiteten Werk auch den besonderen Nährwert für den menschlichen Verzehr und die Verfütterung und schlug auch interessanterweise eine Reihe von Verarbeitungs- und Verwertungsmöglichkeiten vor.

Noch bis zum heutigen Tag werden die umfassenden Arbeiten Friedrich Haberlandts über die Anpassung, Kultur und Verwertung der Sojabohne als bahnbrechend für die Verbreitung dieser Kulturart in Europa und in den USA

gewürdigt. Vor allem in den USA wurden die Erfahrungen Haberlandts über die Sojakultur wesentlich rascher als in Europa aufgegriffen. Ab 1898 begann - nach ersten Anbauversuchen 1879 - das amerikanische Landwirtschaftsministerium den Sojaanbau durch die Einführung neuer Varietäten aus Asien und Europa systematisch und nachhaltig zu fördern. Das Hauptinteresse war damals die Nutzung als Futterpflanze. In Würdigung der Verdienste dieses „europäischen“ Forschers und Gelehrten Haberlandt wurde im Jahre 1901 eine von ihm selektierte frühreife, gelbsamige Herkunft Nr. 17271 mit seinem Namen ausgezeichnet. Die Sorte „Haberlandt“ war in den Jahren um 1930 in fast allen Soja-Anbaugebieten der USA weit verbreitet und wurde in der Folge ein vielverwendeter Kreuzungspartner in der US-Sojabohnenzüchtung. Im deutschsprachigen Raum bezeichnete man über lange Zeiträume die Sojabohne als „Haberlandt-Bohne, in Frankreich trug sie den Namen „Haricot-Haberlandt“.

Sein früher Tod 1878 in Wien war ein großer Verlust für die gesamte Agrarwissenschaft Mitteleuropas. Die damalige Anteilnahme der akademischen und agrarischen Öffentlichkeit war überwältigend; die Wiener Universitäten waren schwarz beflaggt, und im mehr als 1000köpfigen Trauergeleit gingen die Minister des Ackerbaues und des Unterrichts. Die heute weltweit verbreitete und sehr bedeutende Kultur der Sojabohne bleibt jedoch mit dem Namen Haberlandt untrennbar verbunden.

# Soybean Breeding for Functional Food Products

Istvan Rajcan

**Abstract** - As the largest oil crop in the world, soybean is used as both a source of oil and high quality protein for animal feed and food production. In recent years, soybeans are increasingly being recognized for their functional food properties because of various compounds contained in the seed that have beneficial health effects. Soybean isoflavones are compounds with mild estrogenic effects that occur naturally in the seed and have been reported as reducing the incidence of some types of cancer, osteoporosis and other ailments, often associated with aging. Soybean seed is also the primary source of tocopherols, or Vitamin E, which are valued for their antioxidant activity. The breeding of soybean cultivars with enhanced or optimized levels of functional food compounds has started only recently and is practiced by several breeding institutions internationally. The elucidation of the genetic control of these compounds using both classical genetic and molecular marker mapping approaches will facilitate these efforts. Our data suggests that these compounds are mostly under complex genetic control but with major influence of the environment. The development of soybean cultivars with enhanced functional food properties is challenged sometimes by conflicting clinical reports about the health effects of the nutraceutical compounds.

## BACKGROUND

Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) is the leading oil and protein crop of the world, which is used primarily as a source of high quality oil for the crushing industry and of protein from the meal used to produce livestock feed. Soybean seeds, on the average, are composed of 20% oil, 40% protein, 35% carbohydrates and 5% ash (Liu, 1999). Therefore, the energy value of whole soybeans, or compounds extracted from them, makes it a high energy and nutrition source for both man and animals. Besides its nutritional value, soybeans have been recognized for millennia in China as having medicinal properties, although the compounds involved were not known until recently. Some of the health benefits come from the peptides that make the soy protein or from the fatty acids that constitute the seed oil. Other health benefits of soybean come from compounds that are present in small amounts but show ability to enhance people's health or significantly reduce incidence of chronic diseases. For such properties, these compounds are usually referred to as nutraceuticals or functional food. To fully utilize the health benefits of soybeans, much research has been conducted to further improve the seed characteristics by enhancing, through breeding, the levels of the desirable compounds or reducing the undesirable ones (Rajcan et al., 2005). This paper explores some of the opportunities for enhancing nutraceutical properties of soybean to meet the demands of the value-added functional food industry.

## BREEDING FOR MODIFIED LEVELS OF ISOFLAVONES

Epidemiological studies have provided a great deal of information demonstrating the importance of diet in preventing and/or reducing the adverse effects of many of the diseases, including cancer, cardiovascular disease, and osteoporosis,

that are the leading causes of mortality in Western populations. The relatively low incidence of breast cancer observed in certain Asian countries might be related to consumption of soybeans (Adlercreutz et al., 1991). Growing evidence from in vitro and in vivo studies has shown that isoflavones in soybeans are anticarcinogenic. It is thought that the antioxidant effect of the soybean isoflavones may be responsible for these anticarcinogenic properties. Cancer-preventing properties of isoflavones in soybean have been reviewed extensively by a number of research workers in the past several years (Messina and Messina, 1991). Increasing evidence has recently shown that the isoflavones in soybeans might be contributing factors in the treatment and prevention of a number of chronic diseases.

There are 12 known isomers of isoflavones: (1) three primary aglycones (genistein, daidzein, and glycitein), (2) their respective -glycosides (genistin, daidzin, and glycitin, which have sugar moieties attached at the 7 position on the A ring), (3) their corresponding acetyl glycosides, and (4) their malonyl glycosides. One serving of a traditional soyfood, such as a cup of soymilk or half a cup of tofu, contains about 30 mg of isoflavones, a rather large quantity for dietary intake of flavonoids. Clinical data indicate that the amounts of isoflavones typically present in about 1-2 servings of soyfood exert markedly beneficial physiological effects.

At present, little information is available in the literature on the genetics of isoflavones in soybeans. The elucidation of the mode of inheritance of total, as well as specific, isoflavone content is necessary to design an efficient and cost-effective breeding strategy for developing high isoflavone soybean varieties. The existence of 12 isomers, the complexity of the phenylpropanoid pathway by which they are synthesized and the high, often prohibitive, cost of analysis using high performance liquid chromatography (HPLC) analysis have hampered such studies. Recent studies conducted at the Southern Illinois University (Njiti et al., 1999; Meksem et al., 2001) have reported several QTL on three molecular linkage groups associated with different isoflavones in the Southern soybean germplasm. In a number of studies, the Southern, later maturing, soybean gene pool has been found to be substantially genetically different from the Northern, short-season one used in Northern U.S. and Canada. To date, our group is the only one to have reported finding QTL in the short-season soybeans. In a study conducted at three field locations in Ontario using a recombinant inbred line population derived from the cross RCAT Angora x AC756, we identified a number of QTL for both individual and total isoflavones (Primomo et al., 2005). Most of these QTL did not correspond to those in the Southern



# Soybean Breeding for European Needs

Johann Vollmann

**Abstract** – On a world-wide scale, soybean is an oilseed crop grown on over 90 mio ha annually. For European agriculture and food industry, however, the primary interest is in soybean seed protein rather than in soybean oil. Therefore, European soybean breeding focuses mainly on seed protein content and other specific characteristics needed in Central European soybean production. Consequently, agronomic characters such as high productivity, early maturity, competitiveness against weeds, efficient di-nitrogen fixation and lodging resistance are considered particularly import. In addition, seed quality traits such as high protein content, food-grade crop quality, reduced trypsin inhibitor activity, low oil content or optimum isoflavone content are important quality features in specific soybean processing and marketing pipelines developed in Europe.

## BACKGROUND

On a world-wide scale, soybean is the most important oilseed crop with an annual acreage of over 90 mio ha. Although Europe is utilizing huge amounts of soybean in both food industry as well as livestock feed production, only 1-2 mio ha are grown in Europe (FAOSTAT, 2008) covering not more than 10% of domestic consumption. Traditionally, sunflower, oilseed rape, olive, linseed or regional specialty crops are the leading oil crop species of European agriculture, whereas the main interest in soybean is due to its high seed protein content rather than to its oil. Based on seed dry matter, soybean is - in average - composed of 40% protein, 20% oil and 30% carbohydrates, and there is limited interest in processing soybean for oil in Europe because of the comparatively low oil content and a fatty acid composition inferior to oilseed rape or olive oil in nutritional quality. Consequently, soybean breeding for European needs is mainly focusing on high seed protein content and related characteristics. Thus, soybean might be transformed into a much-needed European high-protein food/feedstuff and at the same time a valuable legume crop both in organic and conventional farming crop rotations. Therefore, soybean genetic improvement for European needs has to manipulate agronomic traits and crop quality features towards specific adaptation to agricultural and processing environments.

## AGRONOMIC CHARACTERISTICS

Statistically, soybean breeding contributes to a 0.75-1% annual yield increase both in Europe and North America, and grain yield is still the key feature for economic soybean production on the farming level. Apart from productivity, characteristics such as cold tolerance during flowering (Schori et al., 2006) or early maturity are necessary for soybean production in cool or moist environments. Breeding for reduced leaf area by using the narrow leaflet character (Figure 1) has also been proposed (Schori et al., 2003), as soybean receives more light under long daylength conditions of Central Europe than in southern short-daylength late-maturity environments. The agronomic advantages of narrow leaflet cultivars are better lodging resistance, im-

proved micro-climate and increased light interception into lower canopy sections (and thus higher grain yield potential, e.g. Zhu and Sun, 2006).

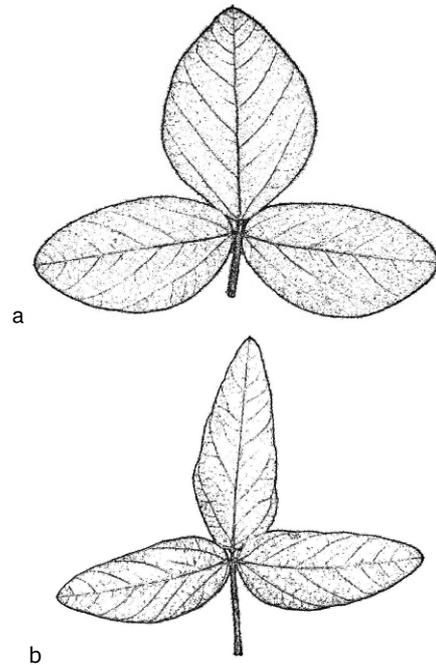


Figure 1. Ovate (a) vs. narrow (b) leaflet type soybeans affecting leaf area index and other canopy characteristics.

Competitiveness against weeds during vegetative growth stages is considered another important feature for European soybean production, particularly in organic farming systems, as weed infestation reduces soybean yield (Vollmann et al., 2008) and affects harvest quality (Gibson et al., 2008). Weed competitiveness may be enhanced by selection for early vigour soybean genotypes (Jannink et al., 2001) as well as for other developmental features. Considering selection for reduced leaf area outlined above, however, a trade-off between reduced leaf area index and weed competitiveness may exist which could impede a simultaneous selection for these traits.

## CROP QUALITY FEATURES

Both for food and feed utilisation of soybean, high seed protein content is desirable, as it determines nutritional value and technological properties of soybean. Considerable genetic variation is existing for seed protein content, which is also strongly influenced by environmental conditions (Figure 2) such as symbiotic di-nitrogen fixation, various soil properties, or temperature during the seed-filling period. Selection for reduced trypsin inhibitor activity (Pescic et al., 2007; Vollmann et al., 2003) is also considered, as it

may contribute to develop an on-farm protein source for livestock feeding as a specifically European requirement.

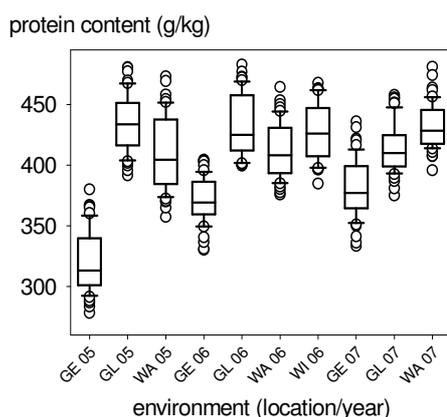


Figure 2. Variation in seed protein content of a set of 50 soybean genotypes grown across 10 different environments in the east Austria (Vollmann et al., 2008).

For soybean food utilisation, various characteristics such as seed coat and hilum color (Figure 3), taste and organoleptic properties, technological/nutritional properties, e.g. the ratio between glycinin and beta-conglycinin protein fractions (Pesic et al., 2005) as well as improved fatty acid composition or reduced oil content are discussed towards tailoring soybean quality for meeting specific product requirements.



Figure 3. Food grade soybean with yellow hilum suitable for soy milk and tofu production (left) and feed type soybean with dark hilum and seed coat discoloration (right).

Moreover, health benefits such as low allergenic potential or high isoflavone concentration are considered for particular product pipelines.

#### GENETIC ISSUES

As Central European soybean cultivars need to be of early maturity (i.e. soybean maturity groups 0-000) and genetic variation is very narrow in that segment of soybean germplasm (e.g. Carter et al., 2004), introgression of desirable characteristics from late maturity genotypes into early maturity genetic backgrounds has to be practised frequently.

On a world-wide scale, almost two thirds of world soybean production are derived from a biotech breeding approach (James, 2007), i.e. they contain a genetically engineered glyphosate herbicide resistance, which is not ap-

proved for cultivation in the European Union countries. This and the low consumer acceptance of GMO products on the European food market are considered additional driving forces for breeding GMO-free soybeans with particular adaptation to European needs.

#### ACKNOWLEDGEMENT

This research has partly been financed in Austria through funds provided by the Bund-Bundesländer-Kooperation (BBK) BMLFUW Project No. 1315.

#### REFERENCES

- Carter, T.E. Jr., R.L. Nelson, C.H. Sneller & Z. Cui, 2004, Genetic diversity in soybean, In: H.R. Boerma & J.E. Specht (eds.), Soybeans: Improvement, production, and uses. Third edition, Series Agronomy, No. 16, American Society of Agronomy, Madison, WI, USA, pp. 303-416.
- FAOSTAT, 2008, FAO Statistical Database, ProdSTAT module, FAO, Rome, <http://faostat.fao.org> (accessed: 9 October 2008).
- Gibson, D.J., K. Millar, M. Delong, J. Conolly, L. Kirwan, A.J. Wood & B.G. Young, 2008, The weed community affects yield and quality of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.), J. Sci. Food Agric. 88:371-381.
- James, C., 2007, Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2007, ISAAA Brief No. 37. ISAAA: Ithaca, NY.
- Jannink, J.-L., N. R. Jordan & J. H. Orf, 2001, Feasibility of selection for high weed suppressive ability in soybean: Absence of tradeoffs between rapid initial growth and sustained later growth, Euphytica 120:291-300.
- Pesic, M.B., B.V. Vucelic-Radovic, M.B. Barac, S.P. Stanojevic & V.A. Nedovic, 2007, Influence of different genotypes on trypsin inhibitor levels and activity in soybeans, Sensors 7:67-74.
- Pesic, M.B., B.V. Vucelic-Radovic, M.B. Barac & S.P. Stanojevic, 2005, The influence of genotypic variation in protein composition on emulsifying properties of soy proteins, J. Am. Oil Chem. Soc. 82:667-672.
- Schori, A., C.-A. Béatrix & R. Charles, 2006, Anpassung der Sojabohne an niedrige Temperaturen und geringe Temperatursummen, Bericht über die 56. Tagung 2005 der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, Gumpenstein, 43-45.
- Schori, A., R. Charles und D. Peter, 2003: Sojabohne: Züchtung, Agronomie und Produktion in der Schweiz, Agrarforschung, 10 (4), I-VIII.
- Vollmann, J., H. Grausgruber, H. Wagentristsl, H. Wohleser & P. Michele, 2003, Trypsin inhibitor activity of soybean as affected by genotype and fertilisation, J. Sci. Food Agric. 83:1581-1586.
- Vollmann J., J. Winkler & H. Wagentristsl, 2008, Aspekte einer Sojabohnenzüchtung für den Biolandbau: Unkrautunterdrückung und Qualität des Erntegutes. BMLFUW und Bundesländer-Kooperation (Projekt Nr. 1315), 13 pp.
- Zhu, B.G. & Y.R. Sun, 2006, Inheritance of the four-seeded-pod trait in a soybean mutant and marker-assisted selection for this trait, Plant Breeding 125:405-407.

# Sojaanbau in Österreich und Europa – Situationsanalyse

Christian Krumphuber

Obwohl die Kulturpflanze Sojabohne durchaus österreichische Wurzeln hat – wie ja schon aus dem Titel des Symposiums hervorgeht – konnte sie weder in Österreich noch sonst wo in Europa richtig Fuß fassen. Dies liegt weniger an einem Mangel an leistungsfähigen Sorten – auch die grundlegenden produktionstechnischen Fragestellungen sind gut gelöst, sondern eher an der Fokussierung (agrar)politischer und/oder Produktions lenkender Maßnahmen zu anderen Ölsaaten wie Raps oder Sonnenblume bzw. Leguminosen wie Ackerbohne oder Körnererbse.

## BEDEUTUNG DER SOJABOHNE WELTWEIT

Zweifelsfrei ist die Sojabohne als Ölsaat absolute Nummer 1 der Welt. Sie gehört neben Weizen, Reis, Mais, einigen Knollenfrüchten wie Kartoffeln und Tapioka wohl zu jenen wenigen Kulturen, die das Rückgrat der Welternährung darstellen.

**Tabelle 1: Erntemengen global der wichtigsten Ölsaaten in Millionen Tonnen; Zeitraum 1982/84 – 2007/08**

Kulturart	1982-84	1992-94	2004/05	2007/08
Sojabohne	89,9	123,8	215,7	221,3
Baumwollsaat	28,8	31,6	45,4	44,1
Rapssaat	15,3	27,7	46,2	49,8
Sonnenblumen	16,8	22,4	25,4	27,2
Erdnüsse	13,1	24,9	33,6	32,1
Palmkerne	2,0	4,2	9,5	10,9
Leinsaat	2,5	2,2	2,0	2,2

Der weltweite Aufschwung der Sojabohne wurde durch eine dramatische Flächenausweitung in Südamerika – namentlich in Brasilien und Argentinien, zuletzt auch in Paraguay – realisiert. Etwa 50% der weltweiten Sojaernte wird in Südamerika erzeugt. Die USA als wichtigster Sojaerzeuger steuern etwa 1/3 zur Weltproduktion bei. Ich überlasse es Ihrer Phantasie was es eigentlich bedeutet, dass bei einem so wichtigen Produkt wie der Sojabohne 80% der Weltproduktion und über 90% des Welthandels von einem Kontinent kommen. Man sollte in diesem Zusammenhang bedenken, dass die EU der mit Abstand größte Importeur von Sojaprodukten ist. Jährlich importiert die EU ca. 41 Mio. t Sojaschrot – teils direkt als Schrot aus Übersee bzw. als Sojabohne mit Verarbeitung in europäischen Ölmöhlen.

Österreich importiert davon etwa 1,5% - somit ca. 550.000 – 600.000 t, was auch dem Anteil Österreichs an der EU-Veredelungsproduktion entspricht.

Ohne diese Importe wäre die EU-Rinder-, Schweine- und Geflügelproduktion undenkbar.

## SOJAANBAU IN EUROPA UND ÖSTERREICH

Es gibt in Europa nur ganz wenige Länder, in denen die Sojabohne überhaupt kultiviert wird.

**Tabelle 2: Sojabohnenproduktion in Europa 2008, Zahlen in 1000 Tonnen**

Land	Produktion 2008 in 1000 t
Italien	500
Frankreich	70
Österreich	55
Tsch. Republik	5
Slowakei	18
Ungarn	67
Rumänien	210

Während es in der EU-15 überhaupt nur 3 Länder gibt, die in relevantem Umfang Sojabohnen anbauen, werden in 4 neuen Mitgliedsländern Sojabohnen angebaut. Der mit Abstand größte Produzent ist Italien – mit allerdings etwas rückläufiger Tendenz. In Relation zur Ackerfläche ist der Anbau in Österreich mit ca. 20.000 ha gar nicht so wenig, wenn man bedenkt, dass Länder wie Deutschland, die über die vielfache Ackerfläche Österreichs verfügen, überhaupt keine Sojabohnen kultivieren.

## AKTUELLE VERARBEITUNGSSITUATION IN ÖSTERREICH

Die aktuelle Ernte von ca. 50.000 t in Österreich findet Großteils ihre Abnehmer in der Nahrungsmittelindustrie. Sojabohne oder Sojaverarbeitungsprodukte werden Müslis, Frühstückscerealien oder Backmischungen beigemischt, sowie als Grundstoff für Sojamilch oder Tofu verwendet. Hier hat sich in Österreich eine durchaus erfolgreiche Verarbeitungswirtschaft in Nischen etabliert, die allerdings recht erfolgreich auch Exporte realisiert.

Die klassische Verwendung von Sojabohne – in Form von Sojaschrot – findet mit der österreichischen Sojabohne überhaupt nicht statt.

Gewisse Mengen an Sojabohnen gehen als „vollfette Sojabohne“ nach einer Hitzebehandlung (Toastung) in die Fütterung. Allerdings ist deren Einsatz sehr limitiert, da das Fett der Sojabohne in der Fütterung qualitative Probleme bereitet. Größere Mengen könnten in der Rinderfütterung eingesetzt werden. Auch bei Geflügel ist an einen Einsatz zu denken, zumal Geflügelfutter ohnehin oft Futteröl zugesetzt wird. Im wichtigen Bereich der Mast Schweinehaltung ist der Einsatz vollfetter Sojabohnen allerdings sehr begrenzt.

## ZUKUNFTSASPEKTE

Die Sojabohne steht pflanzenbaulich bzw. in der Fruchtfolge in Konkurrenz zu Mais – vorwiegend Körnermais.

Aus verschiedenen Gründen wie

- Bekämpfung des Maiswurzelbohrers
  - Kostenexplosion bei Mais durch Düngerpreissteigerung
- könnte eine deutliche Ausweitung des Sojabohnenanbaues zu Lasten des Maisanbaues für die Landwirte lohnend sein. Ohne größere Probleme könnten in Österreich auch 50-70.000 ha Sojabohnen angebaut werden, was einer Erntemenge von ca. 150.000 – 200.000 t entspräche.

Für eine solche Menge gäbe es in der bisherigen traditionellen Schiene des Speisemarktes wohl eine drastische Überversorgung.

Für eine solche Ausweitung bräuchte man eine Extraktionsanlage um letztlich das Öl der Bohne vollständig abtrennen zu können.

Etwa 1/3 der bisherigen Sojaimporte wären damit substituierbar.

Nachdem der Anbau gentechnisch modifizierter Sorten wohl mittelfristig in Österreich kein Thema sein wird, könnte man damit auch den Markt des „gentechnikfreien Sojaschrotes“ abdecken.

In manchen Markenprogrammen wird dessen Einsatz gefordert und es werden auch deutlich höhere Preise für gentechnikfreien Sojaschrot bezahlt.

Nachdem Oberösterreich das Bundesland mit der größten Sojaanbaufläche ist arbeiten wir (Landwirtschaftskammer, Agrarhandel und Futtermittelwirtschaft) derzeit an einer potenziellen Umsetzung eines solchen Projektes. Derzeit sind wir in der Phase der Machbarkeitsstudie.

Es würde mich freuen bei einem der nächsten Soja-Symposien an der Universität für Bodenkultur über einen positiven Projektabschluss berichten zu können.

Den Aufbau einer „gezielten Exportproduktion“ mit Verarbeitung in einer der nächstgelegenen (deutschen) Sojamöhlen würde ich nicht für Ziel führend erachten.

# Produktion und Vermarktung von Soja-Lebensmitteln in Österreich

Matthias Krön

**Abstract - Der österreichische Soja-Lebensmittelmarkt ist ein kleiner, aber stark wachsender Markt. Grund sind die Gesundheits-, Sozialen- und Umwelt-Vorteile von Sojaprodukten. Um diese Vorteile zu fördern und die Interessen der "Soja-Unternehmen" und "Soja-Landwirte" zu vertreten, wurde 2008 der Verein "Soja aus Österreich" gegründet. Ziel ist es, die Vorteile von Soja bekannt zu machen, Soja-Lebensmittel zu fördern und den Anteil der Soja-konsumierenden Österreicher von derzeit 38% weiter zu steigern. Unterstützt wird dieses Anliegen von vielen österreichischen Institutionen, die sich in der Forschung mit der Sojabohne und ihrer Wirkung beschäftigen.**

## PROBLEME DURCH DIE WESTLICHE ERNÄHRUNGSFORM

Die westliche Ernährungsform führt zu drei Krisen: Einer Gesundheits-, einer Sozial-, sowie einer Umweltkrise.

**Gesundheitskrise** - Der stetig steigende Konsum von tierischen Lebensmitteln verursacht große gesundheitliche Probleme in ganz Europa. So verzehren die Österreicher täglich tierisches Fett im Umfang von durchschnittlich 199 Kilokalorien (kcal), die Ungarn durchschnittlich 372 kcal; die Japaner jedoch nur 13 kcal. In Prozenten ernähren sich die Österreicher und Ungarn in Bezug auf die Kalorienaufnahme zu rund 30% aus tierischen Lebensmitteln, dagegen die Japaner zu nur 13% (FAO, 2007). Das kann ein Grund für die großen Unterschiede in der durchschnittlichen Lebenserwartung sein. Österreichische Frauen werden durchschnittlich 82 Jahre alt, Männer durchschnittlich 77 Jahre. Japanerinnen leben 86 Jahre beziehungsweise Japaner 79 Jahre, während Frauen in Ungarn nur 76 beziehungsweise Männer 68 Jahre alt werden (Max-Planck-Gesellschaft, 2007).

**Soziale Krise** - Jacques Diouf, Generaldirektor der FAO sieht die ernst zunehmende Gefahr, dass in Zukunft weniger Menschen mit Lebensmitteln versorgt werden können, besonders in den Entwicklungsländern. Die Hauptgründe liegen darin, dass Getreide (Mais, Soja, Weizen etc.) für Tierfutter und für die Biosprit-Erzeugung gebraucht wird. Zusätzlich wird es in einigen Gebieten der Welt aufgrund der Erderwärmung zu einer Reduktion der Getreideerträge kommen (Rosenthal, 2007).

Eine weitere Ursache für diese Soziale Krise sind Agrarsubventionen. Während der Preis für 1kg Schweinsschnitzel von 1967 bis 2007 um 104% und für 1l Vollmilch um 233% stieg, gab es bei Mischbrotwecken einen Preissprung von 527% (Statistik Austria, 2007). Agrarsubventionen verursachen diese Preisschere, weil der Anteil des Getreides in den Produktionskosten von 1kg Schweinsschnitzel verhältnismäßig höher ist, als bei der Produktion von 1kg Mischbrot.

**Umweltkrise** - Große Getreideimporte für Tierfutter machen unsere Ernährungsform erst möglich. Ein vermehrter Konsum von tierischen Lebensmitteln verursacht die Rodung von Regenwäldern und erhöht die Treibhausgasemissionen, was eine weltweite Klimaänderung nach sich zieht. Seit 1960 wurde knapp ein Fünftel des Amazonasregenwaldes abgeholzt, was mehr der zweifachen Fläche von Deutschland entspricht (Stadler, 2006). Für 18% der vom Menschen verursachten Treibhausgas-Emissionen sind Tiere verantwortlich. Gegenmaßnahmen sind daher dringend erforderlich - insbesondere, wenn sich die globale Fleischproduktion bis 2050 voraussichtlich verdoppeln wird (FAO, 2006).

Diese Krisen verlangen Gegenmaßnahmen der Politik, Wirtschaft, Gesellschaft und eines jeden einzelnen Österreicher. Unser Ressourcenbedarf übersteigt die Regenerations-Fähigkeit der Erde bereits um rund 30 Prozent. Wenn unsere Ansprüche an den Planeten weiter mit der gleichen Geschwindigkeit zunehmen, werden wir in den 2030er Jahren einen zweiten Planeten brauchen, um unseren Lebensstil aufrechtzuerhalten (WWF, 2008b).

Universale Gesundheit ist eine globale Vision, für menschliches, soziales und umweltmäßiges Wohlbefinden. Der Kantsche Imperativ „Handle so, dass die Maxime deines Handelns jederzeit zugleich als Prinzip einer allgemeinen Gesetzgebung gelten könnte“ kann auch auf unseren Ernährungsstil ausgelegt werden „Esse und lebe auf eine Art und Weise die es erlaubt, dass alle Menschen auf dieser Welt so leben könnten wie du“.

## AKTUELLE MARKT-SITUATION

Jährlich werden in Österreich rund 650.000 Tonnen Sojabohnenäquivalente – hauptsächlich in Form von Sojaschrot – importiert (WWF, 2008a). Zusätzlich beträgt die österreichische Sojabohnen-Produktionsmenge jährlich rund 50.000 Tonnen (Krumphuber, 2008). Der importierte Sojaschrot wird hauptsächlich als Tierfutter in der Schweine-, Hühner- und Rindermast verwendet, während der in Österreich gentechnikfrei und biologisch erzeugte Soja hauptsächlich in die Lebensmittelproduktion geht. In Summe werden aber mehr als 90% des in Österreich verwendeten Soja als Tierfutter eingesetzt.

In Systematik 1 und Systematik 2 sind die Verwendungsmöglichkeiten von Soja dargestellt. In der Tierfütterung wird Soja in Form von getoasteten Soja und als Sojaextraktions-schrot eingesetzt. Bei der Extraktion fällt Sojaöl an, das wiederum in der Lebensmittelindustrie gebraucht wird. Für die Lebensmittelproduktion werden ganze Sojabohnen verwendet, oder zu Sojamehl, fermentierte Produkte, und zu "Sojamilch" weiterverarbeitet. Drinks, Desserts wie Pud-

dings und Joghurts oder Tofu werden aus der "Sojamilch" hergestellt.



In Österreich wird Soja zum einen für Cerealien und Backmischungen verwendet und zum anderen eine breite Palette an Soja-Lebensmittel hergestellt: Sojadrinks, Tofu, Soja-Joghurts und -Puddings, Soja-Laibchen und -Würstchen, Fertiggerichte wie Chili con Soja, Soja-Aufstriche, Knabbersojakerne und Soja-Riegel uvm.



Die Vermarktung der Soja-Lebensmittel erfolgt hauptsächlich über den Lebensmitteleinzelhandel, über Naturkostläden und über Bio-Fachmärkte. **38% der Österreicher verwenden zumindest gelegentlich Sojaprodukte.** Die drei Hauptgründe für die Verwendung von Sojaprodukten sind: weil Soja gesund ist, weil es gut schmeckt und weil sich die Österreicher mehr pflanzlich und weniger tierisch ernähren wollen (Omnibus, CAWI, 11/2008; n=500, Österreicher 16 bis 65 Jahre).

#### ZUKUNFT MIT SOJA

Eine Antwort auf eingangs erwähnte Krisen kann ein vermehrter Konsum von regional produzierten Soja-Lebensmitteln sein. Bei fairen Rahmenbedingungen – etwa der Angleichung der Mehrwertsteuer von "Sojamilch" auf Kuhmilch, nachhaltiges Agrarsubventionssystem, faire Weltagrarhandelsregeln, CO2 Labelling auf Lebensmitteln – werden Sojaprodukte konkurrenzfähiger.

In Österreich haben sich dazu Lebensmittelproduzenten, Saatgutzüchter und Landwirte zum "Verein Soja aus Österreich" zusammengeschlossen.

Unter den Mitgliedern befindet sich der innovative Sojaproduzent und Trigos 2008-Gewinner "Mona Naturprodukte". Mit der bekannten Marke "Joya" und mit Private Labels



stellt Mona ein Sortiment an Produkten her, das von Soja-Drinks über Sojapuddings bis hin zu Sojagurts weit über die Grenzen Österreich hinaus erfolgreich verkauft wird. Die Firma "Landgarten", die eine reichhaltige Auswahl an leckeren und hochwertigen Snacks, von pikant bis süß bietet und deren Rohstoff aus kontrolliert biologischem Anbau stammt. Die "Sojarei" gehört mit ihren biologischen Tofu-Varianten, Fleischersatzprodukten und köstlichen Fertiggerichten ebenso dem neugegründeten Verein an, wie zwei weitere Tofu-Hersteller "Sojvita" und Evergreen". Firma Wojnar komplettiert die österreichischen Sojalebensmittelhersteller mit den "Green Heart"-Sojaaufstrichen. Jedoch nicht nur Verarbeiter, sondern auch Saatzuchtbetriebe wie die Saatbau Linz und die Saatzucht Gleisdorf sind im Verein "Soja aus Österreich" eingebunden. Weitere Gründungsmitglieder sind sojaproduzierende Landwirte wie Leopold Pischinger und Alois Naimer.

Ziel des Vereins ist es, die Vorteile von Soja bekannt zu machen, Soja-Lebensmittel zu fördern und den Anteil der Soja-konsumierenden Österreicher von derzeit 38% weiter zu steigern. Der Verein steht für einen gentechnikfreien und vor allem biologischen Anbau in Österreich. Demgegenüber steigt weltweit der Anbau von gentechnisch verändertem Soja. Durch eine streng kontrollierte Produktion und einer intensiven Kooperation aller Mitglieder der Soja-Wertschöpfungskette, kann eine nationale Sojabranche für Österreich und Europa aufgebaut werden.

Die bis heute erfolgreiche österreichische Soja-Forschung begann, als Prof. Friedrich Haberlandt vor 135 Jahren die Sojabohne bei der Weltausstellung in Wien entdeckte. Heute erforschen viele Institutionen die Sojabohne und ihre Wirkungen:

- Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
- Fakultät für Lebenswissenschaften
- Institut für Lebensmittelchemie
- Institut für Lebensmitteltechnologie
- Akademisches Institut für Ernährungsmedizin
- Departement für Pharmakognosie
- uvm.

Die Zukunft mit Soja wird getragen vom "Verein Soja aus Österreich" sowie den intensiven Forschungstätigkeiten – durchgeführt von vielen verschiedenen österreichischen Institutionen. Zusätzlich bieten Soja-Lebensmittel – neben der kulinarischen Erweiterung unseres Speiseplanes – viele wissenschaftlich nachweisbare Gesundheitsvorteile, die in Zukunft den Konsum steigern werden: Sojaprodukte zeigen einen positiven Einfluss auf den **Cholesterinspiegel**. Klinische Studien weisen darauf hin, dass ein hoher Cholesterinwert und ein hohes LDL-Cholesterin entscheidende Risikofaktoren für Herzkrankheiten sind. Die Einnahme von nur 25g Sojaprotein täglich, als Teil einer Ernährung mit nur

wenig gesättigten Fettsäuren, kann helfen das Cholesterin zu senken (ENSA, 2007a).

Mit dem Konsum von Soja-Lebensmittel lässt sich eine positive Wirkung bei **Knochenschwund** nachweisen. Neueste Studien zeigen, dass der Konsum von isoflavonreichen Sojaprodukten, den Knochenschwund im Lendenwirbelbereich reduziert, der bei Frauen in der Menopause jährlich 2 – 3 % beträgt. Besonders bei kontinuierlicher Einnahme während der Post-Menopausalen Phase kann das allgemeine Risiko von Osteoporose eingeschränkt werden (ENSA, 2007b).

Eine Verminderung von **Wechselbeschwerden** tritt durch regelmäßigen Verzehr von Sojaprodukten ein. Die Einnahme von nur 30mg an Isoflavonen täglich, kann Wechselbeschwerden bis zu 10-20% über den Placebo Effekt reduzieren (ENSA, 2007c).

Zusätzlich wirkt der Sojakonsum vorbeugend gegen **Brust- und Prostatakrebs**. Eine kürzliche veröffentlichte Metaanalyse aus 14 epidemiologischen Studien, die Brustkrebs und den Konsum von Soja bei Frauen analysierten, zeigten eine deutliche Senkung des Brustkrebsrisikos im Falle des Konsums von Sojaprodukten. Eine Metaanalyse von 8 epidemiologischen Studien sagt, dass der Konsum von Sojaprodukten das Risiko von Prostata Krebs deutlich senkt (ENSA, 2007d).

#### REFERENCES

FAO (2006). Livestock's long shadow - environmental issues and options.

FAO (2007). Consumption of ten major animal foods 2001-2003. <http://www.fao.org/>.

ENSA (2007a). soy and cholesterol -lowering.

ENSA (2007a). soy and bone health.

ENSA (2007a). soy and menopause.

ENSA (2007a). soy and cancer.

Krumphuber, C. (2008). Sojaanbau in Österreich und Europa - Situationsanalyse. Tagungsband.

Omnibus, CAWI (11/2008). INFO Research International.

Rosenthal, E. (2007). World Food Stocks Dwindling Rapidly, UN Warns. <http://www.commondreams.org/archive/2007/12/18/5885/>.

Max-Planck-Gesellschaft (2007). The Human Life-Table Database. <http://www.lifetable.de/>.

Stadler, R. (2006). Das Drama des Dschungels. Süddeutsche Zeitung Magazin (24.8.06).

Statistik Austria (2007). Preisstatistik - Milch, Brot, Schnitzel ab 1967.

WWF (2008a). Sojaimport Österreich in Tonnen. <http://www.exporthelp.europa.eu/>.

WWF (2008b). Living Planet Report 2008.

# Sojaanbau und Vermarktung von Soja-Lebensmitteln in Deutschland

Jürgen Recknagel

## DIE GESCHICHTE DES SOJAANBAUS IN DEUTSCHLAND

Als **Ausgangspunkt** für den Sojaanbau in Deutschland muss man wohl die erste Beschreibung der Sojabohne in Europa durch den Japanreisenden Engelbert Kaempfer aus dem Jahre 1712 betrachten. In deren Folge gelangten immer wieder Sojabohnen aus Japan und China nach Europa, wo sie meist in botanischen Gärten kultiviert wurden. Die Anbauversuche in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts, u.a. in Stuttgart-Hohenheim, Bamberg und Hainberg/Sachsen scheiterten jedoch regelmäßig an der späten Reife von nicht angepassten Sorten. Die ersten erfolgreichen Versuche mit aus dem botanischen Garten von Montigny bei Metz mitgebrachten Samen werden Otto Wehrhan ab 1872 in Coswig bei Meißen zugeschrieben. Ein starker Impuls kam von der Wiener Weltausstellung 1873 mit der Präsentation von Sojabohnen und daraus hergestellten Lebensmitteln, wo auch der Wiener Prof. Haberlandt einige Samen erwarb. 1875 begann er dann mit dem Anbau von Sojabohnen an der Uni in Wien. Nach eigener Vermehrung hatte er 1876 genügend Saatgut, um im Jahr 1877 Anbauversuche an 148 Orten in halb Europa zu initiieren, darunter auch 23 Standorte in Deutschland, von Bayern bis hinauf nach Ostpreußen.

Wegen der ausgesprochen nasskalten Witterung dieses Jahres reiften die Sojabohnen an den meisten Orten jedoch nicht aus, obwohl einige Sorten in den Vorversuchen 1876 bis zur Reife lediglich eine Wärmesumme von rund 2250°C benötigt hatten. Trotz dieses Fehlschlags gingen die Versuche an einigen Versuchsanstalten weiter und es wurden erste grundlegende Anbauerfahrungen in den wärmeren Gebieten Süddeutschlands gesammelt.

**Anfang des 20. Jahrhunderts** wurde die Sojabohne dann als gesundes und billiges Nahrungsmittel entdeckt. Bereits 1913 begann in Frankfurt/M. die industrielle Herstellung von Soja-Lebensmitteln (Sojamilch, -rahm, -mehl, ...) mit Sojabohnen aus der Mandschurei. Im ersten Weltkrieg wurden auch Fleischersatzprodukte entwickelt, die in der Not zwar einen guten Absatz fanden, dem Ansehen von Soja aber eher schadeten, da sie die Erwartungen an Fleisch und Wurstwaren nicht voll erfüllen konnten. Die Preise für Soja stiegen auf das drei bis vierfache, so dass erste Bestrebungen für einen einheimischen Anbau aufkamen. Die Ergebnisse erneuter Anbauversuche führten 1920 jedoch zu der Einschätzung, dass ein Anbau in Deutschland nicht sinnvoll sei.

Auch nach der Wiederaufnahme der durch den Krieg unterbrochenen Einfuhr von auf dem Weltmarkt günstig verfügbaren Sojabohnen für die Verarbeitung zu Öl und dem als Eiweißfuttermittel verwendeten Sojaextraktionsschrot, gingen die bereits im ersten Weltkrieg an den Hochschulen von Bonn und Breslau begonnenen Bemühungen zur Züchtung von an deutsche Verhältnisse angepassten Sojasorten

weiter. In den 20er Jahren kam dann auch die Landwirtschaftskammer Halle hinzu. Im Jahr 1932 gab die Uni Bonn erste Stämme an einen privaten Züchter, die Saatucht Dieckmann in Heimburg/Harz ab. Der immer wieder aufkommenden Euphorie wurde aber schon damals mit den Hinweisen auf die Beschränkung des Anbaugebiets auf Weinbauklimate sowie auf die Probleme mit dem Hasenfraß begegnet.

Im 'Dritten Reich' wurde die Sojazüchtung insbesondere an der Uni Gießen intensiviert, ohne dass eine wirklich befriedigende Sorte erreicht worden wäre. Probleme gab es entweder in puncto Frühreife, Dürrefestigkeit, Kältetoleranz, Jugendentwicklung, Lageranfälligkeit oder zu tiefem Hülansenatz. In der 1934 erstmalig eingeführten Wertprüfung standen stolze 42 Sorten, von denen dann 1937 aber lediglich 4 in die Reichssortenliste aufgenommen wurden und somit vertriebsfähig waren. Parallel dazu wurden die neuen Kulturen auch in Schauversuchen vorgestellt und die Versuchsanbauer anschließend nach ihrem Urteil gefragt. Dabei ergab sich für die Anbaujahre 1934/35 in Baden eine Zustimmung von 100% und in Hessen von 89% (Bayern 72%, Rheinland 70%, Sachsen/Thüringen 63%, Württemberg 45%). Als Probleme wurden insbesondere die Abreife und die Verunkrautung genannt. Die Erträge bewegten sich 1934-38 zwischen 12,1 und 16,4 dt/ha ( $\bar{\sigma}$  = 14,2 dt/ha), die Eiweißgehalte zwischen 32,2 und 40,7% ( $\bar{\sigma}$  = 36,7%). Im Mittel der Jahre waren 70% der Versuche auswertbar, was als ein Hinweis auf das erhöhte Anbauisiko gewertet werden kann.

In den Jahren 1937-44 schwankte die Soja-Anbaufläche im Deutschen Reich zwischen 84 und 282 ha, in Österreich, wo es immerhin zwei brauchbare Sorten gab, dagegen zwischen 68 und 2.500 ha.

**Nach dem zweiten Weltkrieg** gab es in der Bundesrepublik Züchtungsanstrengungen an der Universität Gießen sowie in Baden-Württemberg. 1952 waren in der Bundesrepublik Deutschland noch 2 Sorten eingetragen. 1978 wurden zwei Neuzüchtungen aus Gießen zugelassen (Gieso und Olima). In der beschreibenden Sortenliste des Bundessortenamtes findet man 1992-1998 vier Sorten. 1996 waren es sogar fünf. 1999 und 2000 waren es noch drei, 2001-02 noch zwei, 2003 noch eine, 2004 wieder zwei. Seit dem Abschluss der Wertprüfung von Sorten mit hohem Eiweißgehalt im Jahr 2005 sind fünf Sorten eingetragen, zu denen noch die Beschreibung für 2-5 weitere EU-Sorten kommt. Außerdem sind alle im EU-Katalog eingetragenen Sorten vertriebsfähig.

In der DDR gab es ebenfalls Anbauversuche seit Anfang der 50er Jahre sowie ein Zuchtprogramm, das bis 1989 einige brauchbare Sorten hervorgebracht hat, die im Zuge der Privatisierungen nach der Wende nach Österreich ver-

kaufte wurden und bis 2003 auch eine gewisse Anbaubedeutung erlangten.

Der **Anbau** in Deutschland versank nach dem zweiten Weltkrieg erst einmal in der Bedeutungslosigkeit. Zumindest im Westen war Soja reichlich und günstig auf dem Weltmarkt zu beziehen, dank dem stark wachsenden Anbau in Nord- und Südamerika.

Im Gefolge der Ölkrise von 1973 wurde sich die EU ihrer Abhängigkeit von Eiweiß- und Ölimporten bewusst, was schließlich zu Anbauanreizen in Form von Prämien für Eiweißpflanzen und Ölsaaten führte. Die deutsche Landwirtschaft sprang erst in der zweiten Hälfte der 80er Jahre auf diesen Zug auf, kurz bevor die Prämien dann nach 1990 wieder abgebaut wurden. Nach ersten Anfängen ab 1978 betrug die Anbaufläche in Deutschland 1986 erst 30 ha und stieg dann rasant über 113, 644 und 1855 ha auf 2403 ha im Jahre 1990, davon 1301 ha in Baden. Bereits 1991 begann der Einbruch auf rund 1000 ha, der sich dann fortsetzte bis zum Tiefstand von 232 ha im Jahr 1996.

Im Zuge der Einführung von gentechnisch veränderten Sorten mit Herbizidresistenz (GVO-Sorten), die zuerst in Nord- und dann auch in Südamerika und China die herkömmlichen Sorten sehr rasch und weitgehend verdrängten, wurde es immer schwieriger und aufwendiger, GVO-freie Sojabohnen zu importieren. Dies eröffnete wieder Chancen für den einheimischen Anbau von GVO-freiem Soja, und das sowohl im ökologischen Landbau, der GVO-Freiheit und weitestgehende Selbsterzeugung von Futtermitteln vorschreibt, als auch im konventionellen Landbau, wo im Rahmen von Markenfleischprogrammen oder regionalen Qualitätsprogrammen ebenfalls auf GVO-Freiheit Wert gelegt wird. Ab dem Jahr 1997 nahmen die Anbauflächen wieder zu, bis zu einem neuen Höhepunkt von 959 ha im Jahr 2003.

Seither hat sich der Anbau in Deutschland, vorwiegend in Südbayern und im Oberrheingebiet, bei einer Anbaufläche zwischen 800 und knapp 1000 ha stabilisiert. Dazu beigetragen hat der Vertragsanbau mit deutlich über dem Weltmarktniveau liegenden Preisen. Der Höhenflug der Preise für Agrarprodukte im Wirtschaftsjahr 2007/08 hat jedoch auch hier seine Spuren hinterlassen, da mit Getreide und Mais plötzlich ähnliche Erlöse zu erzielen waren, was einige Anbauer dazu veranlasst hat, 2009 weniger Soja anzubauen, so dass die Anbaufläche in Deutschland um mehr als 10% eingebrochen sein dürfte. Hier zeigte sich, dass im Zweifelsfall kurzfristige Preisanpassungen nötig sind, um die relative Vorzüglichkeit des Sojaanbaus, insbesondere gegenüber Körnermais, sicherzustellen. Andererseits möchten die Vertragspartner auch nicht jede spekulationsbedingte Reaktion an den Sojabörsen nachvollziehen. Da der Anbau von Soja aber auf die Standorte beschränkt ist, auf denen auch mittelfrüher Körnermais ausreift, der sehr effizient, sicher und sogar in Monokultur angebaut werden kann, hat der Sojaanbau in Deutschland nur eine Chance, wenn er Preise erzielt, die in der Regel deutlich über denen des Weltmarkts liegen. Diese sind nur realisierbar, wenn GVO-freie Sorten bester Qualität, d.h. mit Eiweißgehalten über 42% in der Trockensubstanz angebaut werden, für die die Abnehmer aufgrund hervorragender Verarbeitungseigenschaften hohe Preise bezahlen können. In der Praxis ist dies nur in Form des Vertragsanbaus möglich, bei dem eine genaue Abstimmung zwischen Anbauer und Abnehmer von der Saatgutbeschaffung bis zur Erfassung und Einlagerung des Ernteguts erfolgt. Dies ist umso einfacher zu organisieren, je stärker sich der Anbau auf geeignete Regionen mit

ausreichender Wärme und Wasserversorgung konzentriert. In Deutschland zählen dazu neben dem Oberrheingebiet auch klimatisch begünstigte Lagen von Bayern im Einzugsgebiet der Donau, von Franken, dem Rheinland, Thüringen und Sachsen. Während sich die beiden erstgenannten Gebiete auch für 00-Sorten eignen, kommen in den anderen Gebieten nur 000-Sorten sicher zur Reife.

Die in diesen Reifegruppen verfügbaren Sorten stammen heute vorwiegend aus Kanada, zum Teil aber auch aus Frankreich, der Schweiz und aus Österreich. Da die kanadischen Züchter zunehmend Schwierigkeiten haben, ihre Sorten frei von GVO zu halten, kommt der europäischen Züchtung strategische Bedeutung bei. Zuchtziele sind dabei neben Ertrag und Eiweißgehalt die Kälteverträglichkeit in der Jugend und während der Blüte, die Trockenheitsverträglichkeit, Frühreife, Standfestigkeit und ein möglichst hoher Ansatz der unteren Hülsen. Für die Verfütterung an Schweine und Hühner wäre darüber hinaus auch ein niedriger Gehalt an verdaulichkeithemmenden Trypsininhibitoren wünschenswert, so dass sich eine Wärmebehandlung, zu der bei Verfütterung im eigenen Betrieb oft noch große Transportkosten kommen, möglichst erübrigt. Hauptsorte beim Anbau von Futtersoja ist in Deutschland derzeit zweifellos die 000-Sorte Merlin. Beim Anbau von Soja für die Tofuherstellung kommt dagegen der 00-Sorte Primus mit hohem Eiweißgehalt eine Vorrangstellung zu.

In Anbetracht der Unwägbarkeiten bei der Saatgutvermehrung von Leguminosen im Allgemeinen und Soja im Besonderen ist immer wieder mit Engpässen bei der Saatgutversorgung zu rechnen, so dass auch andere Sorten zum Zuge kommen, die sich in den Sortenprüfungen der Bundesländer Baden-Württemberg, Bayern, Thüringen, Sachsen und Sachsen-Anhalt auf regionaler Ebene bewährt haben. Von 1994 bis 2008 durchliefen in Baden-Württemberg insgesamt 53 Sorten diese Prüfung.

Die Erträge der Sortenprüfungen der Jahre 2001-2007 reichten von 9 (2006 in S-T) und 18 dt/ha (2003 in B-W) bis zu 44 dt/ha (2002 in Bayern) und lagen im Mittel der Sortimente bei rund 33 dt/ha in Bayern 32 dt/ha in Baden-Württemberg bzw. bei 28 dt/ha in Thüringen und 25 dt/ha in Sachsen. Im Mittel über alle Sorten, Länder und Jahre lag der Ertrag bei 27,9 dt/ha. Die Rohproteingehalte reichten von 34,1 % bis 46,1 % und lagen im Mittel der Sortimente in Baden-Württemberg und Bayern bei rund 43%, in den Ländern Thüringen und Sachsen dagegen bei rund 38%.

Im Vertragsanbau mit Hocheiweißsorten lagen die Praxiserträge im Mittel der letzten vier Jahre zwischen 22 und 24 dt/ha. Die Mittel der Rohproteingehalte in der Trockenmasse reichten von 43% bis fast 47%. Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Betrieben sind beträchtlich, was auf größere Optimierungsspielräume im Anbau hinweist.

#### SOJA-LEBENSMITTELMÄRKTE

Aktuell werden im europäischen Lebensmittel-Einzelhandel jährlich etwa 370.000 t Soja-Lebensmittel verkauft. 85% davon entfallen auf Sojadrinks. Seit 2006 stieg der Absatz in den 10 wichtigsten EU-Ländern um 19%. Das größte Wachstum entfiel dabei auf Spanien, die Niederlande und Großbritannien. Sojaprodukte machen derzeit 1,5% der europäischen Milchindustrie aus. In Deutschland liegt der Anteil bei 1,1%. Dabei ersetzt Soja nicht die Milchprodukte sondern wird parallel dazu verwendet.

Ein wichtiges Qualitätsmerkmal europäischer Sojaprodukte ist die GVO-Freiheit. Bei Untersuchungen der Lebensmittel-

kontrollstellen in Deutschland gab es 2007 erstmals einen größeren Anteil von Proben mit GVO-Spuren (13 von 38 Proben) und erstmals seit 2001 wieder eine Probe über dem Grenzwert von 0,9%.

#### AUSBLICK

Soja-Lebensmittel verzeichnen zweistellige Zuwachsraten im Verkauf, dank einer attraktiven Produktpalette, die ständig erweitert wird. Sie gelten als gesünder als die tierische Konkurrenz und werden zunehmend auch von Nicht-Vegetariern konsumiert. Ihre Energiebilanz ist vorbildlich, da für den Anbau kein Stickstoffdünger benötigt wird und praktisch alle Bestandteile des Ernteguts als Lebens- oder Futtermittel Verwendung finden. Also beste Aussichten für den Anbau?

Im Prinzip ja, sofern die hohen Ansprüche an Wärme und Wasserversorgung erfüllt werden und der Landwirt das Unkraut unter Kontrolle behält. Zwecks Vermeidung böser Überraschungen empfiehlt sich der Vertragsanbau, bei dem von der Saatgutversorgung bis zur Ernte und Erfassung alles klar geregelt ist. Um die Saatgutversorgung mit qualitativ hochwertigen Sorten ohne GVO-Anteile zu sichern, wird auch eine Saatgutvermehrung in Europa unverzichtbar sein.

# Cultivating Soybean and Market of Soy Food in Russia

Alexey Kulemin

**Abstract** - The present report covers the questions of soy cultivation in Russia as well as market indicators - volume, structure of soy consumption and products of its processing. A special focus is made on marketing of soy foodstuff on the Russian food market.

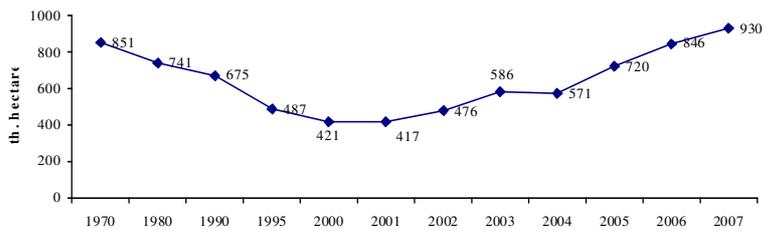
The report is constructed on the basis of agricultural and marketing research data. The main source of primary information is the data gathered from both the Company "ALEV" itself and from other soy-processing companies in Russia. The main source of secondary information is the data of the Federal State Statistics Agency of the Russian Federation; the Ministry of Agriculture of the Russian Federation; printed and electronic information sources.

The main objective of the report is to elucidate the development prospects of soy foodstuff market in Russia.

There is an exclusive technology of cultivation of soy for each field. The grade shows the greatest efficiency only at its correct cultivation taking into account biological features of plants, concrete soil, weather and phytosanitary conditions on each separate field. It is necessary to notice that cultivation H'M – soy is forbidden in Russia.

Soy areas under crops in Russia were promptly reduced from 1970 till 2001, though historically this culture was grown even on fields of landowners of imperial Russia. In 1970 employment of the areas under soy occupied 851 thousand hectares. Up to the year 2001 this indicator was reduced till 45% having made only 417 thousand hectares.

The diagram 1. Soy areas under crops in Russia in 1970-2007 (th. hectares).



The Source: the data of Goskomstat of the Russian Federation.

## CULTIVATING SOYBEANS IN RUSSIA

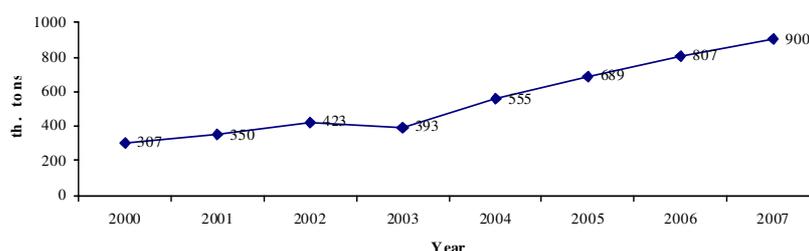
In Russia more than 80% of soy cultivation areas are concentrated in Krasnodar Region and in the Far East (the basic areas are the Amur Region, Seaside and Khabarovsk Regions). Soy fields are also located in the Volga region and in the North Caucasus areas. About 20 grades of soy are most often used for cultivation in Russia. Cultivation of one or another grade depends on climatic conditions of the region as well as on the purposes: oil and fodder direction or foodstuff direction focused on soy proteins manufacture. Also defining factors at grade selection are: its market appeal, structure and a parity of the basic components of grain, productivity, economic - biological properties. Productivity in optimum conditions of the North Caucasus reaches 40-45 metric centners/hectare, in Primorski Krai - more than 22 metric centners /hectare, in central regions of Russia - more than 20 metric centners /hectare.

For the last years this situation radically began to vary. Since 2001 the tendency to reduction of areas under soy crops is overcome. By 2007 the number of areas under soy crops has doubled in comparison with a similar indicator of 2001. It has made about 930 thousand hectares (diagram 1).

Meanwhile soy crops in Russia for the present make less than 10 % from a total area of the earths occupied under olive cultures.

Some increase of productivity and total gathering of soy grains is marked during the last years also. In 2000 total gathering of soy in Russia has made 307 thousand tons, by 2007 the given indicator has increased threefold and has made 900 thousand tons.

The diagram 2. Dynamics of total gathering of soy in Russia in 2000-2007 years (th.tons).



The Source: the data of Goskomstat of the Russian Federation.

The next years soy areas are planned to double, productivity of soy to raise to 15-20 % and finish total gathering of soybeans to 1,1 million tons a year.

The diagram with dynamics of total gathering of soy in Russia during the period with 2000 for 2007 is presented lower.

#### THE MANUFACTURING OF SOY PRODUCTS IN RUSSIA

We have some large capacity enterprises—producers of soy in Russia. They develop soy products of oil-bearing-fodder direction: soy oil, soy shrot, soy flour which basically use for the food-processing industry, and also serve for food for animals.

The enterprises which are engaged in development of soy foodstuff are about 2000. They have very small capacities and make dairy products from soybeans for a food of the population of the country. They work on the industrial equipment low power. Absence of the packing providing long periods of storage of a product does not give possibility to organize system of distribution in shops. The largest enterprises of the branch working in the given direction are: Joint-Stock Company «ALEV» and Joint-Stock Company «Fiber». These companies have own Trade Marks, production assortment and a developed system of distribution.

The direction of processing of soybeans to isolates in Russia is not developed yet as such processing demands another and enough expensive equipment.

There is a considerable quantity of the companies which make soy fibers but the given products of processing of soy are not primary and cover a small share from total amount of manufacture of soy products.

#### SYSTEM OF SALES AND MARKETING OF SOY FOODSTUFF

The Russian market of soy foodstuff only begins the formation. It creates huge potential for the companies – producers of soy production. By estimations of analysts its volume makes from 12 to 16 thousand tons a year (it is necessary to consider - the basic share makes a considerable quantity of small manufacturers of soy products).

Soy products in the Russian market were initially positioned as a cheap substitute of meat and dairy products. Terminology «analogue of meat and dairy production» («soy meat», «soy milk» etc.) at full discrepancy of taste to the name negatively affected demand of the population. It was negatively reflected in desire of management of affiliated chains retail shops to have in stock cheap assortment with low demand.

The major factors influencing development of the market are: dependence on Orthodox Posts (16 weeks in a year); absence of technology of release of a qualitative soy foodstuff in the 90s. It made their taste specific and even unpleasant for the consumer. Last factor imposes influence in questions of consumer demand and today. However the universal tendency of growth of interest to wellness - foodstuff helps to increase interest in soy and accordingly sales of soy products rise.

In the modern grocery market of Russia there are only 2 home producers: Joint-Stock Company «ALEV» - Trade Mark «Flora» and Joint-Stock Company «Fiber» - TM «the Bean and the Soy». Import of soy foodstuff is presented by Trade Marks: «Alpro», «Bjorg». The basic grocery categories: mayonnaise, drinks, tofu, desserts. The main regions of consumption are: Moscow and St. Petersburg. Points of sales: affiliated chains retail shops.

Company «ALEV» - the leader in manufacturing of soy foodstuff in the Russian market. The assortment is presented by 3 categories: phytomayonnaise, phytomilk, tofu. A target audience - vegetarians. Products are presented in a high price segment. This category of consumers has been chosen as target audience not casually. There is a logic chain - «vegetarianism - a healthy form of a life - beauty and longevity». Other categories are grasped also in parallel: fasting (the growth of the people observing Posts recently is observed and they younger 40 years); observant the healthy way of life, diets, etc. The consumer of soy products can be found in fitness clubs, in the Internet - blogs. He understands value of soy products and is ready to pay for him the price above a traditional foodstuff. The «speaking» name of Trade Mark - «Flora», word replacement «soy» to «phyto» in the name of products, colors of packings, service marks: «Healthy heart», «vegetative product», «the maintenance of antioxidants» is an effective tool of communications in the form of packing on a shop-window. It is necessary to carry to principal views of marketing activity of the Trade mark: tastings, allocation of production by P.O.S.-materials on regiments of shops, publications in mass-media.

In developed conditions it is necessary to give the basic emphasis to category management. This fact will allow to involve additional number of consumers in a category in the presence of sufficient number of suppliers of soy products.

# Verwendungsmöglichkeiten von Sojabohnen in der menschlichen Ernährung

Emmerich Berghofer

## EINLEITUNG

Die aus Ostasien stammende Sojabohne ist eine der ältesten Kulturpflanzen. Aufgrund ihrer hervorragenden ernährungsphysiologischen Zusammensetzung und ihrer vielfältigen Verarbeitungsmöglichkeiten wird sie in den ostasiatischen Kulturkreis schon seit mehr als fünftausend Jahren zur Herstellung zahlreicher, traditioneller Lebensmittel genutzt.

Ihre Einführung in die westliche Welt erfolgte erst ziemlich spät Ende des 19. Jahrhunderts. Seitdem hat sie aber einen wahren Siegeszug angetreten und zählt heute zu den weltweit am intensivsten genutzten Pflanzenarten. Dies ist vor allem im Zusammenhang mit der Ölgewinnung aus Sojabohnen zu sehen und den bei diesem Verfahren anfallenden Nebenprodukten.

Prinzipiell können die aus Sojabohnen herstellbaren Lebensmittel in drei große Bereiche gegliedert werden, auf die im Folgenden näher eingegangen wird.

## TRADITIONELLE, NICHTFERMENTIERTE LEBENSMITTEL

Analog wie andere Leguminosen können Sojabohnen nach dem Einweichen in Wasser entweder gekocht oder anderen Garprozessen unterworfen werden, wie z.B. Backen oder Rösten. Durch letztere Prozesse werden sogenannte Sojanüsse erzeugt, die in Textur und Geschmack Erdnüssen ähnlich sind.

Ein weiterer großer Anwendungsbereich ist die Herstellung von Soja"milch". Diese wird durch Vermahlen von Sojabohnen mit (heißem) Wasser, Kochung und anschließender Abtrennung der Feststoffbestandteile (Okara) erzeugt und enthält die löslichen Proteine und Kohlenhydrate, sowie ein Teil des Fettes. Aus rechtlichen Gründen darf in Abgrenzung zur Kuhmilch das resultierende Getränk nicht in allen Ländern als „Milch“ bezeichnet werden, sondern nur als Sojagetränk, Sojadrink oder ähnliche Bezeichnungen. Ein schriftlicher Hinweis belegt, dass Sojamilch in China bereits 1.500 Jahre v.Ch. produziert wurde. Die traditionelle Herstellung im Haushalt wird heutzutage immer mehr durch eine großtechnische Herstellung ersetzt, vor allem in den westlichen Ländern.

Soja"milch" dient auch als Basis zur Herstellung von Tofu. Dazu werden die Proteine mit Magnesiumsalzen (z.B. Nigari - Nebenprodukt der Meersalzgewinnung) ausgefällt und durch Pressen oder Filtration abgetrennt. Je nach Konsistenz wird zwischen schnittfestem, weichen und Seiden-Tofu unterschieden. Tofu ist ziemlich geschmacksneutral und eignet sich hervorragend als Zusatz oder als Basis zur Herstellung weiterer Lebensmittel.

Erhitzte Sojamilch bildet beim Abkühlen eine Haut, die vorsichtig abgezogen und getrocknet werden kann. Dieses Produkt wird als Yuba bezeichnet und dient z.B. dazu um andere Speisen darin einzuwickeln.

In den westlichen Ländern wird aus Soja"milch", ähnlich wie aus Kuhmilch, durch Fermentation mit Milchsäurebakterien ein joghurtähnliches Produkt erzeugt. Es hat eine Sonderstellung, weil es einerseits als fermentiertes Produkt eigentlich in die nächste Kategorie einzureihen wäre, andererseits aber kein traditionelles Lebensmittel ist, sondern erst in den westlichen Kulturkreisen entwickelt wurde.

## TRADITIONELLE, FERMENTIERTE, OSTASIATISCHE LEBENSMITTEL

Fermentierte Sojaprodukte sind in vielen ostasiatischen Kulturkreisen seit Jahrhunderten von großer Bedeutung. Ein wesentlicher Grund dafür ist mit Sicherheit der hohe Proteingehalt der Sojabohnen. Während der Fermentation erfolgt nämlich auch eine mehr oder weniger weitgehende Proteinhydrolyse, wodurch in den Endprodukten eine Anreicherung mit sogenannten „Umamistoffen“ erfolgt. Aus einem pflanzlichen Lebensmittel können dadurch Produkte erzeugt werden, die im Geschmack tierischen Lebensmitteln ähnlich sind. Diese Tatsache ist in Ländern, wo aus religiösen Gründen oder einfach aus Mangel der Fleischverzehr immer schon eingeschränkt war, von großem Vorteil und erklärt den Erfolg fermentierter Sojaprodukte.

Alle traditionellen, fermentierten Sojaprodukte werden durch Feststoff-Fermentation bzw. Oberflächenfermentation (solid state fermentation) erzeugt. Es ist eine Fermentationsart, bei der feuchte, feste Substrate von Mikroorganismen in Abwesenheit von freiem Wasser fermentiert werden. Die Rohstoffe - in den meisten Fällen sind das vorgekochte Leguminosensamen, vor allem Sojabohnen, in Kombination mit Getreidekörnern - dienen dabei sowohl als Nährstoffquelle und gleichzeitig auch als Trägermaterial für die Mikroorganismen. Die Mikroorganismen versuchen durch die Ausscheidung von Enzymen die Inhaltsstoffe des pflanzlichen Substrates abzubauen bzw. zu metabolisieren. Die Kunst dabei ist, die Fermentation so zu steuern, dass genügend Enzyme durch die Mikroorganismen gebildet und ausgeschieden werden. Letztere bewirken dann eine teilweise Hydrolyse der pflanzlichen Inhaltsstoffe. Die Hydrolyse bzw. Vorverdauung soll aber nur soweit erfolgen, dass die positiven Effekte für den Menschen überwiegen. Es soll klarerweise keine vollkommene Verwertung der Inhaltsstoffe durch die Mikroorganismen eintreten.

Die meisten fermentierten Sojaprodukte werden entweder nur durch einstufige Fermentation mit Schimmelpilzen oder zweistufig mit Schimmelpilzen in Kombination mit Hefen und Bakterien erzeugt. Von den vielen Lebensmitteln, die in diese Kategorie eingeordnet werden können, sind die bekanntesten und wirtschaftlich am bedeutendsten Produkte Miso, Sojasoße (Shoyu), Natto, Hamanatto, Tempeh, Sufu und Tofoyu (fermentierter Tofu).

## SOJAÖLGEWINNUNG UND DABEI ANFALLENDE

### NEBENPRODUKTE

Mit ca. 220 Mio. Tonnen sind Sojabohnen der wichtigste Rohstoff für die Gewinnung pflanzlicher Öle. Raffiniertes, hydriertes Sojaöl ist deshalb in der Lebensmittelindustrie ein sehr häufig eingesetztes Speisöl.

Bei der Raffination von Sojaöl fällt Lecithin an, welches als Emulgator in vielen Lebensmitteln Verwendung findet.

Der proteinreiche Extraktionskuchen (Sojaflocken, entfettetes Sojamehl - Proteingehalt ca. 45 %) kann direkt als Zutat vielen Lebensmitteln zugesetzt werden (z.B. Backwaren, Fleischprodukten). Enzymaktives, vollfettes Sojamehl dient in Brot und Backwaren als Teigverbesserungsmittel.

Aus dem Extraktionskuchen können durch eine zweite Extraktion wasserlösliche Inhaltsstoffe herausgelöst werden, wodurch ein Konzentrat mit etwa 70 % Proteingehalt erhalten wird. Durch sogenannte Texturierung mit Extrudern lassen sich daraus Produkte erzeugen, die eine fleischähnliche Struktur aufweisen.

Proteinisolate (ca. 90 % Protein) werden aus dem Extraktionskuchen durch Herauslösen der Proteine und deren anschließende Fällung und Verspinnung erhalten.

# Soja aus ernährungsphysiologischer Sicht - Neue Erkenntnisse unter besonderer Berücksichtigung des österreichischen Ernährungswandels.

Petra Rust

**Abstract** - Wussten Sie, dass Sie drei- bis viermal pro Woche Hülsenfrüchte essen sollten? Wahrscheinlich nicht, denn bei den meisten Österreichern fristen Bohnen, Erbsen und Co ein Schattendasein. Zur Spezies der Hülsenfrüchte zählt auch die ernährungsphysiologisch wertvolle Sojabohne mit ihrer außergewöhnlichen Nährstoffzusammensetzung.

Soja gehört wegen seines hohen Eiweißgehaltes seit Jahrtausenden zu den Grundnahrungsmitteln des Menschen, es wird auch als Eiweißquelle in der Tierernährung verwendet. Es ist bekannt, dass die Isoflavone Genistein und Daidzein gesundheitsfördernde Wirkungen haben. Daten zum Potential der Phytoöstrogene zur Prävention von „Western Diseases“ wie kardiovaskuläre Erkrankungen, Osteoporose und verschiedene Krebserkrankungen bestätigen den positiven Charakter einer sojahaltigen Ernährung.

## INTRODUCTION

Zeitgemäße, gesunde und wohlschmeckende Ernährung ist gefragt: Der Appetit auf Fleisch wird geringer, der Appetit auf Soja in diversen Variationen wächst. Ob in Kochbüchern, Zeitschriften oder im Internet – überall begegnet man Sojaprodukten, -rezepten und entsprechender Gesundheitsinformationen.

## ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGISCHE BEWERTUNG VON SOJA

Die Sojabohne wird als das „Fleisch des Feldes“ bezeichnet, da das **Protein der Sojabohne** in seiner Aminosäurezusammensetzung so ausgewogen ist, dass es als alleinige Eiweißquelle für die Ernährung des Menschen ausreichen würde. Allerdings enthält die Sojabohne nicht alle lebensnotwendigen Aminosäuren in ausreichender Menge. Aufgrund der „limitierenden“ Aminosäure Methionin ist eine Kombination von Soja mit Getreideprodukten, Eiern, Käse, Milch oder anderen Eiweißprodukten optimal.

Das **Fett der Sojabohne** ist reich an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (61%) und einfach ungesättigten Fettsäuren (24%), enthält jedoch nur geringe Mengen an gesättigten Fettsäuren (15%) und ist frei von Cholesterin. Außerdem besitzt es einen hohen Anteil an Linol- und Linolensäure, die für Wachstum und Entwicklung des Menschen von Bedeutung sind und vor Herzerkrankungen schützen, indem sie günstig auf Blutfette und Gefäße wirken. Auf diese Weise kann Soja einen sinnvollen Beitrag zu einer fettarmen Ernährung leisten und das Risiko von Herzerkrankungen verringern.

Die **Kohlenhydrate der Sojabohne** sind überwiegend Ballaststoffe. Zur Gruppe der in Sojabohnen enthaltenen löslichen Ballaststoffe gehören die Oligosaccharide, die für den typischen Bohnengeschmack verantwortlich sind und unter Umständen Blähungen verursachen können. Oligo-

saccharide gelten allerdings als probiotische Inhaltsstoffe, die sich positiv auf die Verdauung auswirken, indem sie die Vermehrung von Bifidusbakterien im Darm fördern. Die nicht löslichen Kohlenhydrate der Sojabohne (Sojafasern) können Blutholesterin und Blutzuckerspiegel senken. Aufgrund des hohen Ballaststoffanteils muss Soja gründlich und daher relativ lang gekocht werden, denn dadurch werden die komplexen Kohlenhydrate abgebaut. Während der Verarbeitung zu Tofu sinkt zwar der Ballaststoffanteil, dadurch wird Tofu aber leichter verdaulich (Messina 1999).

Verglichen mit anderen pflanzlichen Lebensmitteln enthalten Sojabohnen relativ viel **Calcium** und **Eisen**, sowie reichlich **Phosphat**, **Kalium** und **Magnesium**.

Besonders wertvoll ist die Sojabohne aufgrund ihres Gehalts an **Phytoöstrogenen** (sekundäre Pflanzenstoffe, die eine ähnliche Struktur wie das weibliche Sexualhormon Östrogen aufweisen, jedoch außerordentlich schwach wirksam sind). Isoflavone, deren wichtigste Vertreter Genistein und Daidzein sind, sind nicht sehr weit verbreitet. Man findet sie in großen Mengen in Sojabohnen, Erbsen und Klee.

Aus internationalen Studien geht hervor, dass hormonabhängige Krebsarten wie Brust- und Prostatakrebs in asiatischen Ländern, in denen Soja und Sojaprodukte Bestandteil der traditionellen Ernährung sind, weitaus seltener auftreten verglichen mit den westlichen Industrieländern. Inwieweit eine krebsspräventive Wirkung einzelner Soja-Inhaltsstoffe wie der Phytoöstrogene abgeleitet werden kann, ist noch fraglich. Asiaten essen täglich im Schnitt 15-40 mg Isoflavone, während in westlichen Industrieländern weniger als 2 mg aufgenommen werden. Allerdings existieren noch andere Unterschiede hinsichtlich der Ernährungsgewohnheiten und des Lebensstils zwischen asiatischen und westlichen Industrieländern, weshalb zahlreiche Faktoren für das geringere Krebsrisiko verantwortlich sein können (Cassidy 2006).

## GESUNDHEITSFÖRDERNDES POTENTIAL VON SOJA

Genistein wird eine verminderte Ausbildung hormonell bedingter **Krebserkrankungen** wie Prostata-, Brust-, Gebärmutter- und Darmkrebs zugeschrieben. Genistein hemmt dabei körpereigene Botenstoffe, welche für die Krebsentstehung verantwortlich sind, stabilisiert die DNA und reduziert zellschädigende Verbindungen. Weiters hemmt Genistein die Gefäßneubildung und Zellwucherung (Adlercreutz 2003).

Außerdem wird eine positive Wirkung einer phytoöstrogenreiche Ernährung auf das **Herz-Kreislaufsystem** diskutiert. Ein erhöhter Cholesterinspiegel im Blut ist ein bedeutender

Risikofaktor für Herz-Kreislaufkrankungen. Die Aufnahme von Sojaprotein (meist 20-60 g/Tag mit Isoflavongehalten von 50-150 mg/Tag) zeigen eine deutliche cholesterinsenkende Wirkung, v.a. eine Erniedrigung des LDL-Cholesterins und der Blutrtriglyceride. Isoflavone weisen auch antioxidative Eigenschaften auf und vermindern dadurch die LDL-Oxidation, wodurch Arterienerkrankungen minimiert werden können (Geller und Studee 2006, Reynolds et al. 2006).

Neben seiner präventiven Wirkungen auf das Krebsgeschehen und Herz-Kreislaufkrankungen scheinen Sojabohnenbestandteile eine positive Auswirkung auf die Knochengesundheit zu haben. Einige wissenschaftliche Untersuchungen zeigen, dass Sojaprotein und Isoflavone nach der Menopause den Knochenverlust verzögern können und somit **Osteoporose** vorbeugen. Isoflavone zeigen positive Effekte auf die Knochenmineraldichte und Parameter der Knochenneubildung wie Osteocalcin und alkalische Phosphatase (Alekel et al. 2000, Setchell und Lydeking-Olsen 2003).

Die Wirkung von Soja auf das Auftreten von **menopausalen Beschwerden** wie Hitzewallungen oder Nachtschweiß wurde in zahlreichen Studien untersucht. Aufgrund ihrer östrogenen Aktivität werden Isoflavone als mögliche Alternative zur Hormonersatztherapie in der Menopause eingesetzt. Die besten Ergebnisse werden bei Dosierungen von 40 bis 100mg Isoflavonen pro Tag erzielt (Huntley und Ernst 2004).

#### CONCLUSION

Gerade in Zeiten der steigenden Kuhmilcheiweißallergie bzw. Laktoseintoleranz gewinnen Sojaprodukte an Bedeutung, da sie sich als eine hervorragende Alternative anbieten. Allerdings gibt es auch immer mehr Soja-Allergiker, welche sich längere Zeit hindurch einseitig mit Sojaprodukten ernähren.

Zu bedenken gilt, dass Europäer ihren Eiweißbedarf zu ca. zwei Drittel aus tierischen Nahrungsmitteln decken, wodurch zu viele gesättigte Fettsäuren sowie reichlich Cholesterin aufgenommen werden. Damit steigt das Risiko für Arteriosklerose, Herzinfarkt und Schlaganfall beachtlich. Im Fernen Osten stellen tierische Produkte einen niedrigen Anteil an der Deckung des Eiweiß- und Fettbedarfs dar. Die Hauptnahrungsquelle Soja ist reich an wertvollen, mehrfach ungesättigten Fettsäuren, v.a. Linol- und Linolensäure, welche sich im Gegensatz zu den gesättigten Fettsäuren positiv aufs Herz auswirken.

Von manchen Seiten gibt es Bedenken wegen der östrogenen Eigenschaften von Soja-Nahrungsmitteln: Verschiedene Studien zeigen allerdings, dass Soja in einer 2-3fachen Dosis der empfohlenen Verzehrsmenge für Erwachsene unbedenklich ist.

#### REFERENCES

Cassidy A. (2006). Affecting the Bioavailability of Soy Isoflavones in Humans. *J AOAC Int* 89: 1182-1188.

Huntley A.L. and Ernst E. (2004). Soy for the treatment of perimenopausal symptoms-a systematic review. *Maturitas* 20;47 (1):1-9.

Alekel D.L., Germain A.St., Peterson Ch.T., Hanson K.B., Stewart J.W. and Toda T. (2000). Isoflavone-rich soy protein isolate attenuates bone loss in the lumbar spine of

perimenopausal women. *American Journal of Clinical Nutrition* 72 (3): 844-852.

Setchell K.D.R. and Lydeking-Olsen E. (2003). Dietary phytoestrogens and their effect on bone: evidence from in vitro and in vivo, human observational, and dietary intervention studies. *American Journal of Clinical Nutrition* 78: 593S - 609S.

Geller G.S., Studee L. (2006) Soy and red clover for midlife and ageing. *Climacteric* 9: 245-263.

Adlercreutz H. (2003) Phytoestrogens and breast cancer. *J Steroid Biochem Mol Biol* 83: 113-118.

Reynolds K., Chin A., Lees K.A., Nguyen A., Bujnowski D., He J. (2006). A meta-analysis of the effect of soy protein supplementation on serum lipids. *Am J Cardiol* 98(5):633-640.

Messina M.J. (1999). Legumes and soybeans: overview of their nutritional profiles and health effects. *Am J Clin Nutr* 70(suppl):439S-450S.

# Apparent bioavailability of isoflavonoids after Soy intake in children and adults by urinary analysis

Adrian A. Franke<sup>1</sup>, and Brunhild M. Halm<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Cancer Research Center of Hawaii, Honolulu, HI 96813; <sup>1,2</sup>Kapiolani Medical Center for Women and Children, Honolulu, HI 95826

**Abstract** - Soy and their isoflavones (IFLs) are believed to protect against a variety of chronic diseases, particularly against breast cancer in women and especially when exposure occurs during childhood. In order to avoid invasive protocols we established that urinary IFL excretion (UIER [nmol/hour]) reflect circulating IFLs [nM] accurately when area-under-curve (AUC) and identical time intervals are used ( $r = 0.93$ ;  $p < 0.001$ ;  $n=14$  adults). Since in the past little was known about the bioavailability of IFLs in children we compared IFLs in adults to those in children after controlled exposure to body weight adjusted doses of soy (15 g nuts equivalent to 33.4 mg total IFLs per 54.4 kg body weight). Healthy children ( $n=53$ ) relative to healthy adults ( $n=46$ ) showed higher UIERs ( $p<0.001$  by unpaired t-test) for daidzein (DE; +40%), genistein (GE;+53%), DE+GE+glycitein (+42%), and total IFLs ( including metabolites; +26%). We conclude that IFLs are more bioavailable in children versus adults. Urine is an adequate surrogate for determining IFL bioavailability and for measuring soy or IFL exposure in epidemiologic and other studies, particularly in children due to its non-invasiveness and high compliance. It also allows evaluation of completeness of specimen collection.

## INTRODUCTION

The effects of soy intake and its associated isoflavones against chronic diseases including breast, prostate, and colorectal cancer, bone and cardiovascular disorders, as well as menopausal symptoms, is much investigated but not always consistent (Yan and Spitznagel, 2005 Jun 8, Cassidy et al., 2006, Wu et al., 2008). However, in three epidemiologic studies strong preventive effects were observed against breast cancer later in life when soy was consumed at young age (Thanos et al., 2006, Shu et al., 2001 May, Wu et al., 2002 Sep). IFL exposure by the diet occurs mainly through intake of soy products which typically contain a total of 0.01%-0.3% IFLs composed mainly of glycosides of genistein (GE), daidzein (DE), and glycitein (GLYE). Orally administered IFLs are believed to be absorbed after cleavage of the glycosides, which occurs mainly by intestinal bacteria (reviewed in Franke et al., 2008). Urinary or plasma IFLs were found to be reliable biomarkers for soy consumption while urinary appearance of IFLs reflected plasma values accurately in repeated measures in one adult and in infants (Franke et al., 2004, Franke et al., 2006b). We intended to confirm the usefulness of UIER to reflect circulating isoflavones in a cohort of adults and aimed to evaluate the bioavailability of isoflavones in school-aged children.

## METHODS

*Assessment of differences between children and adults.* Participants were either healthy adults (ages  $\geq 18$  years) and/or (their) healthy children (ages 4-17 years) who were recruited from the Cancer Research Center of Hawaii, from the Honolulu Waldorf school and from subjects' family

physician (one of the authors, B.M.H.). All participants had to be able to consume soy nuts and to collect an overnight urine (ONU) sample. Subjects were excluded if they were on medication for any pre-existing condition, or if they had an allergy to soy, gastrointestinal disease, kidney or liver problems, or had vomiting or diarrhea during the study period. 53 children and 46 adults were included in the analysis. The University of Hawaii Committee on Human Studies and the Institutional Review Board approved the study protocol and all consent and assent forms. All adult participants signed consent forms, parents signed a consent form for their children, and children 7 years of age and above provided their own additional assent. Subjects were instructed not to eat soy foods for at least 24 hours prior to eating the study food and during the study itself. They had to empty their bladder at 18:00 into a container provided to them (baseline urine (BLU)), immediately thereafter consume their soy nuts (15 g per 54.4 kg body weight), and then collect all urine voids for 12 hours in provided containers, including when they got up the next morning (ONU) at approximately 06:00. They chilled their urine in the coolers provided and handed it to our laboratory where ONU was mixed and weighed. BLU and ONU were stored in 2mL aliquots at  $-20^{\circ}\text{C}$  until analyzed within 2 months. Urine containers included small amounts of boric and ascorbic acid as preservatives. Participants recorded all foods consumed the day of the first urine collection, including before and after having eaten the study soy food. Dietary data were recorded to monitor soy intake other than the study food. Participants noted the time the soy nuts were consumed (just a few minutes after providing the spot urine) and the time of the final urine collection in the morning, typically between 05:00 and 07:00. Soy foods used in the study were soy nuts (DrSoy Nutrition, Irvine, CA; Physicians Pharmaceuticals, Inc, Kernersville, NC). The IFL composition and content of the nuts as determined by a validated HPLC/PDA assay without hydrolysis revealed per  $33.4\pm 4.2$  mg IFL aglycon equivalents in 15 g nuts.

*Assessment of correlation between plasma and urine values.* 8 male and 6 female health professionals, in good health, from the Cancer Research Center of Hawaii between the ages of 38 and 63 years consumed 10 g of roasted soy nuts equivalent to a total of 22.1 mg IFL aglycon as determined by HPLC (see above). 3 to 6 hours after soy intake, blood was collected in green-top vacutainers (Li-heparin), and plasma was prepared after centrifugation followed by storage at  $-80^{\circ}\text{C}$  until analyzed. This was repeated 4 to 9 hours after soy intake. Each participant emptied the bladder shortly after the first blood draw, then all urine was collected between the two blood draws. All times and weights of urine were recorded. Urine aliquots were stored at  $-80^{\circ}\text{C}$  until analyzed. Final urinary excretion rates were not adjusted to BW since the BW of all individuals was fairly similar. The

University of Hawaii Committee on Human Studies approved the study protocol and all consent forms which were signed by all participants.

*Analyses from plasma and urine* (DE, GE, GLYE, EQ, dihydrodaidzein (DHDE), dihydrogenistein (DHGE), and DMA) were done by HPLC with electrospray ionization (negative mode) ion trap mass spectrometry after hydrolysis with glucuronidase and sulfatase and extraction into diethylether (Franke et al., 2008). Urinary creatinine was determined with a Roche-Cobas MiraPlus clinical auto analyzer using a kit from Randox Laboratories (Crumlin, UK) that is based on a kinetic modification of the Jaffé reaction.

*Calculation of hourly UIER.* The amount of IFLs at baseline present in the ONU collection, although small in all samples, was subtracted from the IFL amount in the ONU sample in order to adjust for background IFLs in the ONU sample. Calculations considering established half lives of IFLs of 8 hours and application of the trapezoid method to determine area under curves (AUC) were detailed previously (Franke et al., 2008, Franke et al., 2004). Paired and unpaired t-tests as well as z-tests were performed using Excel 2004 for the Macintosh (Microsoft Inc., Redmond, WA) with log transformed values to take non-normality into consideration. Since results with the latter data led to similar results, we present here the t-test based on the untransformed data.

## RESULTS

IFL values in plasma and urine of 14 healthy adults were better correlated when AUC for plasma and urine was used ( $r=0.93$ ,  $p<0.001$ ), instead of UIER for urine, a time based unit (nmol/h), and IFL levels for plasma, a non-time based unit (nmol/L) ( $r=0.63$ ,  $p>0.05$ ).

Children had higher UIERs than adults which reached significance ( $p<0.001$  by unpaired t-test) for DE (+40%), GE (+53%), non-metabolites (NM, DE+GE+GLYE; +42%), and total IFLs (+26%).

## DISCUSSION

Benefits of using urine to measure IFLs include its non-invasiveness compared with blood draws, as well as the ability to collect highly concentrated urine in large amounts, which leads to low quantitation limits that can be obtained by participants themselves without medical supervision, in private, and most importantly, can be accumulated over many hours reflecting exposures over much longer time periods compared to data from blood, which only reflects one given point in time per collection. The correlation between IFL values in urine and blood are much improved by using AUC units for both matrices instead of UIER for urine, and IFL level for plasma. This is largely due to the time domain being accurately considered by using the identical time intervals for the AUCs of both matrices, which is particularly important for plasma, because levels change markedly over a given time period. Therefore, UIERs can be used as a reliable surrogate to determine circulating IFLs and thereby assess IFL bioavailability. Since bioavailability is defined based on circulating levels, we refer here to 'apparent bioavailability' when using urinary excretion data. We generated highly accurate urinary data by adjusting UIER in ONU to exactly 12 hours, by subtracting IFL amounts that were present from baseline exposures, and by adjusting for subjects' BW. In this way, urine collection times deviating from the required 12 hours, and presence of urinary IFLs unrelated to the soy exposure from this study, were adequately considered. In addition, the accuracy of collection

was examined by comparing the measured creatinine amount with established data for each gender and age group. Urinary excretion expressed relative to time (hour) is more accurate than expressed relative to creatinine because the latter depends mostly on muscle mass which can change largely depending on BW, gender, and age. This is particularly relevant in growing children, not only due to marked changes of muscle mass in absolute terms, but also after adjustment for BW. Urinary excretions adjusted solely for creatinine underestimate true excretion in heavier individuals—for example, in males versus females, or in older children versus younger children. Collection of urine over a 24-hour period or longer would be ideal if collected correctly, but is often difficult or impossible to perform in human studies. Collections of that duration bear inherent risks of missed samples or inclusion of other confounders. A good compromise is the collection of overnight urine, which is relatively easy to do for participants in the privacy of their homes, resulting in very high compliance and leading to a concentrated matrix, making analysis easier. We recommend this particularly for research with children after they reach bladder control, due to the ease for parents to supervise their children in following the protocol. The higher apparent IFL bioavailability in healthy children relative to healthy adults is in excellent agreement with our previous reports on healthy minors, such as infants (Franke et al., 2006a), (pre)pubertal girls (Maskarinec et al., 2005), and school-aged children (Halm et al., 2007). These findings suggest a higher systemic IFL exposure in children versus adults at the same relative soy dose. When considering that children eat generally much more per kg BW, the exposure in children is probably up to two-fold higher relative to adults. This could result in children experiencing more benefits from the health effects of soy. We believe that the IFL exposure after soy intake will stay below levels that would give rise to concern regarding adverse effects. Toxic activity is usually observed at much higher IFL levels, and adverse effects have not been reported in populations with high soy intake. In conclusion, our findings indicate that urine is extremely useful, and often superior to values from blood for the determination of soy and/or IFL exposure and can be used as a reliable surrogate for the estimation of soy intake and systemic IFL exposure. The higher apparent IFL bioavailability in children relative to adults may be beneficial to protect them from chronic diseases later in life.

## REFERENCES

- Cassidy, A., Albertazzi, P., Lise Nielsen, I., Hall, W., Williamson, G., Tetens, I., Atkins, S., Cross, H., Manios, Y., Wolk, A., Steiner, C. & Branca, F. (2006) Critical review of health effects of soyabean phyto-oestrogens in postmenopausal women. *Proc Nutr Soc*, 65, 76-92.
- Franke, A., Halm, B. & Ashburn, L. (2008) Isoflavones In Children and Adults Consuming Soy. *Arch Biochem Biophys*, 476, 161-170.
- Franke, A. A., Custer, L. J. & Hundahl, S. A. (2004) Determinants for urinary and plasma isoflavones in humans after soy intake. *Nutr Cancer*, 50 (2), 141-154.
- Franke, A. A., Halm, B. M., Custer, L. J., Tatsumura, Y. & Hebshi, S. (2006a) Isoflavones in breastfed infants after mothers consume soy. *Am J Clin Nutr*, 84, 406-13.
- Franke, A. A., Halm, B. M., Custer, L. J., Tatsumura, Y. & Hebshi, S. (2006b) Isoflavones in breastfed infants after mothers consume soy. *Am J Clin Nutr*, 84, 406-13.
- Halm, B., Ashburn, L. & Franke, A. (2007) Isoflavones from soya foods are more bioavailable in children than adults. *Br J Nutr*, 98, 998-1005.
- Maskarinec, G., Morimoto, Y., Novotny, R., Nordt, F. J., Stanczyk, F. Z. & Franke, A. A. (2005) Urinary sex steroid

- excretion levels during a soy intervention among young girls: a pilot study. *Nutr Cancer*, 52, 22-8.
- Shu, X. O., Jin, F., Dai, Q., Wen, W., Potter, J. D., Kushi, L. H., Ruan, Z., Gao, Y. T. & Zheng, W. (2001 May) Soyfood intake during adolescence and subsequent risk of breast cancer among Chinese women. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, 10, 483-8.
- Thanos, J., Cotterchio, M., Boucher, B. A., Kreiger, N. & Thompson, L. U. (2006) Adolescent dietary phytoestrogen intake and breast cancer risk (Canada). *Cancer Causes Control*, 17, 1253-61.
- Wu, A. H., Wan, P., Hankin, J., Tseng, C. C., Yu, M. C. & Pike, M. C. (2002 Sep) Adolescent and adult soy intake and risk of breast cancer in Asian- Americans. *Carcinogenesis*, 23, 1491-6.
- Wu, A. H., Yu, M. C., Tseng, C. C. & Pike, M. C. (2008) Epidemiology of soy exposures and breast cancer risk. *Br J Cancer*, 98, 9-14.
- Yan, L. & Spitznagel, E. L. (2005 Jun 8) Meta-analysis of soy food and risk of prostate cancer in men. *Int J Cancer*, 20, 667-669.

# Receptor activity of isoflavones and their health relevance

Evelyne Reiter, Monika Mueller, Angelika Pfitscher, Svjatlana Medjakovic and Alois Jungbauer,

**Abstract - Phytoestrogens and related polyphenols are omnipresent in vegetarian food and food supplements mainly derived from red clover and soy extracts. They have been associated with beneficial health effects. Several epidemiological studies demonstrate these effects. The endocrinological activities of phytoestrogens and related polyphenols will be reviewed. Receptor binding activities and *in vivo* and *in vitro* data will be compared. Phytoestrogens are also commonly used to ameliorate menopausal complains.**

## INTRODUCTION

Isoflavones represent the most important group of phytoestrogens and are found mainly in plants belonging to the Leguminosae family. They are classified as phytoestrogens because of their affinity to the estrogen receptors.

Soy is the most important dietary source of isoflavones and it is also a widely-used staple food in many Asian countries. Red clover, however, is often used as a food supplement. Soy and red clover have different isoflavones profiles: While daidzein and genistein are mainly found in soy, biochanin A and formononetin are the predominant isoflavones in red clover. Biochanin A and formononetin are transformed by metabolic processes in the liver to their demethylated metabolites daidzein and genistein, respectively.

Interest in these phytochemicals has grown during the last 10 years and lots of studies have been conducted to elucidate the effects of phytoestrogens on human health.

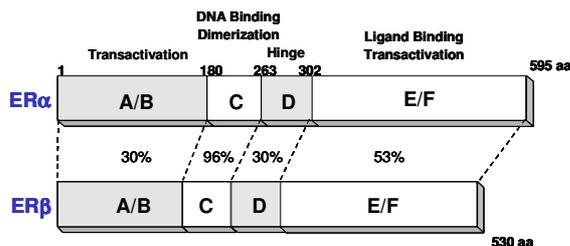


Figure 1. The architecture of estrogen receptor  $\alpha$  and  $\beta$ .

It is an important fact that isoflavones act also through their metabolites and that the extent of metabolisation shows great interindividual variability: Upon ingestion isoflavones undergo a variety of metabolic transformations. Isoflavones occur mainly as sugar conjugates. Initial hydrolysis of the sugar residue by intestinal  $\beta$ -glucosidases is required for uptake. The liver plays a central role in isoflavone metabolism. After uptake from the digestive tract isoflavones and their bacterial metabolites get via portal vein into the liver where phase I and phase II metabolism takes place. From the liver metabolites get into systemic circulation and are finally eliminated by kidney and bile. Regarding the fact that isoflavones upon ingestion undergo various transformations,

it is clear that the substance which reaches the hormone receptor and its activity are probably not the same as before ingestion.

Lots of studies have already been conducted to elucidate the metabolism of isoflavones, predominantly that of daidzein and genistein.

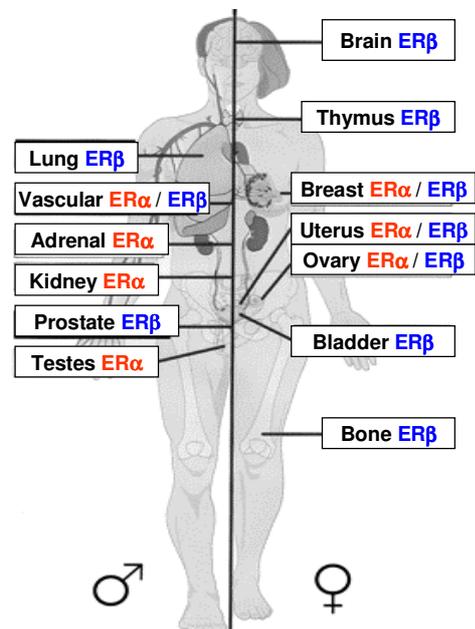


Figure 2 Tissue distribution of  $ER\alpha$  and  $ER\beta$ .

Isoflavones bind and transactivate the estrogen receptors. 1968 Jensen discovered the estrogen receptor  $\alpha$  ( $ER\alpha$ ), at that time reported as cytosolic estrogen binding protein.  $ER\alpha$  is considered as a ligand dependent transcription factor.  $ER\alpha$  and  $\beta$  belong to the so-called steroid thyroid receptor superfamily. Common to all these receptors belonging to this superfamily is the architecture of the receptor, with the five different domains, although varying in length and sequence (Figure 1).

1996 Kuiper et al. discovered the second estrogen receptor, the estrogen receptor  $\beta$  ( $ER\beta$ ). This receptor has a similar architecture as  $ER\alpha$  (Figure 1), but is expressed in different tissues and cells as shown in Figure 2.

Actions of isoflavones and their metabolites are predominantly mediated by the estrogen receptors  $ER\alpha$  and  $ER\beta$ , which differ in tissue distribution. While  $ER\alpha$  is mainly found in the adrenals, the kidney and the testes, typical  $ER\beta$ -rich tissues are the brain, the thymus, the prostate, the bladder, the bone, the lungs and the vasculature. In the breast, the ovaries and the uterus both ERs are found.

The estrogenicity of polyphenols has been explained by the similarity between these compounds and the natural steroid hormone 17 $\beta$ -estradiol (Figure 3) These classes of compounds have a similar structure and fit in the binding pocket of the ligand binding domain of both receptors; ER $\alpha$  and ER $\beta$ .

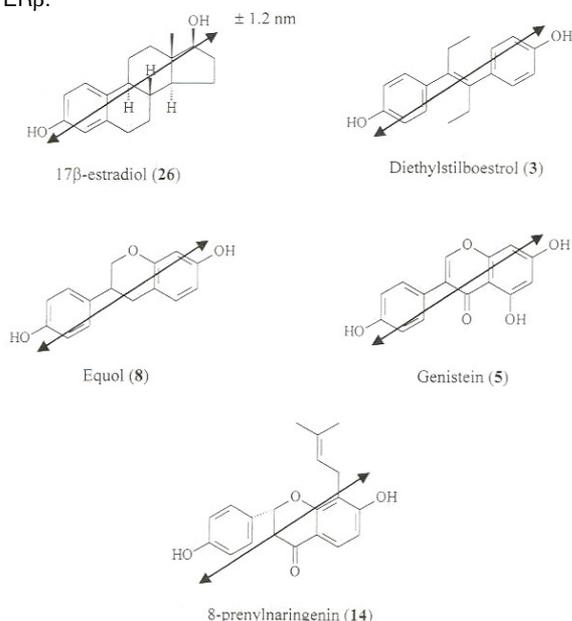


Figure 3 Structural requirements for ER-binding according to Cos et al. 2003

Isoflavones are also ligands of the PPAR's. The three isoforms PPAR  $\alpha$ ,  $\beta$  (or  $\delta$ ) and  $\gamma$  of this receptor family are all ligand-activated transcription factors and bind to peroxisome proliferator response elements (PPREs). As well as the AhR, those receptors have great impact on several crucial physiological pathways via the regulation of several target genes. The functions of the gene products are especially important for the carbohydrate and lipid metabolism as well as in inflammation processes.

While there are various data on the identification of new isoflavone metabolites, only little information on the binding and transactivation properties of isoflavone metabolites at the estrogen receptors (ERs), the androgen receptor (AR) and the progestin receptor (PR) is currently available.

It has been also proposed that ER $\alpha$  and ER $\beta$  may form heterodimers. How relevant the heterodimer formation is remains an open question. Interesting is that ER $\alpha$  and the arylhydrocarbon receptor (AhR) may form a heterodimer. This has been described for the response elements controlling the alkaline phosphatase. If this heterodimer formation is physiologically highly relevant remains open. A compound without affinity to ER may exert anti-estrogenic action through the AhR (Medjakovic and Jungbauer, 2008).

The aim of our study was to investigate and compare the in-vitro binding and transactivation properties of isoflavones and their metabolites at ER $\alpha$ , ER $\beta$ , AR PR and PPAR- $\gamma$  by radioligand binding assays and yeast transactivation assays. Some isoflavone metabolites are already investigated to a certain extent; therefore we focused on metabolites which are poorly or not assessed yet.

#### MATERIAL AND METHODS

The transactivation assay in yeast with  $\beta$ -galactosidase as a reporter is an already established method which was modified in our lab in order to facilitate the procedure (Beck et al 2005). The conventional transactivation assay uses  $\beta$ -

galactosidase as a reporter, while in the modified procedure the reporter  $\beta$ -galactosidase is replaced by GFP. All transactivation assays were performed in *Saccharomyces cerevisiae*. For the PR transactivation assay we used the protease deficient yeast strain BJ3505. For the ER and AR-transactivation assays the yeast strain 188R1, which is a hyperpermeable derivative of RS188, was used. Competitive radioligand binding assays for ER $\alpha$ , ER $\beta$ , AR and PR were performed according to Freyberger et al (2007). While ER- and PR-assays use the full recombinant human estrogen receptors, the AR-assay uses a rat recombinant fusion protein containing the hinge and ligand binding domain of the AR.

#### RESULTS

The daidzein metabolite equol and hydroxylated metabolite of genistein 3'-OH-genistein had the highest affinities to ER $\alpha$  after 17 $\beta$ -estradiol, but their potencies were about a factor of 1,6 x 10<sup>3</sup> lower than the potency of 17 $\beta$ -estradiol. The potencies of biochanin A, formononetin and O-DMA were nearly in the same concentration range. The ranking order of obtained potencies was 17 $\beta$ -estradiol > equol = genistein > 3'-hydroxygenistein > daidzein > dihydrogenistein > O-desmethylangolensin = dihydrodaidzein > formononetin > biochanin A > 6-hydroxydesmethylangolensin = 6-hydroxydaidzein = angolensin > dihydroformononetin > dihydroformononetin.

The affinity of isoflavones and their metabolites to ER $\beta$  was, as expected, in most cases higher than to ER $\alpha$ .

Equol and genistein had again the highest affinity to ER $\beta$  after 17 $\beta$ -estradiol. Their potencies were only about a factor 24,5 lower than that of 17 $\beta$ -estradiol. The ranking order of potencies was 17 $\beta$ estradiol > equol = genistein > 3'-hydroxygenistein = daidzein > dihydrogenistein > dihydrodaidzein > biochanin A = 6-hydroxydaidzein > O-desmethylangolensin > formononetin > dihydrobiochanin A = angolensin = 6-hydroxydesmethylangolensin > dihydroformononetin.

Compounds showed weak binding affinity to AR and PR. IC<sub>50</sub> values were about a factor of 10<sup>3</sup> to 10<sup>5</sup> lower than the IC<sub>50</sub> of dihydrotestosterone and progesterone, respectively. For most compounds it was not possible to fit a logistic dose response curve.

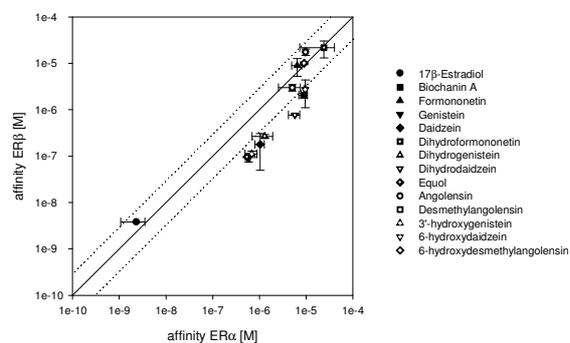


Figure 4. Comparison of binding affinity to ER $\alpha$  and ER $\beta$ . Affinities obtained in the ER $\alpha$ -LBA are plotted on the x-axis and affinities obtained in the ER $\beta$ -LBA are plotted on the y-axis (Data from Pfitscher et al 2008).

The red clover extracts and the compounds genistein and biochanin A are potent PPAR $\gamma$  ligands and activators (Table1). Several metabolites exerted higher binding affinities or transactivational activities than their precursor molecules. 6-Hydroxydaidzein exerted a more than 100-fold higher

binding affinity than its precursor daidzein. The maximal transactivational activity of 6-hydroxydaidzein and 3'-hydroxygenistein exceeded even that of rosiglitazone, a known PPAR $\gamma$  agonist. Equol and O-desmethylangolensin (ODMA) showed an approximately five-time higher binding affinity and, in the case of ODMA, a four-time higher PPAR $\gamma$  agonistic activity than the precursor.

**Table 1.** EC<sub>50</sub> values and maximal activity (expressed as percentage of maximal induction by rosiglitazone) of isoflavones and metabolites of red clover, determined by PPAR $\gamma$  transactivation assay (Muller and Jungbauer 2008).

Substance	EC <sub>50</sub> value [ $\mu$ M]	Maximal activity [%]
Rosiglitazone	0.211 $\pm$ 0.05	100.0
Biochanin A	39.5 $\pm$ 6.4	31.5
Genistein	18.7 $\pm$ 3.2	24.4
Daidzein	77.0 $\pm$ 15.1	22.8
Formononetin	> 333	-
Equol	93.5 $\pm$ 65.7	15.6
ODMA	20.8 $\pm$ 1.9	23.9
6-Hydroxydaidzein	48.6 $\pm$ 2.1	117.6
3'-Hydroxygenistein	not determinable	> 137.4
6'-Hydroxy-ODMA	27.3 $\pm$ 7.6	21.2
Dihydrogenistein	78.4 $\pm$ 13.3	21.3
Dihydrodaidzein	> 1000	20.9

The daily dose of Menoflavor forte, a widely used red clover extract for treatment of menopausal disorders, provides theoretically 12.5%-25% of the daily recommended dose of rosiglitazone. Considering the more active metabolites formed activity must be higher in vivo.

#### DISCUSSION AND CONCLUSION

In conclusion it seems that metabolites produced by reduction and demethylation maintain or increase partial agonistic properties, while the hydroxylation of isoflavones, such as genistein and daidzein, leads to antagonistic properties. This has definitely an impact on receptor activities and beneficial health effects: Since reduction and demethylation processes are catalyzed by the gut microflora the general nutritional status may drive the metabolism to reduced and demethylated metabolites and thus to partial agonistic or antagonistic actions on estrogen receptors.

Currently we do not know if and to what extent these metabolites are formed in humans after consumption of isoflavone-rich foods. Also the impact of the general nutritional status on formation of partial agonists or antagonists is still unclear. It remains to elucidate if certain metabolites appear as "co-metabolites" or if they act as cooperating ligands resulting in an additive effect on the estrogen receptors.

However, our results have to be interpreted in light of bioavailability data and general nutritional status to confirm our assumptions and to get deeper insight in the possible beneficial health effects by these, rather unknown, metabolites.

In vitro data, in vivo experiments, controlled clinical trials and dietary intervention studies clearly indicate that polyphenol-rich diet has a beneficial effect. We have only considered the phytoestrogens and here mainly the class of isoflavones. Other classes of polyphenols the catechins, condensed tannins, lignans and flavonoids also exert a positive effect. Not all of these compounds bind to ER  $\alpha$  and

ER  $\beta$ , but exhibit nevertheless a variety of other beneficial effects including binding to AhR, binding to PPAR- $\gamma$ , up or down regulation of certain genes involved in the cell cycle, prevention of cardiovascular diseases via eNOS activation and vasodilation, anticarcinogenic, antioxidant and anti-inflammatory properties as well as positive impact on hormone metabolite pathways and on lipoprotein levels.

Characteristics of the metabolic syndrome are dyslipidemia, obesity, hyperglycaemia and high blood pressure. This medical dysfunction leads to an exceptionally increased risk for diabetes type 2 (diabetes mellitus type 2), cardiovascular diseases and arteroclerosis and ranks among others as leading disease of civilization. Because of their physiological roles, the PPARs are suitable as targets for the treatment and therapy of the metabolic syndrome and consequential diseases.

Taking into consideration the high concentration of isoflavones in red clover, Prof. Metka's statement that red clover is a "turbo soy", becomes much clearer.

#### ACKNOWLEDGEMENT

We thank the Christian Doppler Society and melbrosin international for supporting this research.

#### REFERENCES

- Beck, V., Pfitscher, A. & Jungbauer, A. (2005) GFP-reporter for a high throughput assay to monitor estrogenic compounds. *J Biochem Biophys Methods* 64, 19-37.
- Cos P; De Bruyne T; Apers S; Vanden Berghe D; Pieters L; Vlietinck AJ. (2003) Phytoestrogens: Recent developments. *Planta Medica*, , 69, 589-599.
- A. Freyberger and H. J. Ahr, (2004) Development and standardization of a simple binding assay for the detection of compounds with affinity for the androgen receptor, *Toxicology* 195 (2-3) 113-126.
- Jensen EV; Suzuki T; Kawashima T; Stumpf WE; Jungblut PW; DeSombre ER. (1968) A two-step mechanism for the interaction of estradiol with rat uterus. *Proc Natl Acad Sci U S A*, , 59, 632-638.
- Kuiper GGJM, Carlsson B, Grandien K, Enmark E, Haggblad J, Nilsson S, Gustafsson J-A (1997). Comparison of the Ligand Binding Specificity and Transcript Tissue Distribution of Estrogen Receptors  $\alpha$  and  $\beta$ . *Endocrinology*;138:863-70.
- Medjakovic, S. & Jungbauer. A. (2008) Red clover isoflavones biochanin A and formononetin are potent ligands of the human aryl hydrocarbon receptor. *J Steroid Biochem Mol Biol* 108, 171-177
- Mueller, M. & Jungbauer, A. (2008) Red clover extract: a putative source for simultaneous treatment of menopausal disorders and the metabolic syndrome. *Menopause* 15, 1120-1131.
- Pfitscher, A., Reiter, E. & Jungbauer, A. (2008) Receptor binding and transactivation activities of red clover isoflavones and their metabolites. *J Steroid Biochem Mol Biol* 112, 87-94

# Soja in der alterspräventiven Medizin

Markus M. Metka

*"Gutes ist am besten gleich getan."*

*japanisches Sprichwort*

In Sachen Lebenserwartung sind die Japaner eindeutig Weltmeister: Trotz harter Arbeit und Erfolgsdruck werden sie im Schnitt 82,4 Jahre alt, und was noch wichtiger erscheint: Sie erfreuen sich im Alter einer bemerkenswert guten Gesundheit. Österreicher haben bei einer Lebenserwartung von 79,9 Jahren auch keine schlechte Perspektive, die Japaner übertreffen uns aber um einiges. Noch länger leben übrigens die Bewohner Okinawas. Frauen erreichen auf dieser Inselgruppe - die als ärmster Präfektur Japans gilt - das nahezu biblische Alter von 86,6 Jahren. Nirgendwo sonst gibt es so viele 100-Jährige - 44 solcher Greise kommen auf 100.000 Einwohner und nirgendwo sonst erkranken weniger Menschen an Malignomen, und auch die Rate an Herz-Kreislauf-Erkrankungen gehört zu den niedrigsten der Welt.

## ANTI-AGING AUF JAPANISCH

Überflüssig zu erwähnen, dass die Wissenschaft sich des Phänomens bereits angenommen hat - ist doch die Suche nach dem Jungbrunnen fast so alt wie die Menschheit selbst. Als eindeutiger Anti-Aging-Faktor wurde die Ernährung identifiziert. Neben der mediterranen ist die japanische die wohl wirksamste Anti-Aging-Diät der Welt. Die japanische Ernährung basiert auf den drei Säulen Soja, Grüntee (Matcha) und Fisch. Das Fleisch vierbeiniger Tiere wird aus religiösen Gründen weitgehend gemieden. Im Vergleich zur westlichen Welt essen Japaner sehr viel weniger Kohlenhydrate, tierische Fette und Salz.

Die japanische Ernährung ist nach wie vor neben ihrem hohen Gehalt an Omega-3-Fettsäuren bei weitem kohlenhydratärmer als unsere westliche und wirkt oxidativem Stress und der "Silent Inflammation", den beiden Hauptfaktoren ungesunden Alterns, entgegen. Oxidativer Stress wird durch Konsum von Alkohol, Nikotin, Süßigkeiten, Fleisch- und Wurstwaren ausgelöst, während die "Silent Inflammation" eine ständig schwelende asymptotische Entzündung darstellt. Vor allem letztere wird heute in den USA als wesentliche Ursache für Zivilisationskrankheiten wie Atherosklerose, Herzinfarkt, Schlaganfall, Osteoporose, Alzheimer oder Depression diskutiert. Gemessen werden kann sie an erhöhtem IL6.

## SOJA ALS JUNGBRUNNEN?

Besonders wirksam hat sich dagegen Soja erwiesen. Bereits nach vier Wochen Ernährungsumstellung auf Soja sinkt IL6 dramatisch - und damit auch das Risiko auf Zivilisationskrankheiten und Siechtum im Alter. Soja besitzt viele gesundheitsfördernde Wirkungen: Neben Interaktionen mit Steroidrezeptoren (Östrogen, Androgen, Progesteron),

inhibiert es Enzyme, beeinflusst den Vitamin-D Metabolismus, wirkt als Radikalfänger und ist daneben eine hochqualifizierte antiinflammatorische Substanz. Verantwortlich werden dafür die sekundären Pflanzeninhaltsstoffe der Sojabohne - alle voran die Isoflavone, auch "Phytoöstrogene" genannt - gemacht. Sie haben u.a. die Aufgabe, die Pflanze vor freien Radikalen zu schützen. Auch die Japaner selbst sind dem Phänomen Soja auf der Spur - eigene Institute und Universitäten befassen sich mit dieser Pflanze.

Präventiv schützt Soja vor Brust- und Prostatakrebs - so ist in asiatischen Ländern die Sterblichkeitsrate für Brustkrebs um ein 10-faches niedriger als in den USA, für Prostatakrebs sogar um ein 30-faches. Die beiden Wissenschaftler Richard Peto und Richard Doll von der Universität Oxford haben bereits 1981 herausgefunden, dass 35% aller Karzinome durch falsche Ernährung bedingt sind. Vor allem dem in Soja enthaltenen Isoflavon Genistein werden protektive Eigenschaften zugeschrieben. Genistein verhindert das Tumorwachstum, indem es bei erhöhtem Östrogenspiegel durch eine Kreuzreaktion die Östrogenwirkung reduziert. Isoflavone haben im Übrigen auch Einfluss auf bereits aufgetretene Tumore.

## FDA: SOJA SCHÜTZT VOR HERZERKRANKUNGEN

Darüber hinaus entspricht die blutdrucksenkende Wirkung von Isoflavonen der von Östrogenen. Die amerikanische Gesundheitsbehörde FDA ist deshalb dazu übergegangen, Soja zur Prophylaxe von Herzerkrankungen zuzulassen. Auch die American Heart Association bestätigt die diesbezügliche vorbeugende Wirkung von Isoflavonen.

Auch die Hautalterung kann durch Soja erheblich verzögert werden. Die Isoflavone dringen, im Gegensatz zu herkömmlichen Kosmetikprodukten, auch in tiefere Hautschichten vor und führen dort neben einer vermehrten Einlagerung von Flüssigkeit zur Neubildung von verjüngenden Zellen und der wichtigen Kollagene.

Daneben vermag Soja Wechselbeschwerden zu lindern, hat einen positiven Einfluss auf die Knochendichte und stellt eine eiweißreiche Alternative für Menschen mit Laktoseintoleranz dar.

## RAUBBAU MUSS NICHT SEIN

Trotz aller seiner medizinisch unbestrittenen Vorteile ist Soja in den letzten Jahren in Verruf geraten. Regelmäßig werden wir damit konfrontiert, dass in Amerika und Asien gentechnisch veränderte Pflanzen das gesamte Ökosystem gefährden, Pestizide Böden in Sondermüll verwandeln und tropischer Regenwald Soja-Monokulturen weichen muss. Da kann einem der Appetit auf die Anti-Aging-Bohne schon einmal vergehen...

## SOJA AUS ÖSTERREICH

Dabei sind wir auf dieses - ökologisch bedenkliche - Soja eigentlich gar nicht angewiesen. Österreich hat selbst eine lange und erfolgreiche Soja-Geschichte, von der nur die wenigsten wissen.

Der österreichische Agrarwissenschaftler Prof. Friedrich Haberlandt erkannte auf der Weltausstellung 1873 in Wien als erster Wissenschaftler den Wert der Sojabohne für die europäische Landwirtschaft. Er organisierte Anbauversuche und publizierte ein Buch über die Sojabohne. Mittlerweile wird in Österreich auf insgesamt etwa 25.000 ha erfolgreich Soja angebaut und geerntet - knapp die Hälfte davon übrigens in Oberösterreich. Und das garantiert gentechnikfrei und ohne gesundheitsgefährdende Pestizide.

## MEHR ALS NUR TOFU

Soja ist im übrigen nicht nur gesund, sondern auch vielseitig und schmackhaft. Soja ist nicht nur Tofu oder die Sauce zum Sushi. Insider verzehren es als Tempeh (Kuchen), Sufu (käseähnlich), Natto (wie klebriger, scharfer Käse), Miso (für die Suppe), Seiden-Tofu (wie Pudding), "Stinkender Tofu" (fermentierter Tofu) etc. Bei uns besser bekannt sind Soja-drinks und Desserts, an die man sich schnell gewöhnen kann.

# Soy protein consumption and cardio-renal indices in type 2 diabetic patients: Short-term and long-term results

Leila Azadbakht

## BACKGROUND:

Several short-term trials on the effect of soy consumption on cardiovascular risks are available, but little evidence exists regarding the impact of long-term soy protein consumption among type 2 diabetic patients with nephropathy. Chronic inflammatory processes are thought to play a key role in the development of micro- and macrovascular complications of type 2 diabetes mellitus. In addition to inflammation, some investigators have accused dyslipidemia as being an influencing factor for renal impairment in diabetic patients. Dietary intervention has been considered challenging in the treatment of renal disease. A usual prescribed diet for nephropathy contains 0.8 g protein/kg body weight with 70% of total dietary protein as animal protein. Such a diet might adversely affect blood cholesterol and atherosclerosis. It seems that not only the quantity but also the type of protein has important implications in renal disease. Several studies have shown that substitution of soy protein for animal protein may have beneficial effects on lipid profiles, circulating levels of inflammatory biomarkers and renal-function indices. However, most data available in this regard comes from short-term clinical trials and no study has assessed the consumption of soy protein as a stable component of the diet for a long time. Furthermore, it is not completely understood that after awhile how the body responds to soy consumption

## OBJECTIVES

To determine the effects of long-term soy consumption on cardiovascular risks, C-reactive protein and kidney-function indices among type 2 diabetic patients with nephropathy.

## DESIGN

This longitudinal randomized clinical trial was conducted among 41 type 2 diabetic patients with nephropathy (18 men and 23 women). Twenty patients in soy protein group consumed a diet containing 0.8 g protein/kg body weight (35% animal proteins, 35% textured soy protein, and 30% vegetable proteins) and 21 patients in control group consumed a similar diet containing 70% animal proteins and 30% vegetable proteins for 4-years.

## RESULTS

Soy protein consumption significantly affected cardiovascular risks like fasting blood glucose ( $P_{\text{time}}=0.03$ ,  $P_{\text{group}}=0.01$ ,  $P_{\text{time*group}}=0.02$ ), total cholesterol ( $P_{\text{time}}=0.01$ ,  $P_{\text{group}}=0.01$ ,  $P_{\text{time*group}}=0.01$ ), LDL-C ( $P_{\text{time}}=0.01$ ,  $P_{\text{group}}=0.01$ ,  $P_{\text{time*group}}=0.09$ ), and triglyceride concentrations ( $P_{\text{time}}=0.01$ ,  $P_{\text{group}}=0.01$ ,  $P_{\text{time*group}}=0.14$ ).

C-reactive protein decreased significantly by soy protein intake ( $P_{\text{time}}=0.01$ ,  $P_{\text{group}}=0.01$ ,  $P_{\text{time*group}}=0.01$ ). We also observed an improvement in proteinuria ( $P_{\text{time}}=0.01$ ,  $P_{\text{group}}=0.01$ ,  $P_{\text{time*group}}=0.1$ ), urinary urea nitrogen ( $P_{\text{time}}=0.04$ ,  $P_{\text{group}}=0.02$ ,  $P_{\text{time*group}}=0.08$ ), urinary creatinine ( $P_{\text{time}}=0.01$ ,  $P_{\text{group}}=0.01$ ,  $P_{\text{time*group}}=0.01$ ) in soy protein group as compared to the control group.

## CONCLUSIONS

Longitudinal soy protein consumption significantly affected cardiovascular risk factors and kidney-related biomarkers among type 2 diabetic patients with nephropathy.

# Effect of Soy-protein substituted diet in patients with genetic forms of hyperlipoproteinemias

Kurt Widhalm

## BACKGROUND

Diet is generally accepted as a mainstay in the treatment of polygenic (PH) and familial hypercholesterolemia (FH) in order to prevent or delay premature cardiovascular events. Data regarding long term additional benefits of soy protein to a standard fat-reduced and –modified (phase I) diet in children and adolescents with PH and FH are sparse.

lowering serum TC, LDL and ApoB. It seems to be a feasible long term dietary life style intervention and may grant additive benefit in the prevention of early vascular disease.

## OBJECTIVES

The current study therefore assessed the long term effect (3 months, n=20 and 13 months, n=10) of substituting soy protein for animal protein in these patients on plasma lipids and lipoproteins.

## PATIENTS AND METHODS

23 children and adolescents [(12m, 11f), 8 with FH (4m, 4f), 15 with PH (8m, 7f)], Ø 9.1±4.3 years (range 4-18 a, Ø BMI 16.7±2.6 kg·m<sup>-2</sup>) were initially assigned to a standard phase 1-diet (PD) for 3 months, where after they were instructed to include soy protein (0.25-0.5 g·kg<sup>-1</sup> bodyweight) into their diet for 3 months (SD). 20 Patients completed SD. Patients were seen by a pediatrician and a dietitian on a monthly basis, blood samples being drawn before and after PD and SD. Assessment of adherence to diet and estimation of nutrient intake were achieved by evaluation of repeated 1-week-dietary records, saturated fatty acid (SFA) intake being 45 vs 36.8 vs. 30.7 % (p<0.0001), monounsaturated fatty acids (MUFA) 36 vs. 37.4 vs. 35.5% (n.s.), polyunsaturated fatty acids (PUFA) 19 vs. 25.7 vs. 33.8% (p<0.001) of total fat intake, respectively.

## RESULTS

Overall, phase 1 diet resulted in a significant reduction of serum concentrations of TC, LDL-C, and apo lipoprotein B by 13, 12, and 10%, respectively, serum concentrations of HDL-C, TG, apolipoprotein A, and lipoprotein(a) not yielding statistical difference. Dietary intake of soy protein during phase 2 resulted in a significant decrease of serum concentrations of TC, LDL-C, and apolipoprotein B by 7, 9, and 15%, respectively. After 13 months a reduction of total cholesterol of 10.2% (p<0.05) and LDL-C 16.8% (p<0.01). Serum concentrations of TG, HDL-C, apolipoprotein A, and lipoprotein(a) did not change significantly. However, in 4 of the 20 patients completing SD no benefit of soy diet could be achieved (“non-responder”), 16 presenting with reductions in TC and/or LDL-C (“responder”).

## CONCLUSIONS

Substitution of soy protein for animal protein in a low fat, fat modified diet is of additional benefit in many, but not all children and adolescents with FH and PH when aiming at

# Male sterility facilitated recurrent selection with special reference to Soybean and Sesame

M. İlhan CAGIRGAN\*, M. Onur OZBAS, R. Soner SILME, Sen INAL

Dept. of Field Crops, Fac. of Agriculture, Akdeniz University, Antalya, Turkey

\* email: cagirgan@akdeniz.edu.tr

Although recurrent selection has been effectively applied to cross-pollinated crops to develop populations for economic characters, the use of this technique in self-pollinated crops has been limited due to the difficulty in performing large numbers of crosses required for each recurrent selection cycle. Nevertheless the use of genetic male sterility in self-pollinated crops helps to overcome the limitation on the numbers of crosses that can be produced by eliminating the necessity of emasculation. The recurrent selection systems using the male sterility factor to eliminate tremendous hand emasculations are referred to as "Male Sterile Facilitated Recurrent Selection" (MSFRS). This novel approach has been successfully employed in barley, sorghum, soybeans, and in wheat. The genes causing male sterility for use on this way are available or can be easily induced by any mutagen treatment in most self-pollinated crops. Male sterile plants of cereals generally set more seed from crossing than that of emasculated plants because there is no damage to the stigma during anther removal. It is also possible to cross manually onto numerous tillers of a single male sterile plant as they tend to tiller more profusely than self-fertile plants. High percentage of hybrid seeds was obtained using as many as 15 tillers of a single male sterile plant of Quantum variety of barley. With the help of wind, seed-set on male sterile plants of barley through natural out-crossing is reasonably high in comparison to soybean which requires a vector for out-pollination. The MSFRS method has been used in soybean to modify traits such as grain yield, seed-protein content, seed-oil content, tolerance to iron-deficiency chlorosis, and seed size. In addition, because the seed oil concentration is controlled by multiple genes with additive inheritance, Brim and Burton developed a recurrent selection procedure for the rapid increase in oil content using a population segregating for a male-sterile gene, [ms.sub.1]. Recurrent selection is rapid in terms of cycles per year. For establishing an efficient soybean program, one of the fundamental requirements for out-crossed seed production is the availability of the efficient transfer of pollen from the male parent to the female parent. In soybean, pollen transfer could potentially be achieved through pollinator insects. Bees halictidae, anthophoridae, andrenidae, and megachilidae have been utilized as the pollinator vectors. However it should be kept in mind that preferential attraction of pollinators may occur and, thus a bias in random mating may arise. The experience with seed set on male sterile plants of soybean through vectors should be useful for other crops of which pollen transfer requires a vector as we plan to use it for sesame to modify pleiotropic spectrum of the closed capsule mutants suitable to mechanized harvest.