

Schöggel K, Widhalm K

Soja: Den "inneren Werten" auf der Spur

Journal für Ernährungsmedizin 2011; 13 (1), 35-39

Homepage:

www.aerzteverlagshaus.at

**Online-Datenbank mit
Autoren- und Stichwortsuche**

MIT NACHRICHTEN DER



For personal use only.

Not to be reproduced without permission of Verlagshaus der Ärzte GmbH.

Erschaffen Sie sich Ihre ertragreiche grüne Oase in Ihrem Zuhause oder in Ihrer Praxis

Mehr als nur eine Dekoration:

- Sie wollen das Besondere?
- Sie möchten Ihre eigenen Salate, Kräuter und auch Ihr Gemüse ernten?
- Frisch, reif, ungespritzt und voller Geschmack?
- Ohne Vorkenntnisse und ganz ohne grünen Daumen?

Dann sind Sie hier richtig





SOJA:

DEN „INNEREN WERTEN“

AUF DER SPUR

In den fernöstlichen Ländern gilt Soja (chinesisch „Shu“ oder „Tatou“ – „großartige Bohne“) seit mehr als 3000 Jahren als unverzichtbarer Bestandteil der täglichen Ernährung. Während die Sojabohne in der traditionellen asiatischen Kost bereits seit Jahrtausenden hoch geschätzt wird, traten ihre nutritiven und sekundären Inhaltsstoffe und die damit verbundenen gesundheitsrelevanten Wirkungen erst Mitte des 20. Jh. in den Blickpunkt der modernen Wissenschaft (1).

Katrin Schöggel, Kurt Widhalm*

NÄHRSTOFFZUSAMMENSETZUNG

Verglichen mit anderen Ölsaaten bzw. Leguminosen weist die Sojabohne (*Glycine max* (L.) Merr.) neben einem einzigartigen Aminosäuremuster auch einen beträchtlichen Gehalt an Phytoöstrogenen auf. Weiters zeichnet sie sich durch ihren hohen Anteil an Ballaststoffen und mehrfach ungesättigten Fettsäuren, der Linolsäure (Omega-6-Fettsäure) und α -Linolensäure (Omega-3-Fettsäure), aus (Abb.1). Die Verteilung der Inhaltsstoffe kann jedoch je

nach Sojabohnenvarietät, Verarbeitungs- und Anbaubedingungen Schwankungen unterliegen, wodurch eine allgemein gültige Aussage zum Nährstoffgehalt nicht möglich ist (2).

PROTEINQUALITÄT

Die Sojabohne besitzt ein optimales Aminosäurenverhältnis und ist demnach in ihrer Proteinqualität vergleichbar mit jener von Fleisch- und Milchprotein (Tab.1). Im Gegensatz zu anderen Pflanzenproteinen sind neben allen acht für den Menschen essentiellen Aminosäuren (Valin, Methionin, Leucin, Isoleucin, Lysin, Threonin, Phenylalanin und Tryptophan) auch die bedingt essentiellen Aminosäuren (Histi-

din, Arginin) in der Proteinfraction der Sojabohne enthalten. Während die meisten Hülsenfrüchte arm an den schwefelhaltigen Aminosäuren Methionin und Cystein sind (3), ist der Gehalt an allen Aminosäuren physiologisch weitaus gedeckt.

Die biologische Wertigkeit von Soja variiert je nach Verarbeitungsgrad der Sojabohne zwischen 64 (Tofu) und 96 (Sojabohne). Demnach können durch den Verzehr von 100 g Sojaprotein aus Tofu 64 g in körpereigenes Eiweiß auf- bzw. umgebaut werden. Allerdings berücksichtigt die biologische Wertigkeit im Gegensatz zum „Protein digestibility corrected amino acid score“ (PDCAAS) nicht die Proteinverdaulichkeit und die Verteilung der essentiellen Aminosäuren im Sojaprotein. Der mittlerwei-

SOJA...

- enthält alle lebensnotwendigen (essentiellen) Aminosäuren, die der Körper zum Eiweißaufbau benötigt,
- besitzt eine ähnliche Proteinqualität wie Fleisch und Milch,
- trägt zu einer cholesterinbewussten und herzgesunden Ernährung bei,
- ist reich an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren)
- und frei von Cholesterin,
- wirkt durch seinen hohen Anteil an Ballaststoffen verdauungsfördernd und verstärkt das Sättigungsgefühl,
- wirkt aufgrund seiner sekundären Inhaltsstoffe (Isoflavone) und deren Stoffwechselprodukte entzündungsfördernd, cholesterinsenkend, antikanzerogen und „hormonmodulierend“.

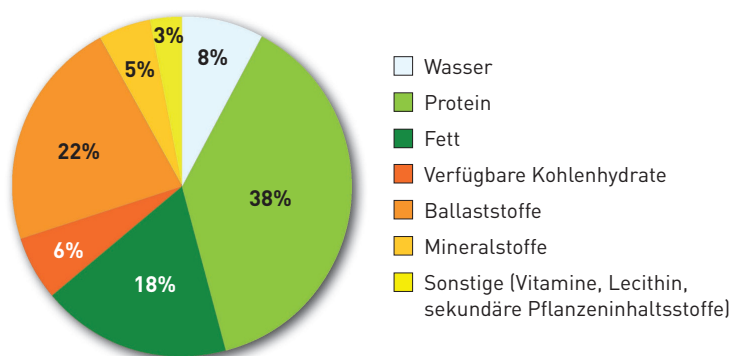


Abbildung 1: Nährstoffverteilung der Sojabohne (2). Prozentsätze berechnet per 100g Trockenmasse.

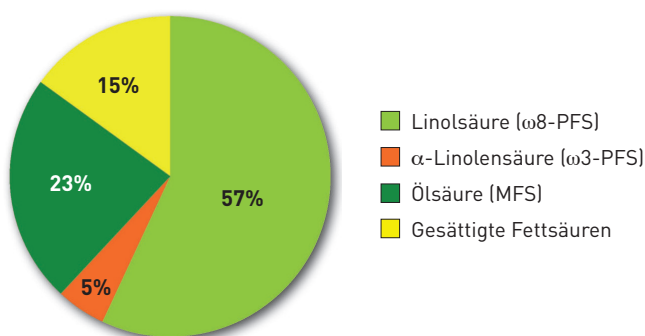


Abbildung 2: Fettsäureverteilung der Sojabohne, Abk.: PFS Polyenfettsäure; MFS Monoenfettsäure (1).

le als „Gold-Standard“ zur Ermittlung der Proteinqualität angesehene PDCAAS liegt bei Sojanahrungsmitteln durchschnittlich bei 0,9. Dieser PDCAAS ist gleichzusetzen mit jenem von Milch- und Fleischprodukten und kann je nach Verarbeitungsgrad der Sojabohne und der daraus resultierenden Verdaulichkeit variieren (4-6). Dementsprechend weisen rohe, unverarbeitete Sojabohnen aufgrund ihrer schlechteren Verdaulichkeit einen niedrigeren PDCAAS auf als fermentierte Sojaprodukte (z.B. Sojajoghurt, Tofu, Miso) und isoliertes Sojaprotein (PDCAAS=1) (3).

Mit der günstigen Aminosäurenquelle „Soja“ enthält der Körper demnach ausreichend Protein zum Aufbau von Körperstrukturen (z.B. Muskelfasern, Organe, Blut), Signalstoffen (z.B. Hormone, Enzyme) und Antikörpern, sowie für den Transport von fettlöslichen Vitaminen und Eisen (in Form von Hämoglobin).

FETTSÄUREMUSTER

Die Sojabohne zählt aufgrund ihres hohen Fettgehalts zu einer der bedeutendsten Ölsaaten. Das Fettsäuremuster von Sojaöl ist aus ernährungsphysiologischer Sicht äußerst günstig. Im Gegensatz zu tierischen Produkten ist es frei von Cholesterin und weist einen geringen Anteil an gesättigten Fettsäuren auf. Einer der größten gesundheitlichen Vorteile be-

steht jedoch in seinem hohen Gehalt (62 % per 100 g Trockenmasse) an den mehrfach ungesättigten Fettsäuren Linolsäure (Omega-6-Fettsäure) und α-Linolensäure (Omega-3-Fettsäure) (1) (Abb. 2). Die Amerikanische Food and Drug Administration (FDA) bestätigte im Rahmen einer fett- bzw. cholesterinarmen Ernährung die positive Wirkung von Sojanahrungsmitteln auf den Blutcholesterinspiegel und das Herz-Kreislaufsystem (7).

KOHLLENHYDRATE

Die Sojabohne enthält per 100 g Trockenmasse rund 38 % verfügbare Kohlenhydrate (Saccharose, Raffinose, Stachyose, Stärke) und 22 % Ballaststoffe, die hauptsächlich in den Randschichten vorliegen. Insbesondere der feste Rückstand der Sojabohnen (Okara) bei der Sojamilch- und Tofuherstellung ist reich an Ballaststoffen (rund 21 %). Okara findet jedoch aufgrund seines neutralen Geschmacks nur in der traditionellen asiatischen Küche als Beilage in Suppen und in Salaten Anwendung. Hierzulande wird es meist verworfen oder in der Tierfütterung verwendet. Die in der unverarbeiteten Sojabohne in hoher Konzentration vorkommenden Oligosaccharide, Stachyose und Raffinose (rund 50 mg/g Trockenmasse) gelangen fast unverdaut in den Dickdarm, wodurch sie Blähungen verursachen können. Fermentationsprozes-

se bzw. der Zusatz von Verdauungsenzymen (α-Galaktosidase) steigern allerdings die Verträglichkeit, indem Oligosaccharide dadurch vollständig abgebaut werden (8).

PHYTOÖSTROGENE

Die in der Sojabohne enthaltenen sekundären Pflanzeninhaltsstoffe, die Isoflavone, werden der Gruppe der Phytoöstrogene zugerechnet. Ihre chemische Strukturähnlichkeit zum weiblichen Geschlechtshormon Östrogen (17β-Östradiol) erlaubt es ihnen, hormonähnliche Wirkungen zu entfalten, was auch zu ihrer Namensgebung führte (Abb. 3).

Sie sind imstande, den körpereigenen Östrogenhaushalt zu beeinflussen, indem sie mit dem körpereigenen Östrogen um das Andocken an den humanen Östrogenrezeptoren konkurrieren. Neben dem proliferativ wirkenden α-Östrogenrezeptor (α-ER) wurde 1995 auch der β-Östrogenrezeptor (β-ER) entdeckt, dem eine antiinflammatorische sowie chemopräventive Wirkung zugeschrieben wird. Eine optimale östrogene Wirkeffizienz ergibt sich aus dem Gleichgewicht beider Rezeptoren, das jedoch aufgrund bestimmter Beschwerdebilder gestört sein kann. In Abhängigkeit von der Höhe der Östrogenspiegel sind Isoflavone in der Lage, entweder eine pro- oder antiöstrogene Wirkung auszuüben. Während bei niedrigem Östrogenspiegel (z.B. Menopause) die Bindungsaffinität zu den nicht besetzten Östrogenrezeptoren steigt, tritt bei hohem Östrogenspiegel (z.B. prämenstruelles Syndrom) eine antiöstrogene Wirkung durch kompetitive Hemmung des 17β-Östradiols ein. Die hierdurch bedingte östrogene Aktivität ist jedoch um ein 1000- bis 10.000-faches schwächer als durch endogen gebildetes Östrogen. Diese Dualität in ihrer östrogenen Wirkung brachte den Isoflavonen auch die Bezeichnung „Selektive Östrogen Rezeptormodulatoren“, kurz SERMs, ein.

Die in der Proteinfraction der Sojabohne enthaltenen Isoflavone liegen in Form ihrer Glykoside (Zuckerkonjugate) Genistin, Daidzin und Glycitin im Verhältnis 10:8:1 vor (9). Der Isoflavongehalt variiert je nach Proteingehalt der Sojabohne, liegt jedoch in der Regel zwischen 2,2 bis 3,3 mg Isoflavone pro Gramm Sojaprotein (Abb. 4).

Nach dem Verzehr eines Sojanahrungsmittels kommt es im Zuge des Isoflavonmetabolismus zur Abspaltung des glykosidisch gebundenen Zuckerrestes durch intestinale Darmbakterien (β-Glykosidasen), wodurch die biologisch aktiven bzw. für den Organismus verfügbaren Isoflavonaglyka Genistein, Daidzein und Glycitein entstehen (Abb. 4).

Die Bioverfügbarkeit der Isoflavonaglyka unterliegt beträchtlichen individuellen Schwankungen. Rowland et al (11) beschrieb in Abhängigkeit von Geschlecht, Alter, intestinaler Mikroflora, Zusammensetzung der Sojaprodukte, Ernährungsstil und Aufnahmedauer Unterschiede in der Isoflavonexkretion um das 15-fache. Dies führte zu uneinheitlichen Interpretationen des gesundheitlichen Benefits von Sojaprodukten. Es stellte sich die Frage, ob wissenschaftliche Erkenntnisse über das krankheitspräventive Potential von Soja in der asiatischen Ernährung ohne weiteres auf die westliche Bevölkerung übertragen werden können. In diesem Zusammenhang wird in den letzten Jahren vermehrt ein Isoflavonmetabolit erwähnt, dem lange Zeit in der Gesundheitsprophylaxe von Soja keine bzw. nur wenig Bedeutung zukam: Equol.

EQUOL – DER EIGENTLICHE GESUNDHEITSRELEVANTE WIRKSTOFF VON SOJA?

Bereits im Jahre 1932 entdeckten Wissenschaftler im Urin einer trächtigen Stute eine inaktive phenolische Verbindung, der sie aufgrund ihrer pferdeartigen (englisch „equine“) Herkunft den Namen „Equol“ verliehen (12). Zu diesem Zeitpunkt lag die Vermutung noch fern, dass Equol ein Stoffwechselprodukt der im Rotklee ebenfalls enthaltenen Isoflavone sein könnte. Vielmehr wurde die Equolsynthese mit den hohen Östrogenspiegeln der trächtigen Stute erklärt. Erst die Erkenntnisse aus der Studie von Bennetts et al. (1), in welcher der Zusammenhang zwischen dem Fressen einer bestimmten Kleeart und dem vermehrten Auftreten von Infertilität bei Schafen untersucht wurde (Clover disease) bzw. die Ergebnisse aus zahlreichen Tierstudien (13-16) ließen auf die eigentliche Herkunft von Equol schließen.

Es wurde festgestellt, dass eine sojaproteinreiche Kost beim Menschen zu einem Anstieg der urinären Equolkonzentration führt (17). Dies geschieht durch eine weitere Biotransformation der dekonjugierten

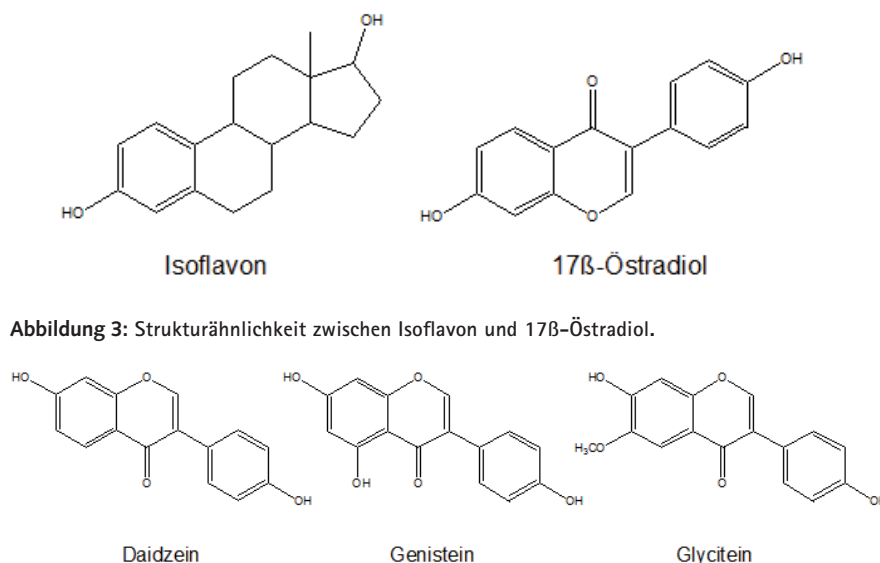


Abbildung 3: Strukturähnlichkeit zwischen Isoflavon und 17β-Östradiol.

Abbildung 4: Strukturformeln der aglykonischen Isoflavonformen Daidzein, Genistein und Glycitein.

ten Isoflavonaglyka, Daidzein und Genistein, die zu den Metaboliten S-Equol bzw. o-Desmethylanholensin metabolisiert werden (Abb. 5) (18).

Die Wirkstärke von Sojanahrungsmitteln könnte dahingehend eingeschränkt sein, dass nur 30 bis 60 % der Menschen in der Lage sind S-Equol nach Sojaverzehr zu synthetisieren (19-21). Im Vergleich zur westlichen Bevölkerung (20 bis 30 %) weisen Asiaten eine höhere intestinale Equolproduktion auf (50 bis 60 %) (22). Darüber hinaus können Vegetarier Equol besser synthetisieren als Menschen die sich auf Basis einer Mischkost ernähren (23). Die Gründe für diese individuellen Abweichungen in der Equolsyntheserate sind bislang noch ungeklärt. Studien deuten allerdings darauf hin, dass neben den grundlegenden Voraussetzungen wie einer intakten Darmflora und der Anwesenheit des Isoflavonmetaboliten Daidzein die verzehrte Sojamenge sowie die Kultivierung und Verarbeitung der Sojabohne für die Equolsynthese ebenso entscheidend sind. Asiaten nehmen zwischen 15 und 45 mg Isoflavone pro Tag über Sojalebensmittel zu sich (24), während im Westen maximal 5 mg Isoflavo-

ne über die tägliche Kost zugeführt werden (25) (Abb. 6).

Auch die Ernährungsgewohnheiten scheinen eng mit der Equolproduktion korreliert zu sein. Es ist nachweislich bekannt, dass fermentierte Sojaprodukte durch ihren höheren Aglykongehalt besser für den Organismus verfügbar sind als isolierte Sojabestandteile, die hauptsächlich in Nahrungsergänzungsmitteln vorliegen (27). Zudem werden nutritive Einflüsse wie eine fettreduzierte und kohlenhydratreiche Ernährung (28, 29), eine gesteigerte Aufnahme von mehrfach ungesättigten Fettsäuren und ein geringer Verzehr von Milch- und Milchprodukten (30) mit der Fähigkeit der Equolsynthese in Zusammenhang gebracht. Außerdem ergaben Untersuchungen des genetischen Profils von Equol- und Nicht-Equolproduzenten, dass der Equolproduzierende Phenotyp möglicherweise zu einem gewissen Grad einer genetischen Kontrolle unterliegt (31, 32)

WIRKUNG VON EQUOL

Dem Isoflavonmetaboliten Equol werden ebenso wie Genistein und Daidzein hormonähnliche, antiinflammatorische und antioxidative Wirkungen zugesprochen. Im Gegensatz zu seiner Vorstufe Daidzein soll Equol jedoch eine weitaus höhere Bindungsaffinität zum β-Östrogenrezeptor und damit eine bessere Bioverfügbarkeit sowie biologische Aktivität besitzen. Die Modulation der körpereigenen Östrogenspiegels verschafft Equol die Eigenschaft eines „selektiven Östrogenrezeptormodulators“, der im Zusammenhang mit der Behandlung von hormonabhängigen Erkrankungen und Beschwerdebildern diskutiert wird (33, 34).

Proteinquelle	PDCAAS	AAS	PER	BV	PD (%)
Molkeprotein	1.00	1.14	3.2	100	99
Casein	1.00	1.21	3.8	88-100	98
Eiprotein	1.00	1.00	2.5	80	99
Sojaproteinkonzentrat	1.00	0.99	2.2	74	95
Fleischprotein (Rindfleisch)	0.92	0.94	2.9	80	98
Weizenprotein	0.25	0.47	k.A.	54	91

Tabelle 1: Proteinqualität verschiedener Proteinquellen (4). PDCAAS, Protein digestibility corrected amino acid score; AAS, Amino Acid Score; PER, Protein efficiency ratio BV, Biological value; PD, Protein digestibility

Lebensmittel	Genistein	Daidzein
Sojabohne	729	546
Sojabohnenkeimlinge	230	138
Tofu	166	76
Sojabohnenpaste	171	159
Sojamilch	26	18
Soja- Säuglingsmilch	3	<1
Sojawürstchen	139	49
Sojasauce	5	8
Misopaste	376	266

Tabelle 2.: Isoflavongehalt (Daidzein und Genistein) verschiedener Sojanahrungsmittel (mg/kg Frischgewicht) (10).

Der therapeutische und präventive Einsatz von Equol bei Brustkrebs war lange Zeit aufgrund seiner Strukturähnlichkeit zum 17 β -Östradiol und der diskutierten kanzerogen Wirkung von Östrogentherapien umstritten (35, 36). Tierstudien konnten jedoch keinen Zusammenhang zwischen einer Zufuhr von S-Equol und dem Brusttumorstadium feststellen (37, 38). Weiters deuten Ergebnisse aus klinischen Studien sogar auf eine Verbesserung der Krankheitsprognose bei Brustkrebsüberlebenden nach Sojaaufnahme hin (39, 40). Zusätzlich konnte beobachtet werden, dass Frauen, die zur Equolsynthese befähigt waren und mindestens einmal wöchentlich Soja konsumierten, eine geringere mammographisch nach-

weisbare Brustgewebisdichte aufwiesen, als Nicht-Equolproduzentinnen (41). Die chemopräventive Eigenschaft von Equol, Dihydrotestosteron zu binden und damit die stimulierende Wirkung dieses Sexualhormonmetaboliten auf das Prostatawachstum zu unterdrücken, gilt heute ebenfalls als gesichert (42). Jou et al. (43) untersuchte die Auswirkungen einer Sojaintervention auf menopausale Beschwerden und berücksichtigte dabei als Erster den Equolsynthesestatus der Frauen. Es konnte gezeigt werden, dass Equolproduzentinnen einen signifikant höheren Rückgang ihrer vasomotorischen Symptome aufwiesen verglichen mit Frauen die zur Equolsynthese nicht imstande waren. In einer weiteren Inter-

ventionsstudie führte eine 12-wöchige orale Verabreichung von synthetisch hergestelltem Equol zu einer signifikanten Verbesserung von klimakterischen Befindlichkeitsstörungen bei Equolproduzentinnen (44).

Darüber hinaus wurde eine günstige Wirkung von Equol auf das Lipidprofil und das Herz-Kreislaufsystem postuliert. Equolproduzenten mit erhöhten Blutfettwerten zeigten nach Sojaintervention eine höhere Abnahme ihrer Gesamt- und LDL-Cholesterinkonzentrationen, als Nicht-Equolproduzenten (45).

Ferner spielen Entzündungen und oxidativer Stress in der Entstehung von Herz-Kreislauferkrankungen eine Rolle. Die antiinflammatorische und antioxidative Wirkung von Equol wird im Zusammenhang mit einer verringerten LDL-Oxidation (Hemmung des Superoxidradikals) (46), gesteigerten Vaso-

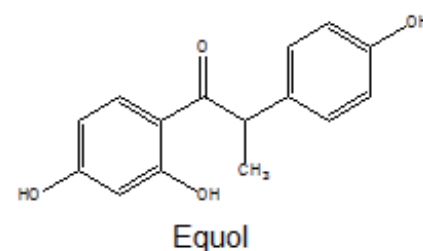


Abbildung 5: Biotransformation von Daidzein zu S-Equol.

Literatur:

(1) Bennetts HW, Underwood EJ, Shier FL. A specific breeding problem of sheep on subterranean clover pastures in Western Australia. *Australian Journal of Agricultural Research* 1946; 22: 131-138
(2) Souci, Fachmann, Kraut. *Lebensmitteltabelle für die Praxis*. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart. 3. Auflage. 2004
(3) Mangels R, Messina V, Messina M. *The dietitian's guide to vegetarian diets: issues and applications*. 2004, Second Edition, S 239
(4) Protein quality evaluation in human diets. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1991 (FAO Food and Nutrition Paper No. 51).
(5) Energy and protein requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Geneva, World Health Organization, 1985 (WHO Technical Report Series, No. 724).
(6) WHO Technical support series. Protein and amino acid requirements in human nutrition. Report of a Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation.
(7) U.S. Food and Drug Administration. Food labeling health Claims: soy protein and coronary heart disease. Food and Drug Administration, HHS. Final rule. *Fed Regist* 1999;64:57700-33
(8) Le Blanc JG, Silvestroni A, Connes C, Juillard V, Savoy de Giori G, Piard JC, Sesman F. Reduction of non-digestible oligosaccharides in soymilk: application of engineered lactic acid bacteria that produce α -galactosidase. *Genetics and Molecular Research* 2004; 3 (3): 432-440

(9) Hahn A, Stroehle A, Wolters M. Sekundäre Pflanzenstoffe- Die neuen Vitamine. *Deutsche Apothekerzeitung* 2005; 5: 73-81
(10) Watzl B, Leitzmann C. Bioaktive Substanzen in Lebensmitteln. Hippokrates-Verlag Stuttgart, 1999
(11) Rowland I, Wiseman H, Sanders T, Adlercreutz H, Bowey E. Metabolism of oestrogens and phyto-oestrogens: role of the gut microflora, *Biochem Soc Trans* 1999; 27: 304-308
(12) Marrian GF, Haselwood GA. Equol, a new inactive phenol isolated from the ketohydroxyoestrin fraction of mares' urine. *Biochem J* 1932; 26:1227-32
(13) Lindsay DR, Kelly RW. The metabolism of phytoestrogens in sheep. *Aust Vet J* 1970; 46:219-22
(14) Shutt DA, Cox RI. Steroid and phytoestrogen binding to sheep uterine receptors in vitro. *J Endocrinol* 1972; 52:299-310
(15) Shutt DA. The effects of plant oestrogens on animal reproduction. *Endeavour* 1976;35:110-3
(16) Axelson M, Setchell KDR. The excretion of lignans in rats: evidence for an intestinal bacterial source for this new group of compounds. *FEBS Lett* 1981; 123:337-42
(17) Setchell KDR, Boriello SP, Hulme P, Kirk DN, Axelson M. Nonsteroidal estrogens of dietary origin: possible roles in hormone-dependent disease. *Am J Clin Nutr* 1984; 40:569-78
(18) Setchell KDR. Soy isoflavones- Benefits and risks from nature's selective estrogen receptor modulators (SERMs). *J Am Coll Nutr* 2001; 20(5):354-62
(19) Strassburg CP, Manns MP, Tukey RH. Expression of the UDP-glucuronosyltransferase 1A locus in human colon. Identification and characterization of the novel extrahepatic UGT1A8. *J Biol Chem* 1998; 273: 8719-26
(20) Lampe JW, Karr SC, Hutchins AM, Slavin JL. Urinary

equol excretion with a soy challenge: influence of habitual diet. *Proc Soc Exp Biol Med* 1998; 217:335-9
(21) Atkinson C, Frankenfeld CL, Lampe JW. Gut bacterial metabolism of the soy isoflavone daidzein: exploring the relevance to human health. *Exp Biol Med* 2005; 230:155-70
(22) Rowland IR, Wiseman H, Sanders TA, Adlercreutz H, Bowey EA. Interindividual variation in metabolism of soy isoflavones and lignans: influence of habitual diet on equol production by the gut microflora. *Nutr Cancer* 2000; 36:27-32
(23) Setchell KDR, Brown NM, Lydeking-Olsen E. The clinical importance of the metabolite equol- A clue to the effectiveness of soy and its isoflavones. *J Nutr* 2002; 132:3577-3584
(24) Tamura A, Shiomi T, Hachiya S, Shigematsu N, Hara H. Low activities of intestinal lactase suppress the early phase absorption of soy isoflavones in Japanese adults. *Clin Nutr* 2008; 27:248-53
(25) Messina MJ, Nagata C, Wu AH. Estimated Asian adult soy protein and isoflavone intake. *Nutrition and Cancer* 2006; 131:3095-3108
(26) Mortensen A et al. *Molecular Nutrition & Food Research* 2009; 54 (s2):266-309
(27) Setchell KDR, Brown NM, Desai P, Zimmer-Nechemias L, Wolfe BE, Brashear WT, Kirschner AS, Cassidy A, Heubi JE. Bioavailability of pure isoflavones in healthy humans and analysis of commercial soy isoflavone supplements. *Journal of Nutrition* 2001; 131 (s4):136-145
(28) Setchell KDR, Cole SJ. Method of defining equol-producer status and its frequency among vegetarians. *J Nutr* 2006; 136: 2188-93
(29) Hedlund TE, Maroni PD, Ferucci PG, et al. Long-term dietary habits affect soy isoflavone metabolism and

dilation (47) und einer Abnahme an C-reaktivem Protein gesehen (45).

Der knochenschützende Effekt von Equol wurde erst wenig untersucht. In zwei vor kurzem veröffentlichten Studien konnte allerdings ein Einfluss von Equol auf die Verbesserung der Knochenmineraldichte bei postmenopausalen Frauen beobachtet werden (48, 49).

In den meisten Sojastudien wurde der individuellen Fähigkeit der Equolproduktion bislang wenig Beachtung geschenkt, was zu einer Verfälschung der Studienergebnisse beitragen könnte. Darüber hinaus werden für Forschungszwecke nicht selten Sojasupplemente verwendet, die in den meisten Fällen ein Sojaracemat mit beiden Equol-Stereoisomeren (S- und R-Equil) beinhalten (50). Infolge der Bio-Transformation entsteht nach Verzehr eines natürlichen Sojalebensmittels allerdings aus Daidzein ausschließlich S-Equil (51). Demnach ist Sojaracemat in seiner biologischen Aktivität wahrscheinlich nicht vergleichbar mit jener von traditionellen asiatischen Sojaprodukten.

SOJAMILCH EINE ALTERNATIVE ZUR KUHMILCH?

Obwohl Sojalebensmittel verglichen mit anderen Hülsenfrüchten einen relativ hohen Calciumgehalt (Sojagetränke ~ 28mg/100ml) aufweisen, ist dieser den-



Abbildung 6: Übersicht über die weltweite Isoflavonaufnahme (26).

noch nicht vergleichbar mit jenem von Milch- und Milchprodukten (Kuhmilch mit 3,5 % Fett: 120 mg / 100 g). Allerdings werden heutzutage nahezu alle Sojaprodukte mit 120 mg Calcium pro 100 g Lebensmittel angereichert. Darüber hinaus verringert sich bei Substitution von Milchprotein durch Sojaprotein die Calciumexkretion (52).

Die in der unverarbeiteten Sojabohne vorkommenden Phytate verringern jedoch aufgrund der Komplexbildung mit Mineralstoffen (Calcium, Magnesium, Zink) die Mineralstoffaufnahme im Organismus, womit ebenfalls die Verfügbar-

keit von Calcium für den Knochenaufbau herabgesetzt wird. Durch Fermentationsprozesse in der Sojabohnenverarbeitung wird der Phytatgehalt jedoch entscheidend herabgesetzt, wodurch ein Verzehr von fermentierten Sojaprodukten (z.B. Sojajoghurt, Miso, Tempeh, Sojasoßen) zu empfehlen ist.

*Mag. Katrin Schöggel, Ernährungswissenschaftlerin, Wien; Univ.-Prof. Dr. Kurt Widhalm, Abteilung für Ernährungsmedizin, Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde, Medizinische Universität Wien, Währinger Gürtel 18-20, 1090 Wien (Korrespondenz)

accumulation in prostatic fluid in caucasian men. *J Nutr* 2005; 135: 1400-6

(30) 41. Bolca S, Possemiers S, Herregat A, et al. Microbial and dietary factors are associated with the equol producer phenotype in healthy postmenopausal women. *J Nutr* 2007; 137:2242-6

(31) Mulligan AA, Welch AA, Mc Taggart AA, Bhaniani A, Bingham SA. Intakes and sources of soya foods and isoflavones in a UK population cohort study (EPIC-Norfolk). *Eur J Clin Nutr* 2007; 61(2):248-254

(32) Niculescu MD, Pop EA, Fischer LM, Zeisel SH. Dietary isoflavones differentially induce gene expression changes in lymphocytes from postmenopausal women who form equol as compared with those who do not. *J Nutr Biochem* 2007; 18:380-90

(33) Morito K, Hirose T, Kinjo J, Hirakawa T, Okawa M, Nohara T, Ogawa S, Inoue S, Muramatsu M, et al. Interaction of phytoestrogens with estrogen receptors and β . *Biol Pharm Bull* 2001; 24:351-6

(34) Muthyala RS, Ju YH, Sheng S, Williams LD, Doerge DR, Katzenellenbogen BS, Helferich WG, Katzenellenbogen JA. Equol, a natural estrogenic metabolite from soy isoflavones: convenient preparation and resolution of R- and S- equol and their differing binding and biological activity through estrogen receptors alpha and beta. *Bioorg Med Chem* 2004; 12:1559-67

(35) Hilakivi Clarke L, Andrade JE, Helferich W. Is soy consumption good or bad for the breast. *J Nutr* 2010; 140: 2326-34

(36) Yager JD, Davidson NE. Estrogen carcinogenesis in breast cancer. *NEJM* 2006; 354 (3): 270-282

(37) Brown NM, Belles CA, Lindley SL, Zimmer-Nechemias LD, Zhao X, Witte DP, Kim MO, Setchell KDR. The chemopreventive action of equol enantiomers in a chemi-

cally- induced animal model of breast cancer. *Carcinogenesis* 2010; 31:886-93

(38) Ju YH, Fultz J, Allred KF, Doerge DR, Helferich WG. Effects of dietary daidzein and its metabolite, equol, at physiological concentrations on the growth of estrogen-dependent human breast cancer (MCF-7) tumors implanted in ovariectomized athymic mice. *Carcinogenesis* 2006; 27:856-63

(39) Shu XO, Zheng Y, Cai H, Gu K, Chen Z, Zheng W, Lu W. Soy food intake and breast cancer survival. *JAMA* 2009; 302:2437-43

(40) Guha N, Kwan ML, Quesenberry CP Jr, Weltzien EK, Castillo AL, Caan BJ. Soy isoflavones and risk of cancer recurrence in a cohort of breast cancer survivors: The life after cancer epidemiology study. *Breast Cancer Res Treat* 2009; 118:395-405

(41) Fuhrmann BJ, Teter BJ, Barba M, et al. Equol status modifies the association of soy intake and mammographic density in a sample of postmenopausal women. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2008; 17:33-42

(42) Lund TD, Munson DJ, Haldy ME, Setchell KDR, Lephart ED, Handa RJ. Equol is a novel anti-androgen that inhibits prostate growth and hormone feedback. *Biol Reprod* 2004; 70:1188-95

(43) Jou HJ, Wu SC, Chang FW, Ling PY, Chu KS, Wu WH. Effect of intestinal production of equol on menopausal symptoms in women treated with soy isoflavones. *Int J Gynaecol Obstet* 2008; 102:44-9

(44) Clerici C, Setchell KDR, Battezzati PM, Pirro M, Giuliano V, Asciutti S, Castellani D, Nardi E, Sabatino G, et al. Pasta naturally enriched with isoflavone aglycons from soy germ reduces serum lipids and improves marker of cardiovascular risk. *J Nutr* 2007; 137: 2270-8

(45) Hwang J, Wang J, Morazzoni P, Hodis HN, Sevanian

A. The phytoestrogen equol increases nitric oxide availability by inhibiting superoxide production: an antioxidant mechanism for cell-mediated LDL modification. *Free Radic Biol Med* 2003; 34:1271-82

(46) Kang JS, Yoon YD, Han MH, Han SB, Lee K, Park SK, Kim HM. Equol inhibits nitric oxide production and inducible nitric oxide synthase gene expression through down-regulating the activation of Akt. *Int Immunopharmacology* 2007; 7:491-9

(47) Ishiwata N, Melby MK, Mizuno S, Watanabe S. New equol supplement for relieving menopausal symptoms: randomized, placebo-controlled trial of Japanese women. *Menopause* 2009; 16:141-8

(48) Touden Y, Ezaki J, Fujii Y, Ueno T, Nishimura M, Ishimi Y. Natural S- equol decreases bone resorption in postmenopausal, non-equol-producing Japanese women: a pilot randomized, placebo-controlled trial. *Menopause* 2011

(49) Ishimi Y. Dietary equol and bone metabolism in postmenopausal Japanese women and osteoporotic mice. *J Nutr* 2010; 140(7):1373-6

(50) Setchell KDR, Zhao X, Jha P, Heubi JE, Brown NM. The pharmacokinetic behaviour of the soy isoflavone metabolite S-(-)equol and its diastereoisomer R-(+)equol in healthy adults determined by using stable-isotope-labeled tracers. *Am J Clin Nutr* 2009; 90:1029-37

(51) Setchell KDR, Clerici C, Lephart ED, Cole SJ, Heenan C, Castellani D, Wolfe BE, Nechemias-Zimmer L, Brown NM, et al. S-equol, a potent ligand for estrogen receptor beta, is the exclusive enantiomeric form of the soy isoflavone metabolite produced by human intestinal bacterial flora. *Am J Clin Nutr* 2005; 81:1072-9

(52) 123. Bawa S. The significance of soy protein and soy bioactive compounds in the prophylaxis and treatment of osteoporosis. *J Osteoporosis* 2010; 2010:891058