

Charakteristika a vlastnosti sóji a jiných luštěnin

Kateřina Václavíková

Bakalářská práce
2009



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav potravinářského inženýrství
akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Kateřina VÁCLAVÍKOVÁ**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Charakteristika a vlastnosti sóji a jiných luštěnin.**

Zásady pro vypracování:

- **Charakteristika jednotlivých luštěnin a jejich vlastnosti.**
- **Popis sóji, její složení a vlastnosti.**
- **Využití luštěnin v současnosti.**

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] Velišek, J. *Chemie potravin*, 1. vyd. Tábor: Osvs, 1999. 304s.

[2] Hrabě, J., Řop, O., Hoza, I. *Technologie výroby a potravin rostlinného původu*, 1. vyd. Zlín: UTB, 2006.

[3] Pánek, J., Pokorný, J., Dostálová, J., Kohout, P. *Základy výživy*, 1. vyd. Praha: Svoboda servis, 2002. 207 s.

[4] Kadlec, P. a kol. *Technologie potravin I*, 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2007.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Soňa Škrovánková, Ph.D.

Ústav potravinářského inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

18. února 2009

Termín odevzdání bakalářské práce:

31. května 2009

Ve Zlíně dne 31. května 2009

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.

24.5.2009



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.

Ignác Hoza
vedoucí katedry

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá charakteristikou, složením a využitím jednotlivých druhů luštěnin: hrách, fazol, mungo, čočka, bob, cizrna, a především sója - její popis, složení (bílkoviny, sacharidy, tuky, minerální látky, vitamíny a antinutriční látky), pozitivní účinky na zdraví člověka (působení proti arterioskleróze, osteoporóze, příznakům klimakteria, anti-karcinogenní působení) a na výrobky ze sóji.

Klíčová slova: luštěniny, sója, složení, zdravotní účinky, sójové výrobky

ABSTRACT

The thesis deals with the characterization, composition and utilization of various types of legumes: garden pea, butter bean, moongoose, lentil, broad bean, chickpea, and especially soybean – its description, composition (proteins, sugars, fats, minerals, vitamins and antinutritive substances), positive effects on human health (effects against arteriosclerosis, osteoporosis, climacterical symptoms and cancer) and soy products.

Keywords: legumes, soybean, composition, health effects, soy products

Chtěla bych poděkovat své vedoucí bakalářské práce Ing. Soňe Škrovánkové, Ph.D., za odborné rady, informace, připomínky a trpělivost při zpracování této bakalářské práce.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uvedena jako spoluautorka.

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD	8
1 LUŠTĚNINY	10
1.1 MORFOLOGIE LUŠTĚNIN.....	10
1.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ LUŠTĚNIN.....	11
1.2.1 Bílkoviny.....	12
1.2.2 Sacharidy.....	13
1.2.3 Tuky (lipidy).....	14
1.2.4 Minerální látky.....	15
1.2.5 Vitamíny.....	16
1.2.6 Antinutriční látky.....	17
1.2.6.1 Třísloviny.....	17
1.2.6.2 Inhibitory proteas.....	17
1.2.6.3 Lektiny.....	17
1.2.6.4 Antigenní bílkoviny.....	17
1.2.6.5 Saponiny.....	18
1.2.6.6 Purinové látky.....	18
2 SÓJA LUŠTINATÁ	20
2.1 HISTORIE SÓJI LUŠTINATÉ.....	20
2.2 CHARAKTERISTIKA SÓJI LUŠTINATÉ.....	20
2.3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ SÓJI LUŠTINATÉ.....	22
2.3.1 Voda.....	22
2.3.2 Bílkoviny.....	22
2.3.3 Tuky (lipidy).....	24
2.3.4 Sacharidy.....	26
2.3.5 Vitamíny.....	26
2.3.6 Minerální látky.....	27
2.3.7 Přírodní toxické a antinutriční látky.....	28
2.3.7.1 Phytoestrogeny.....	28
2.3.7.2 Fytosteroly.....	30
2.3.7.3 Inhibitory proteas.....	31
2.3.7.4 Taniny.....	32
2.3.7.5 Saponiny.....	33
2.3.7.6 Lektiny.....	33
2.3.7.7 Purinové látky.....	34
2.4 SÓJOVÉ VÝROBKY.....	34
2.4.1 Sójový olej.....	35
2.4.2 Sójový lecithin.....	37
2.4.3 Nefermentované sójové výrobky.....	37
2.4.3.1 Sójové nápoje.....	37
2.4.3.2 Tofu.....	37
2.4.3.3 Sojanéza.....	38
2.4.3.4 Sójové kávo.....	38
2.4.3.5 Sójové cukrovinky.....	38

2.4.3.6	Sójové oříšky	38
2.4.3.7	Sójové výhonky.....	39
2.4.3.8	Sójové mouky	39
2.4.3.9	Koncentráty sójových bílkovin	39
2.4.3.10	Izoláty sójových bílkovin.....	39
2.4.3.11	Texturované sójové bílkoviny.....	40
2.4.3.12	Sójová vláknina.....	40
2.4.4	Fermentované sójové výrobky	41
2.4.4.1	Sójová omáčka.....	41
2.4.4.2	Zakysané sójové výrobky.....	41
2.4.4.3	Tempeh	41
2.4.4.4	Miso	41
2.4.4.5	Sufu.....	42
2.5	ZDRAVOTNÍ ÚČINKY SÓJI LUŠTINATÉ	42
2.5.1	Působení proti arterioskleróze.....	42
2.5.2	Antikarcinogenní působení	43
2.5.3	Působení proti osteoporóze	43
2.5.4	Působení proti příznakům menopauzy	44
3	FAZOL OBECNÝ	45
4	FAZOL MUNGO.....	47
5	ČOČKA JEDLÁ	49
6	HRÁCH SETÝ.....	51
7	CIZRNA BERANÍ.....	53
8	BOB OBECNÝ	55
	ZÁVĚR	57
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	59
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	64
	SEZNAM OBRÁZKŮ	65
	SEZNAM TABULEK.....	66

ÚVOD

Luštěniny jsou semena bobovitých luskovin. Mezi luštěniny patří hrách setý, čočka jedlá, fazol obecný, fazol mungo, bob obecný, cizrna beraní a sója luštinatá. Luštěniny slouží k lidské výživě již několik tisíciletí. Většina druhů má svůj původ v Asii, některé ve Střední a Jívní Americe.

Pro luštěniny je charakteristický vysoký podíl bílkovin. Bílkoviny luštěnin nejsou z biologického hlediska plnohodnotné (chybí především sirné aminokyseliny cystein a methionin a také heterocyklická aminokyselina tryptofan). V kombinaci s bílkovinami obilovin poskytují plnohodnotnou bílkovinu. Dále obsahují řadu vitamínů skupiny B, některé minerální látky a vlákninu. S výjimkou sóji mají nízký obsah tuku, který má příznivé složení mastných kyselin. Oligosacharidy obsažené v luštěninách jsou příčinou nadýmání. Mezi antinutriční látky vyskytující se v luštěninách patří třísloviny, inhibitory proteas, lektiny, antigenní bílkoviny, saponiny, purinové látky a také fytosteroly a fytoestrogeny vyskytující se v sójových bobech.

Luštěniny se vyznačují vysokou nutriční hodnotou a přispívají k prevenci řady civilizačních chorob, jako je např. obezita, kardiovaskulární onemocnění. Také u některých antinutričních látek luštěnin byly zjištěny za určitých podmínek i pozitivní účinky na lidský organismus. Je to např. kyselina fytová, která snižuje riziko rakoviny tlustého střeva, a pravděpodobně i prsu, svým antioxidačním působením (vázaním železa), saponiny, Bowman-Birkův inhibitor proteas a isoflavony s protirakovinnými účinky.

Z agronomického hlediska luštěniny příznivě ovlivňují půdní úrodnost. Jsou schopny prostřednictvím symbiózy s hlízkovými bakteriemi poutat vzdušný dusík, jehož množství pokrývá téměř celou potřebu rostlin a obohacuje půdu i pro následné plodiny.

Mezi nejrozšířenější luštěniny patří sója, která má mezi ostatními luštěninami výjimečné postavení, které je dáno chemickým složením semen, především vysokým obsahem bílkovin o poměrně vysoké výživové hodnotě. Semena sóji, sójové boby, se používají jako hodnotné krmivo. Menší podíl produkce (asi jedna třetina) se spotřebuje pro lidskou výživu a část se využije v nepotravinářské sféře (výroba mýdel, barev a laků, smaltů, syntetického kaučuku a vláken aj.). Pro lidskou výživu se ze sójových bobů vyrábí: sójové nápoje, sójo-

vý olej, tofu, mouky ze zralých semen a fermentované sójové výrobky jako tempeh, sójová omáčka, japonské miso, natto, čínské sufu.

Moderní zpracování, vede k výrobě mnoha nových potravin ze sójových bílkovin, včetně alternativ masa, sušené sójové nápoje jako mléčné náhražky, kromě toho bílkovinné sójové izoláty a isoflavony, které jsou prodávány jako doplňky stravy.

1 LUŠTĚNINY

Luštěniny jsou semena bobovitých (motýlokvětých) luskovin, které se vyznačují vysokým obsahem bílkovin. Společně s obilovinami jsou luštěniny řazeny vzhledem k zrna a jeho obdobnému složení a technologickému zpracování či uskladnění mezi zrniny. [1]

Mezi luštěniny jsou zařazeny jako samostatná skupina: hrách setý (*Pisum sativum L.*), čočka jedlá (*Lens culinaris Med.*), fazol obecný (*Phaseolus vulgaris L.*), cizrna beraní (*Cicer arietinum L.*), bob obecný (*Vicia faba L.*), sója luštinatá (*Glycine soja*), fazol mungo (*Vigna mungo*). [1, 2]

Luštěniny slouží k lidské výživě již několik tisíciletí. Většina druhů má svůj původ v Asii, některé ve Střední a Jížní Americe. Nejstarší domestikovanou luštěninou je čočka na Blízkém východě už v době 7000 let před naším letopočtem. V historických dobách zaujímaly luštěniny významné místo i ve stravě obyvatel evropských zemí. Velký význam přikládali luštěninám Římané. [3]

Z luštěnin jsou vyráběny luštěninové polotovary, jako např. kaše, polévky, sterilované polotovary aj. K významným výrobkům patří konzervářské výrobky z luštěnin, jako např. fazole v omáčce, čočka s klobásou. [8]

Z agronomického hlediska luštěniny příznivě ovlivňují půdní úrodnost. Jsou schopny prostřednictvím symbiózy s hlízkovými bakteriemi poutat vzdušný dusík, jehož množství pokrývá téměř celou potřebu rostlin a obohacuje půdu i pro následné plodiny. Luštěniny prostřednictvím svého kořenového systému zlepšují půdní struktury. Získávají živiny z hlubších vrstev půdního profilu které jsou pro jiné rostliny špatně přístupné. Luštěniny jsou citlivé k výkyvům počasí a nízkým teplotám. S těmito faktory je spojené kolísání výnosů v jednotlivých letech. K vyšším sklizňovým ztrátám vede pukavost lusků. [2]

1.1 Morfologie luštěnin

Plodem luštěnin je lusk, který se skládá ze dvou spojených obalů neboli chlopní. Ke vnitřní stěně je poutkem neboli provazcem připojeno 3 – 5 semen podle druhu a odrůdy. Při dozrání chlopně pukají ve švech. Lusk zprostředkovává ochranu a výživu semen. Při zrání luštěnin jsou látky převáděny z lodyh do lusků a odtud do semen. [4]

Semena luštěnin jsou poměrně velká, tvrdá a převážně kulovitěho tvaru. Na povrchu semen se nachází kožovité osemení. U některých luštěnin pak následuje endosperm. Uvnitř semene je uložen zárodek složený ze dvou děloh (kotyledonů) a klíčku. [2]

Osemení je na povrchu kryto tenkou blankou (kutikulou). Pod ní je vrstva vysokých sloupkovitých buněk postavených těsně vedle sebe, tzv. palisádových. Tyto buňky dodávají slupce pevnost a mohou obsahovat barviva, která dodávají semenům barvu. Pod nimi se nachází vrstva buněk pohárkových. Pohárkové buňky mají oba konce rozšířené, takže mezi jejich středními částmi vznikají mezibuněčné prostory, a tak umožňují pružnost slupky. Pod nimi je tenkostěnný parenchym s cévními svazky, který v hlubších vrstvách přechází v houbovitý parenchym. [2]

Endosperm se nachází pod parenchymem a vyskytuje se pouze u bílkovinných luštěnin. Tvoří pouze malou část zrna a může být buď plně vyvinutý, složený z vnějších buněk aleuronových a vnitřních většinou slizových nebo může být zachován jen jeho zbytek. [2]

Dělohy zaujímají největší část semene. Na povrchu mají tenkou pokožku. Podle jejich obsahu se luštěniny dělí na škrobnaté a bílkovinné. U většiny luštěnin (např.: hrách, čočka, bob, fazol, vikev) jsou vyplněny škrobovými zrny, která jsou si vzájemně podobná, mají oválný tvar a uprostřed štěrbinu ve tvaru S, často rozvětvenou. Tyto luštěniny se řadí ke škrobnatým. Druhá skupina jsou luštěniny bílkovinné. Jejich kotyledony jsou vyplněny bílkovinami a škrobových zrn obsahují jen málo. [2]

Kvetení a zrání luštěnin je postupné, a to od spodu nahoru, přičemž nejdříve dozrávají lusky na hlavním stonku a postupně pak na postranních větvích prvního, druhého a dalšího řádu – podle stupně rozvětvení. [4]

Vzcházení podle druhu luskovin je buď epigeické (fazol, sója, včelí bob) nebo hypogeické (ostatní druhy). Luskoviny vzcházejí 7. – 10. den po výsevu, v nepříznivých podmínkách (chlad, 80 nedostatek vláhy) za 2 – 4 týdny. Pozdě vzcházející semena jsou často napadána škůdci a houbovými chorobami. [4]

1.2 Chemické složení luštěnin

Hlavními látkami vyskytujícími se v luštěninách jsou: sacharidy, bílkoviny, tuk a minerální látky (Tab. 1). V malém množství jsou zastoupeny také vitamíny. [1]

Tab. 1. Složení vybraných luštěnin [5]

Luštěnina	Bílkoviny [%]	Tuk [%]	Sacharidy [%]	Celulosa [%]	Minerální látky [%]
Hrách setý	22,4	3,0	52,6	6,4	2,4
Fazol obecný	23,1	2,8	50,0	3,8	3,2
Čočka jedlá	23,8	2,1	53,9	4,9	2,8
Sója luštinatá	33,0 - 45,0	18,0	30,0	4,2	2,7

1.2.1 Bílkoviny

Bílkoviny luštěnin jsou zastoupeny v rozmezí 21,4 – 44,7 % (Tab. 2). Průměrný obsah bílkovin je asi 24,2 %. Jsou tvořeny zejména globuliny, které obsahují 18 – 40 % kyseliny glutamové a glutaminu. Bílkoviny luštěnin nejsou z biologického hlediska plnohodnotné (chybí především sírné aminokyseliny cystein a methionin a také heterocyklická aminokyselina tryptofan), avšak obsahují dostatek lysinu, kterého je málo v obilovinách. [1, 4, 6]

Tab. 2. Obsah esenciálních aminokyselin ve vybraných luštěninách [6]

Aminokyselina [g/16 g dusíku]	Sója	Čočka	Hrách	Fazol
Ile	4,5	4,3	4,3	4,2
Leu	7,8	7,6	6,8	7,6
Lys	6,4	7,2	7,5	7,2
Met	1,3	0,8	0,9	1,1
Phe	4,9	5,2	4,6	5,2
Thr	3,9	4,0	4,1	4,0
Trp	1,3	1,5	1,4	1,4
Val	4,8	5,0	4,7	4,6
Limitující AA	sírné, TRP	sírné, TRP	sírné, TRP	sírné, TRP

1.2.2 Sacharidy

V luštěninách je rovněž vysoký obsah sacharidů (Tab. 3). Jejich podíl tvoří přibližně 50 %, s výjimkou sóji, ve které je obsah sacharidů přibližně 30 %. Hlavními monosacharidy luštěnin jsou glukosa a fruktosa, ve větším množství také disacharid sacharosa. Z oligosacharidů jsou ještě v luštěninách zastoupeny rafinosa, verbaskosa, stachyosa a jugosa, které je možno považovat za deriváty sacharosy nebo melibiosy. Tyto cukry jsou doprovázeny řadou cyklitolů a galaktocyklitolů. Z polysacharidů je v luštěninách zastoupen škrob a celuloza. [6]

Z cyklitolů se v luštěninách vyskytuje *myo*-inositol, především ve vázané formě jako kyselina fytová, resp. vápenaté a hořečnaté soli fytové kyseliny, které se nazývají fyтин. V luštěninách se vyskytují také methyletery odvozené od *myo*-inositolu a dalších cyklohexitolů, především od *D-chiro*-inositolu. Jedním z běžných methyletherů odvozených od *myo*-inositolu je sekvojitol, který se vyskytuje jako minoritní látka v luštěninách. Dalším běžným methyletherem luštěnin odvozených od *D-chiro*-inositolu je *D*-pinitol. Cyklitoly a jejich ethery se také vyskytují ve formě α -galaktosidů, které se nazývají pseudooligosacharidy. Jejich nejvýznamnějším zástupcem v luštěninách je galaktinol, který je doprovázen galaktopinitoly. V čočce, sóji, a cizrně je zastoupen také ciceritol. [1, 6]

Rafinosa, verbaskosa, stachyosa a ajugosa jsou neštěpitelné sacharasy zažívacího traktu, ale stimulují růst bifidobakterií a jsou využitelné i dalšími bakteriemi tlustého střeva, které produkují α -*D*-galaktosidasu a metabolizují je za tvorby plynů (oxid uhličitý, metan, vodík aj.). Tyto oligosacharidy jsou považovány za hlavní příčinu nadýmání (flatulence) při konzumaci luštěnin. Enzymovou hydrolýzou α -*D*-galaktosidasou lze hladinu těchto oligosacharidů snížit. Při klíčení semen dochází k jejich rozkladu. [2, 6]

Obsah škrobu v luštěninách se pohybuje v rozmezí 30 – 70 %. Škrob tvoří největší část sacharidů přítomných v luštěninách. Důležitým zdrojem škrobu jsou zralá semena hrachu, různých druhů fazolí a čočky. [6, 7]

Celuloza tvoří v luštěninách značný podíl neškrobových polysacharidů a to tzv. nerozpustné vlákniny. V luštěninách je podle druhu přítomno kolem 2 – 4 % celulosy. [6]

Obsah hrubé vlákniny je poměrně nízký. Je přítomna v rozmezí 5 – 7 %. [2]

Tab. 3. Obsah významných sacharidů v luštěninách [5, 6, 8]

Sacharidy	Fazol obecný [%]	Hrách setý [%]	Čočka jedlá [%]	Cizrna beraní [%]	Sója luštinatá [%]	Fazol mungo [%]
Glukosa	0,1-1,1	0,3	-	-	0,04-0,2	-
Fruktosa	0,1-1,2	0,2	-	-	0,5-3,2	-
Myo-inositol	0,02-0,06	0,10-0,17	0,07-0,11	0,10-0,30	0,03-0,10	-
D-Pinitol	0,08-0,2	0,05	0,40-1,11	0,40-0,45	0,20-0,90	-
Galaktinol	0,04-0,05	0,07	0,10-0,12	0,08-0,20	0,00	-
Galaktopinitoly	0,00-0,04	0,00	0,36-0,39	0,50-0,80	0,35-0,70	-
Ciceritol	stopy	0,00	1,60	2,80	0,08	-
Sacharosa	2,2-4,9	2,3-3,5	1,3-2,0	2,0-3,5	2,8-7,7	1,3
Rafinosa	0,03-1,1	0,6-1,0	0,3-0,5	0,7-0,9	0,2-1,8	0,3
Stachyosa	3,5-5,6	1,9-2,7	1,9-3,1	1,5-2,4	0,02-4,8	1,7
Verbaskosa	0,1-0,3	2,5-3,1	1,2-1,4	0,0	0,1-1,8	2,8
Škrob	46-54	46-54	45	44	2-8	-
Celulosa	3,8	6,4	4,9	-	4,2	-

1.2.3 Tuky (lipidy)

Obsah tuku v luštěninách je asi 3 % (Tab. 4). Vyjimku tvoří sója, která obsahuje až 20 % tuku. V tuku luštěnin se nachází rostlinný lecithin. Fosfolipidy mohou snadno podléhat oxidačnímu a hydrolytickému žluknutí, jehož důsledkem je tmavá barva a hořká chuť luštěnin. Průběh žluknutí tuků je vyvolán jednak hydrolytickými procesy, při němž dochází k hydrolýze tuku, jednak oxidačním žluknutím vyvolaným reaktivními formami kyslíku a jeho reakcí s nenasycenými (polyenovými) mastnými kyselinami obsaženými v tuku luštěnin. [1, 2]

Tab. 4. Obsah tuků ve vybraných luštěninách [6]

	Obsah tuků [%]	
	v materiálu	v sušině
Sójové boby	13 – 20	14 – 22
Fazole	1,6	1,8
Hrách	1,4	1,6

1.2.4 Minerální látky

Minerální látky se v luštěninách nacházejí ve větším množství než v obilovinách (Tab. 6). Z makroprvků je nejvíce zastoupen draslík, fosfor a vápník. Z mikroprvků jsou luštěniny bohaté na železo, zinek, mangan, měď, nikl, kobalt, molybden. [2, 6]

Obsah toxických prvků v luštěninách uvádí Tab. 5. [2]

Tab. 5. Obsah toxických prvků v luštěninách [6]

	Hrách [mg/kg]	Fazole [mg/kg]	Sója [mg/kg]
Pb	0,01-0,43	0,02-0,10	<0,002-0,32
Cd	0,01-0,03	0,003-0,02	0,04-0,09
Hg	0,002-0,02	0,004-0,02	<0,004
As	0,01-0,05	<0,01	0,03-0,05

Tab. 6. Obsah minerálních látek ve vybraných druzích luštěnin [6]

Minerální látka	Hrách [mg/kg]	Čočka [mg/kg]	Fazole [mg/kg]	Sója [mg/kg]	DDD [mg/den]
Fe	47-68	69-130	59-82	50-110	10
Na	20-380	40-550	20-400	60	500
K	2900-9900	6700-8100	12000	16000	2000
Cl	390-600	640	20-250	0	75
Mg	1100-1300	770	230-1880	2400-2500	300
Ca	440-780	400-750	300-1800	1300-1800	800
P	3000-4300	2400	3700-4300	2900-7900	1200
Zn	20-49	28-32	21-38	29-67	10
Cu	4,9-8,5	5,8-8,9	6,0-13	8,0-20	1,5-3
Mn	8,1-15	12-14	12-20	14-90	2,0-5,0
Cr	0,02-0,09	0,048-0,054	0,05-0,10	0,05-0,08	0,025-0,1
Se	0,02	0,03-0,08	0,09	0	0,055

1.2.5 Vitamíny

Z vitamínů jsou v luštěninách nejvíce zastoupeny vitamíny skupiny B (Tab. 7). Mezi aktivní látky obsažené v luštěninách patří také kyselina pangamová. [2, 9]

Tab. 7. Obsah vitamínů skupiny B v luštěninách [9]

	Obsah v mg/kg jedlého podílu						
	B ₁	B ₂	Niacin	B ₅	B ₆	Biotin	Folacin
Luštěniny	2,0-8,4	1,2-2,8	14-31	9,4-14	6,3	0,13-0,60	0,55-1,59
DDD [mg/den]	1,2	1,3	10	6	0,3	0,050	0,2

1.2.6 Antinutriční látky

V luštěninách se nachází také antinutriční látky jako třísloviny, inhibitory proteas, lektiny, antigenní bílkoviny, saponiny a purinové látky. [2]

1.2.6.1 Třísloviny

Biologický účinek tříslovin je dán schopností reagovat s bílkovinami. Reagují s bílkovinami potravy, čímž zhoršují jejich vstřebávání. Nejvýrazněji se snížení absorpce projevuje u esenciálních aminokyselin methioninu a lyzinu. Kromě bílkovin potravy reagují také s trávicími enzymy. To vede ke zhoršení stravitelnosti i u dalších látek tráveniny. [10]

1.2.6.2 Inhibitory proteas

Inhibitory proteas jsou polypeptidy nebo bílkoviny schopné inhibovat trávicí enzymy proteas. Inhibitory proteas jsou přirozenými složkami semen luštěnin. Znalosti o antinutričním působení inhibitorů proteas u člověka jsou zatím nedostatečné a odvozují se převážně ze znalostí získaných při výživě zvířat. [10]

1.2.6.3 Lektiny

Lektiny (Tab. 8) jsou všechny proteiny alespoň s jedním centrem jiným než je (katalytické) aktivní centrum, kterým se proteiny reverzibilně váží na specifické monosacharidy nebo oligosacharidy. Navázání na buňky střevních klků způsobuje zrychlení obnovy těchto buněk. Dráždění sliznice střeva může vést k jeho hypertrofii. Lektiny také snižují aktivitu řady trávicích enzymů, v důsledku jejich zvýšeného vylučování pak může dojít k hypertrofii slinivky. [2, 10]

1.2.6.4 Antigenní bílkoviny

Antigenní bílkoviny jsou odolné proti štěpení trávicími enzymy. Mohou překonávat střevní bariéru nerozštěpené a vyvolat imunitní odpověď. [2]

Tab. 8. Obsah lektinů ve vybraných luštěninách [10]

Rostlina	Výskyt	Obsah [g/kg]	Tepelná stabilita	Toxicita v potravíně	
				syrové	zpracované
Sója luštinatá	semena	0,2 – 2	nízká	ano	ne
Hrách setý	semena	0,2 – 2	nestálý	neznámá	ne
Fazol obecný	semena	1 – 10	střední	ano	neznámá
Čočka jedlá	semena	0,1 – 1	nestálý	ano	ne
Bob obecný	semena	0,1 – 1	nestálý	neznámá	ne

1.2.6.5 Saponiny

Saponiny způsobují nežádoucí hořkost a trpkost luštěnin (Tab. 9). Uplatňují se zpravidla nepříznivě v organoleptických vlastnostech potravin. Jen některé saponiny jsou skutečně toxické, většina z nich však není toxická. Toxický účinek spočívá v hemolýze erytrocytů aj. buněk a intestinální mykosisy. Hlavní příčinou je interakce saponinů s cholesterolem v buněčných stěnách. Vysoké dávky toxických saponinů poškozují játra, může dojít až k selhání dýchání vedoucímu ke komatu. [10]

Tab. 9. Obsah saponinů v luštěninách [10]

Rostlina	Obsah [%]
Sója luštinatá	0,22-5,6
Fazol obecný	0,35-1,6
Hrách setý	0,11-0,18
Čočka jedlá	0,11-0,51

1.2.6.6 Purinové látky

Luštěniny jsou zdrojem purinových látek (Tab. 10), z kterých vzniká jako produkt jejich oxidace kyselina močová. Proto by jejich konzumaci měli vynechat nebo výrazně omezit lidé trpící dnou. Jedná se o onemocnění, kdy dochází k hromadění krystalů kyseliny močové.

vé v měkkých tkáních nebo kloubech. Luštěniny obsahují stejné množství purinových látek jako maso, ale vláknina v nich obsažená značně snižuje jejich využitelnost, tudíž jejich skutečný příjem je nižší než u masa. [11, 12, 13, 14]

Tab. 10. Obsah purinových látek v luštěninách [12]

Luštěnina	Sójové boby	Sójové výhonky	Hrách suchý	Čočka suchá	Fazole suché
Puriny [mg/100 g]	65	6	60	56	43

2 SÓJA LUŠTINATÁ

Sója luštinatá (*Glycine max.*(L.)Merrill) má mezi ostatními luštěninami výjimečné postavení, které je dáno chemickým složením semen, především vysokým obsahem bílkovin o poměrně vysoké výživové hodnotě, výborných funkčních vlastnostech jako je schopnost vázat vodu a tuk a transformace na strukturu, která má podobné vlastnosti s vláknitými bílkovinami masa. [15]

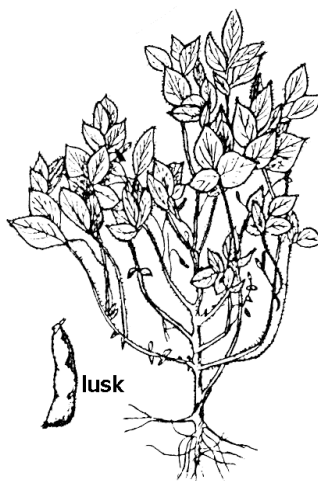
2.1 Historie sóji luštinaté

Sója je v čínské kuchyni už více než 4000 let. Svého času patřila mezi pět posvátných rostlin – rýže, pšenice, ječmen, proso a sója. Každoroční slavnostní výsev těchto rostlin býval výsadou císařů. Až do roku 1954 byla Čína hlavním producentem sóji. [16]

Zkoumání výživných hodnot sóji začalo během 2. světové války, kdy byli vojáci vybavováni tzv. tří denní dávkou složenou zejména ze sóji. Poté se jí začalo říkat „rostlinné maso“. [16]

Velkoplošně se sója začala pěstovat ve 40. letech minulého století, zejména v deltě řeky Mississippi v USA. V dnešní době je USA největším světovým producentem sóji. Dalšími velkými producenty jsou také Brazílie, Argentina a Čína. U nás se sója pěstuje v teplejších oblastech již od 30. let minulého století. [16, 17,18]

2.2 Charakteristika sóji luštinaté



Obr. 1. Sója luštinatá [8]

Sója luštinatá (*Glycine max.*(L.)Merrill) je teplomilná dvouletá luštěnina. Je vysoká 40 – 60 cm. Lodyha sóji je na průřezu kulovitá a větví se ve spodní polovině. Má trojčetné listy. Celá rostlina, včetně lusků, je hustě porostlá šedohnědými chlupy, které snižují výpar, takže sója lépe snáší sucho. Má drobné bílé nebo světle fialové květy. Lusk je krátký, hnědý až hnědožlutý, plochý, kožovitý, mečovitě zahnutý se 2 – 3 žlutými vejčitými semeny, které se nazývají sójové boby. Sója klíčí při teplotě půdy 6 – 8 °C. Existuje více jak 1000 druhů sóji, mimo jiné „sója žlutá“, „sója černá“, „sója červená“. Pravá sója jsou semena ze žlutého druhu. Semena, sójové boby, většinou nesprávně nazývaná pouze sója, patří mezi luštěniny, z hlediska technologického mezi olejniny. [4, 19, 20]

Sója patří mezi nejrozšířenější a nejvýznamnější luštěniny. Sójové boby a sójové produkty mají prokazatelně vysoce pozitivní zdravotní účinky, jako je schopnost napomáhat snižování cholesterolu a redukovat riziko srdečních onemocnění. Řada výzkumů se zaměřuje i na další potenciální příznivé zdravotní účinky sóji jako např. zlepšování stavu kostí, odstranění menopauzálních symptomů u žen či snižování energetické a zlepšování nutriční stránky stravy. Sójový protein mohou využívat lidé s laktózovou intolerancí nebo alimentárními alergiemi. Význam sóji pro lidskou výživu je však mnohdy zveličován a většina jejích propagátorů neupozorňuje na její nedostatky. [21]

Semena sóji, sójové boby, se používají především jako hodnotné krmivo. Menší podíl produkce (asi jedna třetina) se spotřebuje pro lidskou výživu a část se využije v nepotravinářské sféře (výroba mýdel, barev a laků, smaltů, syntetického kaučuku a vláken aj.). [21]

Většina světové produkce sóji je tvořena tzv. geneticky modifikovanou neboli transgenní sójou. Odhady podílu transgenní sóji na světové produkci se pohybují od 50 do 80 %. Je však obtížné stanovit přesná čísla. Nejběžnější GM odrůdou je sója s odolností proti totálnímu herbicidu Roundup. Účinná látka Roundupu glyfosát je specifickým inhibitorem (blokátorem) enzymu EPSP syntázy, která je důležitým článkem syntézy aromatických aminokyselin. Po aplikaci glyfosátu tak rostlina umírá na nedostatek těchto aminokyselin. Do transgenní odrůdy sóji byla vložena jiná varianta genu pro EPSP syntázu pocházející z půdní bakterie *Agrobacterium tumefaciens*. Tento enzym není glyfosátem blokován, rostlina tak k němu získá rezistenci. Pro selekci této odrůdy sóji byl použit přímo glyfosát, v GM sóji tak není žádný další markerový gen pro selekci k antibiotikům. Roundup-Ready sója má nezamýšlený ekologický efekt na půdní erozi. Při klasickém pěstování se ke kontrole plevelů používá kombinace orby a aplikace herbicidů v době před vzejitím vlastní sóji.

GM-sója vystačí pouze s aplikací Roundupu, orba není nutná. GM-sója tak usnadňuje bezorebný pěstitelský cyklus a snižuje erozi půdy. [22]

Sója s rezistencí pro glyfosát byla jedinou GM plodinou, která byla legálně obsažena v potravinách prodávaných v České republice ještě před vstupem do EU. Výrobky, k jejichž přípravě byla tato sója použita však musí být označeny a to i v případě, kdy již přítomnost GM sóji nelze žádným známým způsobem zjistit (olej, čokoláda). [22]

2.3 Chemické složení sóji luštinaté

Sójové boby obsahují přibližně 33 % bílkovin, s výjimkou geneticky modifikované sóji, která může obsahovat až 45 % bílkovin. Sójové boby obsahují 15 až 25 % oleje, který je složen zejména z esterů kyseliny linolové (50 %), olejové (25 - 30 %) a α -linolenové (2 - 10 %), menší množství kyseliny stearové, palmitové a arachidonové. Obsah sacharidů v sójových bobech je přibližně 30 %. Větší část sacharidů zaujímá škrob. Z vitamínů jsou v sóji ve významném množství vitamíny skupiny B a E, z minerálních látek pak vápník, hořčík a železo. Dále sója obsahuje významné sekundární metabolity (flavony, isoflavony a kumestran). [2, 23]

2.3.1 Voda

Obsah vody v syrových sójových bobech činí asi 10 %. Ke změnám obsahu vody dochází v sójových bobech téměř při všech způsobech skladování a během všech způsobů kulinárního a technologického zpracování. Změny obsahu vody v sójových bobech a sójových výrobcích uvádí Tab. 11. [9]

2.3.2 Bílkoviny

Sója obsahuje 33,0 hm. % bílkovin. U některých nově geneticky vyšlechtěných druhů sóji tvoří obsah bílkovin až 45 %. [5]

Proteiny sójových bobů jsou tvořeny z 80% globuliny, mezi které patří: legumin, fazeolin, vicinin, konglutin. Nejvýznamnějším globulinem je glycinin. Minoritní složky tvoří nízkomolekulární albuminy. [5, 6]

Tab. 11. Změny obsahu vody v sójových bobech a sójových výrobcích [9]

Sója	Obsah vody [%]
surové boby	10
boby po máčení ve vodě (1 hod.)	35
boby po máčení ve vodě (10 hod.)	60
vařené boby	71
sójová mouka	8
tofu	85
sójové mléko	92
sójová omáčka (shoyu)	63
texturované sojové bílkoviny suché	9
texturované sojové bílkoviny po máčení ve vodě (1 hod.)	65
texturované sojové bílkoviny po máčení ve vodě (10 hod.)	73
vařené texturované sojové bílkoviny	79

Bílkoviny sóji jsou kvůli nedostatku esenciální aminokyseliny methioninu a také cysteinu (Tab. 12) neplnohodnotné, ale svoji kvalitou se řadí hned za plnohodnotné bílkoviny z živočišných zdrojů. Jejich kombinací s bílkovinami obilovin se získá plnohodnotná bílkovina. Nejvyšší zastoupení mají kyselina asparagová a glutamová a jejich amidy asparagin a glutamin. Globuliny, které tvoří bílkoviny obsahují asi 18 % kyseliny glutamové a glutaminu . [5, 6, 21]

Tab. 12. Obsah esenciálních aminokyselin v sóji [6]

Aminokyselina [g/16 g dusíku]	Ile	Leu	Lys	Met	Phe	Thr	Trp	Val	Limitující AA
Sója luštinatá	4,5	7,8	6,4	1,3	4,9	3,9	1,3	4,8	Sírné, Trp

Aminokyseliny, které tvoří bílkoviny sóji může organismus enzymaticky mnohem snáze získat z natrávené potravy než u masa, ryb, drůbeže. Sójová bílkovina je optimálně využitelná, zejména u osob s nízkou tvorbou žaludečních šťáv. [24]

Sója obsahuje velké množství bílkovin, více než kterákoliv jiná rostlinná potravina. Bílkoviny sóji mají vysokou biologickou hodnotu, mohou sloužit jako náhrada živočišných proteinů. Jsou vhodné jako doplněk méně kvalitních bílkovin, např. z kukuřice nebo pšenice. Jsou lehce stravitelné. [20]

Bílkoviny sóji patří mezi alergeny lidské potravy. Sója patří mezi nejvýznamnější zdroje potravinových alergenů, které působí v dětské populaci až 90 % alergických reakcí. Hlavní alergen sóji má molekulovou hmotnost 20 kDa, další pak v rozmezí 50 – 60 kDa. Snížení alergenity lze dosáhnout tepelnou denaturací nebo enzymovou hydrolyzou bílkovin. Některé bílkoviny sóji jsou relativně termostabilní, takže k úplnému odstranění jejich alergenity pouhý záhřev nepostačuje. Enzymová hydrolyza s následným tepelným zákrokem je vhodný způsob výroby hypoalergických hydrolyzátů sójových bílkovin. Sójové bílkoviny jsou často zesíťované disulfidovými vazbami. Ke snížení alergenity je nutné tyto vazby štěpit např. pomocí *N*-acetylcysteinu. Sacharidy snižují alergenitu sójových bílkovin při zahřívání tím, že modifikují jejich molekulu v místech, která jsou za ní zodpovědná. Reakční produkty sójových bílkovin s oxidovanými lipidy zvyšují alergenitu. [2]

2.3.3 Tuky (lipidy)

Sója obsahuje, ve svých semenech až 18 hm. % tuků na rozdíl od ostatních luštěnin ve kterých je průměrný obsah lipidů 3 %, např. fazol, hrách a čočka. [5, 20]

Hlavními mastnými kyselinami obsaženými v sójových bobech jsou kyselina palmitová, stearová, olejová, linolová a kyselina α -linolenová. Obsah těchto kyselin uvádí Tab. 13. Z celkového obsahu mastných kyselin jsou v sójových bobech zastoupeny převážně nenasycené mastné kyseliny s vícečetnými dvojnými vazbami. Asi 50 % celkového obsahu nenasycených mastných kyselin s vícečetnými dvojnými vazbami tvoří esenciální mastná kyselina – kyselina linolová. [25, 26]

Tab. 13. Obsah vybraných mastných kyselin v sójových bobech [26]

Mastná kyselina	Obsah mastných kyselin [%]
Palmitová	9,64
Stearová	3,46
Olejová	21,1
Linolová	56,7
α -linolenová	7,80

Sójové boby jsou poměrně bohatým zdrojem fosfolipidů, jejichž složení je odlišné od vaječných (Tab. 14). [6]

Z fosfolipidů je v sóji nejvíce zastoupen fosfatidylcholin (lecitin), tvoří 24 – 46 % fosfolipidů sóji. Lecitin obsahuje přibližně 30 – 50 % oleje a různých stržených látek (např. cukry, aminokyseliny a kovové ionty), dále chlorofylová a karotenoidní barviva. Je proto tmavohnědě zbarven a pro většinu potravinářských i průmyslových účelů se bělí, nejčastěji peroxidem vodíku. K dalším úpravám patří odstranění větší části oleje, pro některé účely se také frakcionuje, protože fosfatidylcholin je pro řadu účelů cennější než ostatní fosfolipidy. Je důležitý pro činnost nervového systému, snižuje hladinu cholesterolu v krvi a plní celou řadu dalších funkcí. [6, 25]

Tab. 14. Fosfolipidy obsažené v sójových bobech a vejci [6]

Druh fosfolipidu	Sójové boby [%]	Vejce [%]
fosfatidylcholin	24 – 46	66 – 83
fosfatidylethanolamin	21 – 34	8 – 24
fosfatidylinositol	13 – 21	0 – 1
fosfatidylserin	5 – 6	1 – 3

2.3.4 Sacharidy

Sacharidy tvoří 30 hm. % sóji a skládají se hlavně z monosacharidů, oligosacharidů, škrobu a celulosy. [5]

Z monosacharidů jsou v sóji přítomny v malém množství glukosa (0,04 – 0,2 %) a fruktosa (0,5 – 3,2 %). Přítomny jsou také deriváty monosacharidů – cyklitoly. Myo-inositol doprovází v sóji minoritní cyklitol *D-chiro*-inositol. V malém množství se vyskytují ethery cyklitolů – galaktosidy. Jedná se o galaktopinitoly a ciceritol. [6]

Ve vyšším množství bývá v sóji přítomna sacharóza a další oligosacharidy. Obsah sacharózy tvoří 2,8-7,7 % v sušině. Z dalších významných oligosacharidů jsou v menším množství přítomny rafinosa (0,2 – 1,8 %), stachyosa (0,02 – 4,8 %) a verbaskosa (0,1 – 1,8 %). [6]

Sója obsahuje jen 2 – 8 % škrobu, oproti čočce, fazoli a hrachu, které obsahují 46 – 54 % škrobu. Díky nízkému procentu škrobu sóju dobře snášejí i diabetici. [20]

Obsah celulosy v sóji činí 4,2 %. Je hlavní složkou nerozpustné vlákniny, která zlepšuje střevní peristaltiku, působí preventivně proti zácpě a rakovině střev. Sója celkově obsahuje 9,3 g/100 g vlákniny. Tato vláknina podporuje vyprazdňování střev a snižuje hladinu cholesterolu v krvi. Vláknina podporuje vyprazdňování střev tak, že zvětšuje a změkčuje stolicí, stimuluje střevní svalstvo, čímž zmírňuje zácpu. Účinek na snížení hladiny cholesterolu je vysvětlován sníženou absorpcí cholesterolu z viskoznější potravy, vazbou cholesterolu na vlákninu a jeho zvýšenou exkrecí výkaly. Působí léčebně i preventivně proti hemeroidům, divertikům (střevním vychlípeninám). [5, 6, 15, 27]

Ze slupek sójových bobů se získávají sójové otruby, které obsahují asi 63,9 g/100 g vlákniny. [27]

2.3.5 Vitamíny

Sója obsahuje významné množství vitamínů, především ze skupiny B a vitamin E a K. [14]

Z vitamínů rozpustných ve vodě se jedná o vitamin B₁, B₂, niacin, B₅, B₆ a biotin. Obsah těchto vitamínů v sójových bobech uvádí Tab. 15. [9, 15, 28]

Tab. 15. Obsah vitamínů, rozpustných ve vodě, v sójových bobech [6, 28]

	Vitamin [mg/100g]					
	B ₁	B ₂	niacin	B ₅	B ₆	biotin
Sójové boby	1,10	0,31	2,2	1,7	0,88	0,06
DDD [mg/den]	1,2	1,3	10	6	0,3	0,05

Z vitamínů rozpustných v tucích je v sóji v největším množství zastoupen vitamin E. Obsah vitaminu E v sójových bobech činí 2,3 – 13 mg/kg, v sójovém oleji 530 – 2200 mg/kg. [9]

Sójový olej je zdrojem vitaminu K, jehož obsah v jedlém podílu sójového oleje činí 1,39 – 2,90 mg/kg. [9]

2.3.6 Minerální látky

Minerální látky tvoří 2,7 % sóji. Z minerálních látek obsažených v sóji má pro lidskou výživu největší význam vápník, fosfor, hořčík a především železo (Tab. 6), jejich využitelnost je však poměrně nízká. [5, 9, 15]

Obsah toxických prvků v sóji uvádí Tab. 5. [9]

Důležitá vazebná látka pro kovové prvky je fytoová kyselina. Obsah kyseliny fytoové v sójových bobech činí 10,0 – 22,2 g/kg. Vyšší obsah kyseliny fytoové vykazuje sójová mouka odtučněná, která činí 15,2 – 25,2 g/kg. Fytoová kyselina tvoří s vápenatými, hořečnatými, železitými, zinečnatými a jinými kovovými ionty stabilní sloučeniny, tzv. fytáty. Pevná fixace prvků v kyselině fytoové a fytinu (Ca, Mg) a malá rozpustnost mají za následek snížení biologické využitelnosti prvků ze stravy, která obsahuje vyšší množství fytoové kyseliny a fytinu. Pozitivní vliv má na resorpci těžkých kovů v gastrointestinálním traktu, vysoký obsah kyseliny fytoové v potravě totiž snižuje resorpci těžkých kovů. V surovém sójovém oleji např. bývá zhruba 50 – 340 mg.kg⁻¹ fytátů, které se z větší části odstraní při odslizení oleje během rafinace a přecházejí spolu s fosfolipidy do lecithinové frakce. Odslizený olej obsahuje asi 4 – 50 mg.kg⁻¹ fytátů. [9]

Sója obsahuje vysoký obsah železa. Sójové otruby jsou zdrojem železa např. pro fortifikaci pekařských výrobků. Železo bývá vázáno v různých komplexech, zvláště s alifatickými hydroxykyselinami, aminokyselinami, thioley, fenolovými látkami, nukleotidy, peptidy a bílkoviny. [9]

Komplex kovů s bílkoviny tvoří metaloproteiny. Metaloproteiny mají důležité biologické funkce, jsou katalyzátory metaloenzymů. V sójových bobech se nachází metaloenzymy obsahující nikl (ureasa). [9]

Koncentrace selenu v sójových bobech je charakteristická pro příslušnou oblast, podle půdy, která se v dané oblasti zemědělsky využívá pro pěstování sójových bobů. Proto existují velmi výrazné regionální rozdíly v koncentracích selenu v sójových bobech. Nejvyšší koncentrace selenu se nachází ve vyvěřelých a sedimentárních horninách. V oblastech s takovým geologickým podložím jsou koncentrace selenu v půdě zvýšené. Obsah selenu v USA činí 0,08-0,48 mg/kg, v Kanadě 0,09 mg/kg a v ČR a SR 0 mg/kg. [9]

2.3.7 Přírodní toxické a antinutriční látky

Sója obsahuje také některé přírodní toxické a antinutriční látky mezi které patří inhibitory enzymů, především inhibitory trypsinu, dále fytoestrogeny, saponiny, lektiny, purinové látky a fytosteroly. [15, 20]

2.3.7.1 Fytoestrogeny

Fytoestrogeny se dělí do 4 skupin na: isoflavonoidy (genistein, dadzein, equol), kumestany (kumestrol), lignany (enterolakton), stilbeny (stilben, resveratrol). [10]

Fytoestrogeny tvoří nejvýznamnější nevyživnou složku sóji. Fytoestrogeny jsou fenolové sloučeniny. V rostlinách se nacházejí převážně ve formě konjugovaných glykosidů. Ve fermentované stravě se nachází ve formě aglykonů. Fytoestrogeny indukují biologické reakce a mohou napodobit nebo upravit chování endogenních estrogenů, často spojením s estrogenním receptorem. Fytoestrogeny mají slabou estrogení aktivitu ve srovnání s estradiolem a nedokáží stimulovat úplnou estrogení odpověď, ale mohou s ní soutěžit na receptor komplexu. [10, 29]

Fytoestrogeny podléhají metabolickým přeměnám v gastrointestinálním traktu savců. Intestinální hydrolázy bakterií rozštěpí glykosidické konjugáty a vzniklé aglykony jsou převe-

deny dále. Při vstupu do tělního traktu mohou fytoestrogeny prodělat změny chemické struktury a to velmi výrazně. K těmto změnám dochází po průchodu fytoestrogeny metabolismem. Tyto přeměny jsou uskutečňovány reakcemi jako je demethylace, methylace, hydroxylace, hydrogenace, chlorace, iodace, nitrace. Vzniklé sloučeniny mohou potom konjugovat v játrech a jiných tkáních na formu β -glukuronidů a sulfátů a glukuronátů, nebo se mohou dostávat dále do těla pasivní difúzí přes stěvní stěnu. [30]

Fytoestrogeny se mohou vázat na estrogení receptory. Estrogení receptory jsou po chemické stránce proteiny. Na své povrchu má estrogení receptor několik funkčních domén, které působí synergicky. Na jednu funkční jednotku se váže ligand, kterým může být přirozený estrogen, fytoestrogen, syntetický estrogen nebo i látky neestrogení. Probíhá zde forma soutěže o vazebné místo. Po vazbě hormonu se receptor z neaktivní formy změní na aktivní, probíhá změna konformace. Následkem toho se aktivovaná funkční jednotka může vázat na molekulu DNA, její specifickou sekvenci (estrogen responsive elements - ERES). Poslední funkční jednotka (transaktivací doména) je potom schopna ovlivnit okolí místa vazby tak, že se přepisují geny, které jsou řazeny touto sekvencí. Účinek hormonů vyvolaný tímto sledem reakcí je nazýván estrogení. [30]

Skupinou flavonoidních látek vyskytujících se v sójových bobech jsou látky, vykazující různé biologické účinky, nazývané isoflavonoidy. Hlavními představiteli isoflavonoidů jsou isoflavony (sloučeniny isomerní s flavony) a od nich oxidací a cyklizací v procesu biogenéze odvozené isoflavanony a pterokarpany. Isoflavony a jejich deriváty se řadí mezi toxické látky neboť vykazují estrogení účinky. Některé isoflavony vykazují také antimikrobní účinky. Pterokarpan vykazující antimikrobní účinky u sóji se nazývá pterokarpan glyceollin. [10]

Celkový obsah isoflavonů v sójových bobech se pohybuje v širokých mezích od zhruba 0,13 % do 0,42 %, v sójové mouce bývá kolem 0,2 %, v sójových izolátech asi 0,06 – 0,10 % a v koncentrátech 0,07 %. [10]

V sójových bobech se vyskytuje isoflavon daidzein, který je nejaktivnějším estrogením isoflavonem, a dále genistein, formononetin, glycitein a biochanin A. Isoflavony se vyskytují převážně jako 7- β -D-glukosidy. Glukosidem genisteinu je genistin, daidzeinu daidzin, glyciteinu glycitin. Hlavními složkami sójových bobů jsou glykosidy genistin, daidzin a glycitin a jejich estery s malonovou kyselinou (Tab. 16). Kromě těchto sloučenin se v men-

ším množství vyskytují volné isoflavony a acetylderiváty glykosidů, které jsou produkty dekarboxylace příslušných malonylesterů. Naklíčené sójové boby obsahují jako jeden z hlavních isoflavonů formononetin. Z pterokarpanů je v sójových bobech obsažen spolu s formononetinem jako hlavní estrogen kumesterol. Jeho estrogenní aktivita je 30 – 40 vyšší než aktivita isoflavonů. Během klíčení sójových bobů roste koncentrace kumesterolů 0,05 – 0,20 mg.kg⁻¹ v závislosti na odrůdě a době klíčení 70 – 150 krát. Nejvyšší množství kumesterolů je obsaženo ve slupkách bobů. [10]

Isoflavony působí také jako antioxidanty, chrání buňky před volnými radikály. Isoflavony v sójových bobech, zejména genistein a daidzein, mají antioxidační vlastnosti. Isoflavony přecházejí prakticky beze změn ze sójových bobů do sójové mouky. Při namáčení sójových bobů dochází zhruba ke ztrátě 11 % isoflavonů výluhem, ztráty při vaření činí asi 50 % původního obsahu. Asi 40 % isoflavonů se ztrácí při extrakci alkáliemi během výroby bílkovinných izolátů. V kyselých hydrolyzátech sójových šrotů jsou přítomny pouze hydrolyzou vzniklé aglykony isoflavonů. [10]

Při vysokém příjmu mohou fytoestrogeny působit problémy v reprodukci, narušovat menstruační cyklus, ojediněle mohou způsobit poškození plodu (chlapců) a špatný vývoj pohlavního ústrojí u chlapců. [21]

2.3.7.2 Fytosteroly

Fytosteroly jsou to látky podobné cholesterolu, ale na rozdíl od cholesterolu, který se nachází v živočišné stravě, fytosteroly obsažené v sóji blokují absorpci živočišného cholesterolu. Fytosteroly také snižují riziko onemocnění rakoviny tračnicku. Ze sójových bobů přecházejí fytosteroly do jedlého sójového oleje při jeho získávání. Jejich obsah v sójovém oleji činí 1837 – 4089 mg/kg. Obvykle je přítomna směs několika fytosterolů, které jsou charakteristické pro určitý olej a pomáhají při jeho identifikaci. Mezi fytosteroly patří také cholesterol, jehož přirozený výskyt byl prokázán v mnoha olejích, ovšem zpravidla v nízkém množství, že nemá praktický význam ve výživové bilanci. [9, 31]

Tab. 16. Obsah isoflavonů a jejich derivátů v sójových bobech a sójových výrobcích [10]

	Sójový produkt [mg/kg]							
		Sójové boby	Sójová mouka	Sójový izolát	Sójový koncentrát	Tofu	Tempeh	Miso
Glukosid	daidzin	234-637	147	s-88	S	25	2	0-72
	genistin	326-888	407	137-301	18	84	65	96-123
	glycitin	60-66	41	34-49	31	8	14	18-21
Aglykon	daidzein	10-28	4	11-63	0	46	137	34-271
	genistein	11-30	22	36-136	0	52	193	93-183
	glycitein	19-22	19	25-53	23	12	24	15-54
Malonát	daidzin	121-690	261	18-20	0	159	255	0
	genistin	290-1756	1023	88-100	S	108	164	0
	glycitin	58-72	57	36-39	0	0	0	19-22
Acetát	daidzin	S	S	6-74	S	8	11	1
	genistin	2-5	1	0-215	1	1	0	2-11
	glycitin	25-33	32	33-46	0	29	0	0

2.3.7.3 *Inhibitory proteas*

Inhibitory proteas jsou polypeptidy a bílkoviny vytvářející stabilní komplexy s proteolytickými enzymy. Tyto komplexy nemají enzymovou aktivitu. Inhibitory proteas jsou většinou termolabilní, proto je lze inaktivovat teplem. [2]

Inhibitory proteas se klasifikují podle druhu proteas, které mohou inhibovat: inhibitory serinových proteas, inhibitory sulfhydrylových proteas, inhibitory kyselých proteas, inhibitory metaloproteas. [10]

Nejvýznamnější jsou inhibitory serinových proteas, které zahrnují dvě skupiny inhibitorů proteas: inhibitory Kunitzova typu (KI), inhibitory Bowmanova-Birkova typu (BBI). [10]

V sójových bobech se vyskytují inhibitory Kunitzova typu (KI) a Bowmanova-Birkova typu (BBI). Inhibitory Kunitzova typu v sójových bobech jsou skupinou isoinhibitorů s relativní molekulovou hmotností 18 – 24 kDa. Obsah těchto inhibitorů v sójových bobech činí 20 g/kg. V sójových bobech se nachází 5 isoinhibitorů Bowmanova – Birkova typu, které náleží do skupiny inhibitorů označených PI (z angl. *Potato Inhibitor*) a označují se PI – I až PI – V. Jejich obsah v sójových bobech činí 2 – 3 g/kg. Inhibitor PI – I je polypeptid o relativní molekulové hmotnosti 8 kDa. Inhibitor má dvojí vazebnou specifiku. Vazebným místem trypsinu jsou aminokyseliny Lys 16 – Ser 17, k interakci s chymotrypsinem dochází prostřednictvím aminokyselin Leu 44 – Ser 45. [10]

U sójových bobů je nejčastějším způsobem tepelné inaktivace inhibitorů proteas proces nazývaný toastování (působení vodní páry). Účinné jsou však i další metody jako např. vaření ve vodě, pražení za sucha, mikrovlnný ohřev, extruze aj. Trypsinové inhibitory většiny komerčních sójových produktů pro lidskou výživu (tofu, sójové mléko, sójové izoláty a koncentráty a texturované náhražky masa) jsou dostatečně inhibovány, neboť vykazují jen asi 20 % aktivity ve srovnání se syrovými sójovými boby. Inaktivace inhibitorů z 50 až 60 % je přitom nezbytná pro eliminaci jejich nežádoucích efektů (zpomalení růstu, poruchy funkce pankreatu). Také při klíčení zralých sójových bobů dochází k postupnému snížení aktivity Kunitzových inhibitorů, neboť proteolýzou a syntézou *de novo* vznikají jejich modifikované formy. [10]

2.3.7.4 Taniny

Taniny (trísloviny) jsou fenolové sloučeniny interagující s proteiny. Primární příčinou trpké, svíravé nebo také astringentní chuti jsou interakce proteinů slin s některými polymerními fenolovými sloučeninami přítomnými v sójových bobech. Tyto interakce vedou k denaturaci proteinů slin, tím ke ztrátě ochranného vlivu, v důsledku čehož dochází k interakci s proteiny ústní dutiny. Taniny se v sójových bobech vyskytují v množství do 0,45 g.kg⁻¹. Afinita taninů k proteinům závisí na množství hydroxylových skupin a jejich uspořádání, stupni polymerace fenolů, primární, sekundární a terciární struktury proteinu a na dalších faktorech. Při tvorbě komplexů proteinů s taniny se uplatňují především interakce prostřednictvím vodíkových vazeb a hydrofobní interakce. Zvláště silné vazby vodíko-

vými můstky existují mezi sekundární aminoskupinou vázaného prolinu (proteiny slin jsou na prolin bohaté) či amidovou skupinou peptidové vazby a hydroxyskupinami fenolů. [9, 10]

2.3.7.5 Saponiny

Saponiny jsou různorodou skupinou hetroglykosidů. Aglykony saponinů jsou steroidní sloučeniny dvou základních druhů: triterpenové alkoholy, steroly. [10]

Na aglykon je vázán jeden nebo více cukerných zbytků. Jeden cukerný zbytek vázaný na aglykon mají monodesmosidy, dva cukerné zbytky vázané v různých polohách na aglykon mají bisdesmosidy a tři cukerné zbytky mají tridesmosidy. [10]

Saponiny sóji patřící mezi triterpenoidní saponiny jsou saponiny, jejichž aglykony jsou sojasapogenol A, B a E. Saponiny odvozené od sojasapogenolu A jsou bisdesmosidy s cukry vázanými v poloze C-3 a C-22. Některý z cukrů může být acetylován. Acetylované deriváty mají hořkou a svíravou chuť. Většina odrůd sóji obsahuje sojasaponin A_a a B_b jako hlavní zástupce acetylovaných sloučenin. Glykosidy sojasapogenolu B, které postrádají v poloze C-22 hydroxyskupinu, patří mezi monodesmosidy. Cukr je vázán v poloze C-3. Sem náleží sojasaponin B_a a sojasaponin B_b. [10]

Triterpenové saponiny odvozené od sojasapogenolu E (saponiny B_d, resp. B_e) jsou velmi nestálé a při zpracování sóji se redukují na saponiny B_a, resp. B_b. Nativní sojasaponin B_eA při termickém zpracování luštěnin částečně degraduje na sojasaponin B_b a sojasaponin B_e, ze kterého vzniká příslušný aglykon (sojasapogenol E). Sójové saponiny se odstraňují při odhořčování různými technologickými postupy, jako např. loupáním, kyselou hydrolyzou, fermentačními procesy, kdy použitím vhodných mikroorganismů dochází k enzymové hydrolyze saponinů a tím i k odhořčení sójových výrobků. [10]

Saponiny způsobují nežádoucí hořkost a trpkost sójových bobů. Některé antioxidanty mohou vykazovat také příznivé antioxidační účinky jako např. konjugáty saponinu B_b a γ -pyronem. [10]

2.3.7.6 Lektiny

Lektiny jsou všechny proteiny alespoň s jedním centrem jiným než je aktivní (katalytické) centrum, kterým se proteiny reverzibilně váží na specifické monosacharidy a jejich derivá-

ty. Lektiny jsou značně heterogenní skupinou, která se dělí na 3 třídy: merolektiny, hololektiny, chimerolektiny. Obsah lektinů v sójových bobech uvádí Tab. 8. [10]

Hololektiny jsou proteiny obsahující alespoň 2 centra vázající cukry, nemají katalytické funkce. Chovají se jako pravé aglutininy. Do této skupiny patří sójový lektin. Jedná se o tetramerní glykoprotein resp. metaloprotein, neboť obsahuje jedno vazebné místo pro Mn^{2+} a 4 místa pro vazbu kovů s přechodnou valencí. Ve srovnání s lektiny fazolí jsou sójové lektiny poměrně dobře štěpeny v tenkém střevě, přesto však po požití syrových sójových bobů působí antinutričně až toxicky. [10]

Cereální výrobky obsahující sóju vykazují obecně vyšší zbytkovou aktivitu lektinů než jiné rostlinné materiály. [10]

2.3.7.7 Purinové látky

Purinové látky jsou dusíkaté heterocyklické sloučeniny tvořené kondenzovaným pyrimidinovým a imidazolovým kruhem. Ve 100g sójových bobů se nachází 65 mg purinů. Organismus je schopen využít puriny, které přijímá v potravě, stejně tak si je dokáže sám syntetizovat *de novo*. Hlavním místem syntézy jsou játra. Substrátem k syntéze je cukr ribosa a aminokyseliny glycin, glutamin a aspartát. Jako koenzym reakcí slouží folát, tedy kyselina listová. Proto je kyselina listová důležitá pro dělení buněk, protože umožňuje syntézu purinových basí k syntéze nukleových kyselin. [11, 12, 13]

Přebytečné puriny jsou v několika krocích oxidovány na kyselinu močovou. Ta je vylučována močí. Je však ve vodě špatně rozpustná, při její vysoké koncentraci v moči, nebo při nízkém pH moči, může krystalizovat a tvořit tak močové kameny. Při dně, metabolické poruše katabolismů purinů, dochází k nadprodukci kyseliny močové a k hyperurikemii, stavu, kdy je v séru vysoká koncentrace močové kyseliny. Pak se mohou krystalky ukládat v měkkých tkáních nebo kloubech, což způsobuje zánětlivou reakci. Lidé s tímto onemocněním musí sóju, která obsahuje puriny vynechat nebo výrazně omezit ze stravy. [11, 12, 13]

2.4 Sójové výrobky

Zájem o sóju a sójové výrobky v posledních letech rychle stoupá, především díky zdravotnímu podporujícímu efektu sójových bílkovin a isoflavonů. [32]

Jen malá část sóji se spotřebuje bez předchozího průmyslového zpracování. Sójové boby jsou používány na výrobu sójového nápoje, sójového oleje, tofu, mouky ze zralých semen a fermentovaných sójových výrobků jako tempeh, sójová omáčka, japonské miso, natto, čínské sufu. Přestože fermentované sójové výrobky z různých zemí mají charakteristické vlastnosti, mají tyto sójové výrobky několik společných vlastností jako základní přísady, fermentace a metody zpracování. Moderní zpracování, vede k výrobě mnoha nových potravin ze sójových bílkovin, včetně alternativ masa, sójový nápoj s příchutí, sušené sójové nápoje jako mléčné náhražky, kromě toho bílkovinné sójové izoláty a isoflavony, které jsou prodávány jako doplňky stravy. [15, 33, 34, 35]

2.4.1 Sójový olej

Sójový olej extrahovaný ze sójových bobů obsahuje 17 – 22 % tuku, který je tvořen malým množstvím nasycených tuků, je zdrojem ω -3 nenasycených mastných kyselin a neobsahuje prakticky žádný cholesterol (Tab. 17). [36]

Sójový olej se vyrábí extrakcí rozpouštědly, zejména hexanem. Extrahovaný surový sójový olej má nepříjemné organoleptické vlastnosti, které se odstraňují rafinací. Rafinace se skládá z následujících kroků: odsazení, odkyselení, bělení a deodorace. Rafinací se získá sójový olej rafinovaný. Podle dřívějšího rozdělení byl sójový olej řazen podle chování na vzduchu po natření v tenký film mezi polovysychavé oleje. [9]

V sójových bobech je většinou přítomno několik steroidních látek (Tab. 18), ale hlavními steroidy jsou fytosteroly, které brání vstřebávání cholesterolu ze stravy v trávicím ústrojí. Celkový obsah fytosterolů v sójovém oleji činí 1837 – 4089 mg/kg. [6]

Vysoký podíl polynenasycených mastných kyselin, obsažený v sójovém oleji, příznivě přispívá ke snižování cholesterolu a rizika krevních sraženin. Sójový olej je zdrojem vitamínů rozpustných v tucích, z nichž je významný vitamin E, který působí jako přírodní antioxidant, chrání buňky před škodlivými účinky volných radikálů. [36]

Surový a rafinovaný sójový olej obsahuje z běžných rostlinných olejů nejvíce vitamínu E. Jeho obsah činí 530 – 2000 mg/kg. Vitamin E je tvořen z 11 % ve formě α -tokoferolu, přes 60 % ve formě γ -tokoferolu a více než 20 % jako δ -tokoferol, tokotrienoly jsou přítomny v zanedbatelném množství. Sójový olej je dobrým zdrojem vitamínu K, jeho obsah činí 1,39 – 2,90 mg/kg. [9]

Tab. 17. Obsah mastných kyselin v sójovém oleji [6]

Mastná kyselina	Nasyčené [%]	Monoenové [%]	Polyenové [%]
Celkový obsah	14 – 20	18 – 26	55 – 68
Laurová	0,0 – 0,1	-	-
Myristová	0,0 – 0,2	-	-
Palmitová	9,7 – 13,3	-	-
Stearová	3,0 – 5,4	-	-
Arachová	0,1 – 0,6	-	-
Behenová	0,3 – 0,7	-	-
Palmitolejová	-	0 – 0,2	-
Olejová	-	17,7 – 25,1	-
Linolová	-	-	49,8 – 57,1
α -Linolenová	-	-	5,5 – 9,5

Tab. 18. Složení hlavních sterolů v sójovém oleji [6]

	Sterol [%]				
	Cholesterol	Brassikasterol	5-kampesterol	Stigmasterol	Sitosterol
Sójový olej	0,6 – 1,4	0,0 – 0,3	15,8 – 24,2	15,9 – 19,1	51,7 – 57,6

Sójový olej se používá jako stolní olej a také jako surovina pro výrobu rostlinných tuků. [15]

Sójový šrot je vyextrahovaný materiál, který se získává po extrakci surového oleje. Obsahuje 35 – 45 % bílkovin, 1 – 2 % tuku, do 1 % popelovin a různý obsah vlákniny (20 – 30 % bezdusíkatého extraktu). Složení šrotu zaleží na druhu použité olejnině. Používá se jako krmivo, surovina pro výrobu odtučněné sójové mouky, sójových koncentrátů, sójových izolátů, sójových hydrolyzátů aj. [5, 15]

2.4.2 Sójový lecithin

Směs fosfolipidů separovaných ze sójového oleje se získá při rafinaci (odslizování), dále je sušena za vakua, případně bělena. [15]

Sójový lecithin se používá v potravinářském průmyslu jako emulgátor a také při výrobě výživových doplňků. [15]

Sójový lecithin se účastní všech životně důležitých pochodů v těle. Má důležitou úlohu při dodržování zdravých jater a nervového systému. Je považován za velmi dobrý zdroj cholinu, důležité složky mozkové chemické látky acetylcholinu, který hraje významnou roli v řízení paměti a svalové činnosti. Díky své emulgační schopnosti má lecithin vliv na zmenšování velikosti tukových částí v krevním oběhu. Příznivě ovlivňuje hladinu cholesterolu v krvi a tím i proces arteriosklerózy. [37]

2.4.3 Nefermentované sójové výrobky

2.4.3.1 Sójové nápoje

Sójové nápoje, nesprávně nazývané jako sójové mléko, jsou řídké emulze, specifické chuti, připomínající mléko. Jejich složení závisí na použitém technologickém postupu výroby. V každém případě je však velmi odlišné od všech živočišných mlék, a proto ve většině zemí, včetně ČR, nesmí být pro ně používán termín mléko. [15]

Tradiční postup výroby sójových nápojů spočívá v rozemletí namočených sójových bobů, povaření s vodou, odstředění získané emulze (sediment se nazývá *okara*), její pasteraci a homogenizaci. Je patentovaná řada modifikací tohoto postupu. Zcela jiný postup navrhlo Americké ministerstvo zemědělství, který spočívá ve výrobě plnotučné sójové mouky extruzí, její dispergací ve vodě, homogenizaci a následném sprejovém usušení. [15]

Sójové nápoje se vyrábějí i různě ochucené a na trhu jsou i směsi s mlékem kravským v různém poměru. [15]

2.4.3.2 Tofu

Tofu je hlavním zpracovávaným sójovým produktem na světě. Tofu je často nazýváno nesprávně jako sójový tvaroh. Připravuje se srážením sójového mléka, kdy přídatkem kyseliny, $MgCl_2$, $CaCl_2$ nebo $CaSO_4$, vzniká sraženina. Tvorba sraženiny je provázána mecha-

nismy skládajícím se ze dvou kroků: sójové bílkoviny denaturují a následně jsou shromážděny do sraženiny. Ze sraženiny se odstraní přebytečná tekutina a tofu se formuje do požadovaného tvaru. Chuť tofu je jemná až bezvýrazná. Vyrábí se v řadě různých variant, zejména s různými příchutěmi. [15, 32, 38]

Tofu získává stále větší oblíbenost po celém světě jako cenná dietetická náhrada masa, ryb a sýrů. Tofu je bohatým zdrojem bílkovin. Tuk obsažený v tofu je tvořen nenasycenými mastnými kyselinami, neobsahuje cholesterol. Ve 100 gramech tofu je průměrně obsaženo 17 g bílkovin, 8 g tuku, 1,5 g sacharidů, energetická hodnota je asi 280 kJ. [15, 39]

Tofu je vyráběno ve třech druzích: pevné, měkké a hedvábné. Pevné tofu je nejhustější, je vhodné do každého pokrmu. Má nejvyšší obsah bílkovin, tuků a vápníku. Měkké tofu se přidává do kašovitých pokrmů. Hedvábné tofu má krémovou texturu a vyznačuje se nejnižším obsahem tuku. Vyrábějí se také speciální druhy s nízkým obsahem tuku. [31]

2.4.3.3 Sojanéza

Sójanéza je sójový výrobek, který se používá jako napodobenina majonézy. [15]

2.4.3.4 Sójové kávoviny

Sójové kávoviny se využívají jako náhražky kávy. Vyrábí se ze sójových bobů stejným způsobem jako ostatní kávoviny, kdy se sójové boby čistí, krájí, suší, praží a rozemílají. Sójové kávoviny se někdy nesprávně nazývají jako sójová káva. [15, 40]

2.4.3.5 Sójové cukrovinky

Sójové cukrovinky jsou nečokoládové pochoutky. Jsou to cukrovinky obsahující sóju ve formě sójové krupice. Jedná se o cukrovinky ve tvaru tabulek, tyčinek a řezů. [15]

2.4.3.6 Sójové oříšky

Sójové oříšky jsou křehký výrobek podobný ořechům vyráběný loupáním, vařením a sušením sójových bobů nebo jejich pražením v oleji. [15]

2.4.3.7 Sójové výhonky

Sójové výhonky jsou až 10 cm dlouhé, připravené klíčením ve vlhku při teplotě 22 – 30 °C po dobu 4 – 7 dnů. Používají se jako ingredience do řady pokrmů. Jsou bohatým zdrojem vitamínu C. [15]

2.4.3.8 Sójové mouky

Sójové mouky se vyrábějí plnotučné, polotučné a odtučněné. Obsahují 40 – 50 % bílkovin. Při výrobě plnotučných mouk je nutné podrobit rozemleté sójové boby záhřevu za účelem inaktivace antinutričních látek, enzymů a zlepšení organoleptických vlastností. [15]

Používají se především k obohacení různých potravinářských výrobků bílkovinami. Postupně jsou však nahrazovány koncentráty nebo izoláty sójových bílkovin, které mají lepší organoleptické vlastnosti. [15]

2.4.3.9 Koncentráty sójových bílkovin

Koncentráty sójových bílkovin obsahují kolem 70 % bílkovin. Vyrábějí se z odtučněných sójových šrotů nebo mouk odstraněním ve vodě rozpustných sacharidů, minerálních a některých dalších látek. [15]

Existují tři hlavní způsoby odstranění těchto látek: [15]

1. Promývání směsí vody a nižšího alifatického alkoholu (methanol, ethanol, isopropylalkohol) o koncentraci okolo 60 %.
2. Promývání roztokem kyselin o pH 4,2 – 4,5 (izoelektrický bod sójových bílkovin).
3. Tepelná denaturace a extrakce vodou.

Koncentráty sójových bílkovin se používají pro výrobu dalších sójových výrobků nebo jako přídavek do jiných potravinářských výrobků (mastných, mléčných, pekařských aj.). [15]

2.4.3.10 Izoláty sójových bílkovin

Izoláty sójových bílkovin obsahují 90 – 95 % bílkovin. Vyrábějí se většinou extrakcí bílkovin ze sójových šrotů vodou s přídavkem alkálií (NaOH, NH₃, aj.) o pH 7,5 – 9,0 při teplotě 80 °C. Pevné podíly se z extraktu odstraní filtrací, rozpuštěné sloučeniny na ionexech,

aktivním uhlím a ultrafiltrací. Z vyčištěného extraktu se bílkoviny získají vysrážením v izoelektrickém bodě, promytím a sprejovým usušením. [15]

Uplatňují se při výrobě dalších sójových výrobků nebo jako přídavek do jiných potravinářských výrobků (mastných, mléčných, pekařských aj.). [15]

2.4.3.11 Texturované sójové bílkoviny

Texturované sójové bílkoviny se většinou používají jako náhrady masa nebo jako přídavek do masných výrobků. Vyrábějí se ze sójových mouk a krupic, sójových koncentrátů nebo izolátů. Principem výroby je přeměna globulárních bílkovin sóji na fibrilární bílkoviny připomínající bílkoviny masa. [15]

Na trhu jsou dva základní typy texturovaných sójových výrobků. Výrobky extrudované a spřádané, oboje jsou barevné nebo nebarvené, aromatizované nebo nearomatizované. U spřádaných sójových výrobků se vlákna sójových bílkovin, která se vytvoří protlačáním roztoku sójových bílkovin, o pH 12-13, matricí s otvory o průměru kolem 75 µm do kyselého média o pH 2,5, spřádají podobným postupem jako syntetická vlákna pro textilní průmysl. U texturovaných sójových výrobků texturace sójových bílkovin extruzí probíhá na stejném principu jako extruze cereálních materiálů. V České republice jsou na prodej např. sójové kostky, plátky, granulát aj., někdy barevné. Pro žádný výrobek nesmí být používán termín sójové maso, protože se složením a následně i výživovou hodnotou výrazně odlišuje od masa zvířat. Podle současné české legislativy se musí používat termín sójový výrobek. [15]

2.4.3.12 Sójová vláknina

Jedná se o vlákninový koncentrát, který slouží jako výživový doplněk. Sójová vláknina se vyrábí ze sójových bobů, nejčastěji ze sójového endospermu. Jde o bílý prášek, který lze snadno vnášet do potravin a nápojů. Sójová vláknina má vysokou schopnost vázat vodu (7:1). Lze ji používat do mléčných výrobků a pečiva. [15, 27]

2.4.4 Fermentované sójové výrobky

2.4.4.1 Sójová omáčka

Sójová omáčka je tradiční čínské fermentované koření vyráběné se ze sójových bobů a pšeničné mouky. Fermentace uděluje sójové omáčce lahodnou chuť, ale také podporuje trávení. Sójová omáčka koji je tradičně připravována pomocí plísní *Aspergillus oryzae* nebo *Aspergillus sojae* rostoucím na surovém materiálu obsahujícím směs vařené odtučněné sójové mouky a pražené pšeničné mouky. Sójová omáčková kaše získaná mícháním této směsi se solným roztokem se poté nechá zrát různou dobu. Během fermentace sójové omáčky jsou bílkoviny v syrovém materiálu hydrolyzovány na peptidy, aminokyseliny a amoniak o malé molekulové hmotnosti v závislosti podle použitých proteas *A. oryzae* nebo *A. sojae*. [15, 41, 42]

Sójová omáčka má široké použití při ochucování pokrmů. [15]

2.4.4.2 Zakysané sójové výrobky

Jedná se o výrobky podobné jogurtům, vyráběné ze sójových nápojů, případně z jejich směsí s kravským mlékem, zakysáním jogurtovými kulturami. [15]

2.4.4.3 Tempeh

Tempeh je tradiční indonéské jídlo, připravené fermentací oslupkovaných a vařených sójových bobů s plísní rodu *Rhizopus* (hlavně *Rhizopus oligosporus*) do kompaktního a plátkovitého koláče. Fermentace způsobuje degradaci inhibitorů protáz Bowmanova-Birkova typu. Tempeh má všechny výživné vlastnosti jako tofu. Vyznačuje se vysokým obsahem vlákniny. [31, 43, 44]

2.4.4.4 Miso

Jedná se o slané koření ve formě hladké pasty, vyrobené ze sójových bobů, obilovin, soli a mikrobiální kultury *Bacillus subtilis* a *Aspergillus oryzae*. Dozrává dlouhým procesem v cedrových kádích. Výroba trvá obvykle jeden až tři roky. Miso je charakteristické pro japonskou kuchyni. Japonci z něho připravují miso polévky a používají ho k ochucení polévek, omáček, dresinků, marinád atd. [44, 45]

2.4.4.5 Sufu

Sufu je sýr tofu, který je fermentovaný plísní *Actinomucor elegans*. Je vyráběný hlavně v Číně. [15]

V zemích jihovýchodní Asie se připravuje řada dalších výrobků a pokrmů, v ČR neznámých. Z nefermentovaných sójových výrobků např. okara (drť vlákniny vznikající při výrobě sojového mléka), z fermentovaných sójových výrobků např. natto (fermentované, uvařené sójové boby). [15, 46]

2.5 Zdravotní účinky sóji luštěnaté

2.5.1 Působení proti arterioskleróze

Sója působí preventivně na ischemickou chorobu srdeční a snižuje riziko infarktu myokardu. Pravidelná konzumace sóji chrání organismus před arteriosklerózou, protože díky ní je krev řidší, a tím se zlepšuje proudění krve přes koronární artérie. [20, 21]

Sója a její výrobky, stejně jako veškerá rostlinná strava, neobsahují cholesterol. Jsou bohaté na nenasycené mastné kyseliny, které pomáhají snižovat jeho hladinu v krvi. Složení mastných kyselin sójových lipidů je z hlediska výživového příznivé vzhledem k vysokému obsahu polyenových mastných kyselin, zejména kyseliny α -linolenové, která jako kyselina řady n-3 má význam v prevenci kardiovaskulárních onemocnění a příjem kyselin této řady je u naší populace nedostatečný. [20, 21]

Sójový olej prakticky neobsahuje cholesterol, obsahuje však poměrně vysoké množství (250 mg/100 g) rostlinných sterolů (fytosterolů), které brání vstřebávání cholesterolu ze stravy v trávicím ústrojí. [21]

Ke snížení krevních lipidů a hlavně cholesterolu dochází také systematickou náhradou živočišných bílkovin bílkovinami rostlinnými např. sójovými. Sójové bílkoviny na rozdíl od bílkovin živočišných nejsou spojeny s příjmem cholesterolu a tuku. [21]

Fytoestrogeny obsažené v sóji mohou mít také pozitivní vliv na srdeční onemocnění i prostřednictvím snižování koncentrace lipidů a lipoproteinů v plasmě. Vliv fytoestrogenů je podobný příznivému účinku estrogenu na rizikové faktory ischemické choroby srdeční u

postmenopauzálních žen. Isoflavonoidy přijímané v potravě mají schopnost snižovat hladinu celkového cholesterolu v krvi a upravují poměr HDL a LDL lipoproteinů. Zatímco hladina LDL klesá, HDL je vyšší. Dochází také ke snižování hladiny triacylglyceridů v krevní plazmě. Tím se zvýší průchodnost a pružnost cév a následkem je menší výskyt srdečních příhod. [30]

2.5.2 Antikarcinogenní působení

Vznik rakoviny je dán změnami v genotypu, které se projeví transformací normální buňky na maligní. Některé difenolické fytoestrogeny s hormonální aktivitou mají antikarcinogenní účinky, jsou to především isoflavonoidy. V sójových bobech se nachází prekurzory těchto biologických látek. Rostlinné isoflavonoidové glykosidy jsou střevními bakteriemi převáděny na sloučeniny se slabou hormonální estrogenní aktivitou, ale také s antioxidační aktivitou, mají tedy nejenom vliv na metabolismus pohlavních hormonů a jejich biologickou aktivitu, ale ovlivňují také intracelulární enzymy, syntézu proteinů, působení růstového faktoru, proliferaci maligních buněk, diferenciaci. Epidemiologické studie toto zjištění potvrdily, jelikož nejvyšší hladiny těchto sloučenin jsou přítomny v potravě v těch zemích či regionech, kde mají nejnižší výskyt rakoviny. Zdá se, že isoflavonoidy mají protektivní roli vůči několika typům rakoviny (rakovina prsu, prostaty, tlustého střeva). Také se zdá, že působí jako prevence kardiovaskulárních chorob a osteoporózy, díky svým estrogenním a antioxidačním efektům. [47]

2.5.3 Působení proti osteoporóze

Osteoporóza je spojena s menopauzou žen. Menší koncentrace estradiolu (druh estrogenu) během menopauzy způsobuje to, že je kalcium vyplavováno z kostí do krevní plasmy a tím může dojít ke vzniku osteoporózy. Díky tomu, že sója zvyšuje hladinu vápníku v kostech, je účinným prostředkem prevence osteoporózy. Tato vlastnost je dána působením isoflavonů obsažených v sóji. Sójové isoflavony podporují růst kostí – stejně jako estrogen – ale na rozdíl od estrogenu, nevedou ke vzniku rakoviny prsu a dělohy. Isoflavony jsou schopny nahradit klasické hormony podávané hormonální léčbou. Zvýšením hladiny isoflavonu v organismu se rapidně sníží vyplavování kalcia z kostí. [20, 30]

Studie provedena u žen v menopauze, kdy po dvanáct měsíců byl podáván genistein za sóji a 17β -estradiol, biologicky neaktivnější estrogen, sledovala hladina minerálů v kostech,

obsah minerálů v kostech a výskyt specifické kostní alkalické fosfatázy. Výsledkem bylo zjištění, že genistein působil zvýšeným nárůstem kalcia v kostech, kdežto u 17 β -estradiolu takový efekt nebyl. Efekt se projevil na skladbě stehenní kosti. [30]

2.5.4 Působení proti příznakům menopauzy

Menopauza (klimakterium) je definitivní ukončená menstruace žen. V tomto období klesá produkce ovariálních hormonů. Objevují se známky estrogenního deficitu. Klimakterium nastupuje zpravidla mezi 45. – 55. rokem ženy. V časném klimakteriu je nedostek estrogenů provázen především vazomotorickými a psychickými příznaky. Tyto obtíže jsou většinou přechodné, trvají zhruba 1–2 roky. Trpí jimi asi 80 % žen. Deficit estrogenů má vliv na funkci, řízení a strukturu mnoha orgánů. Souhrně jsou tyto změny nazývány „výpadovými jevy“. Mezi tyto jevy patří např. návaly pocení, bušení srdce, poruchy spánku, bolesti kloubů, zvýšená nervozita, lítostivost atd. [48]

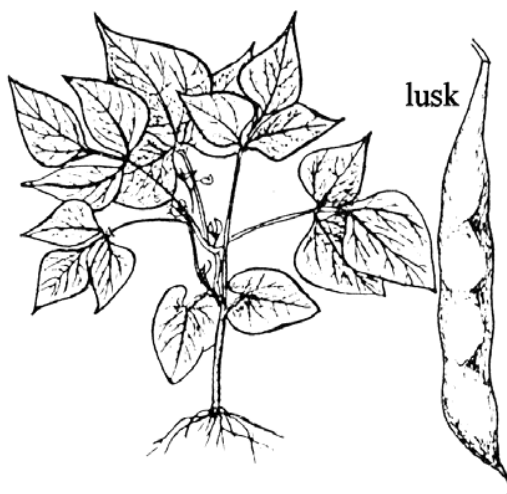
Ženám, které mají relativní kontraindikaci užívání estrogenní substituční léčby, nebo ji nechtějí užívat, přinášejí přírodní nesteroidní isoflavony alternativu v léčbě klimakterických obtíží. Zejména návaly, pocení, nespavost, ale i pocit únavy se během několika týdnů mohou částečně nebo i úplně zlepšit či zcela odeznít. Isoflavony, obsaženy v sójových bobech, představují skupinu vysoce aktivních rostlinných látek, xenobiotik, která je možnou alternativou k substituční léčbě estrogeny. Nabízí méně rizik s dobrými výsledky a příznivým ovlivněním zdravotního stavu. Klinické i laboratorní výsledky prokázaly, že podávání fytochemikálií přispívá k prevenci chorob mající svůj původ v oxidačním poškození biologických struktur (ateroskleróza, kardiovaskulární onemocnění), v prevenci osteoporózy, upravuje suchost kůže, sliznic, zvýšené padání vlasů. Při dlouhodobém podávání zlepšuje psychickou stabilitu ženy a pomáhá redukovat menopauzální příznaky. Flavonoidy jednoznačně vykazují významnou steroidní hormonální aktivitu, současně mají účinek v modifikování rizika vzniku karcinomu. V prevenci nádorového bujení obecně inhibují neovaskularizaci a proliferaci tumorózních buněk ovlivněním enzymové aktivity a metabolismu DNA. Epidemiologické studie prokázaly významné snížení nádorů závislých na estrogen, osteoporózy i kardiovaskulárních onemocnění u populací tradičně konzumujících vysoké dávky flavonoidů (Asie). [48]

3 FAZOL OBECNÝ

Fazol obecný (*Phaseolus vulgaris* L.) je celosvětově rozšířenou luštěninou. Fazol má více než 200 druhů, z nichž většina pochází z Ameriky, část z Asie. Do střední Evropy se fazole dostaly v 16. století. U nás má hlavní význam fazol obecný. [8]

Lodyha fazolu je dole kulatá, v horní části nezřetelně čtyřhranná a podle druhu buď přímá nebo levotočivě ovíjivá. Listy jsou trojčetné. Květy jsou poměrně velké, převážně bílé s dlouhou dobou kvetení. Lusky jsou dlouhé 10 – 15 cm, srpovitě zahnuté, zakončené špičkou. Barva zralých lusků je bílá až žlutá, nebo zůstává zelená. V lusku bývá 5 – 6 semen. Semena jsou ledvinovitá, ale též vejčitá, bílá, tmavá nebo strakatá. [8]

Z hlediska technologie pěstování se fazol rozlišuje na fazol keříčkový a fazol popínavý. Oba typy se pěstují pro semena nebo zelené lusky. Fazol popínavý bývá úrodnější, semena mívají tmavší tužší slupku, jsou bílá nebo barevná. Keříčkové typy dozrávají zpravidla hromadně a jsou vhodné pro mechanizovanou sklizeň. Semena mají tenkou slupku a jsou obvykle bílá. [8]



Obr. 2. Fazol obecný, keříčková forma [8]

Látkové složení fazolí v podstatě kopíruje chemickou skladbu ostatních luštěnin. Látkové složení fazolu obecného (Tab. 1) je tvořeno bílkovinami, tukem, sacharidy, minerálními látkami a také vitamíny. [8]

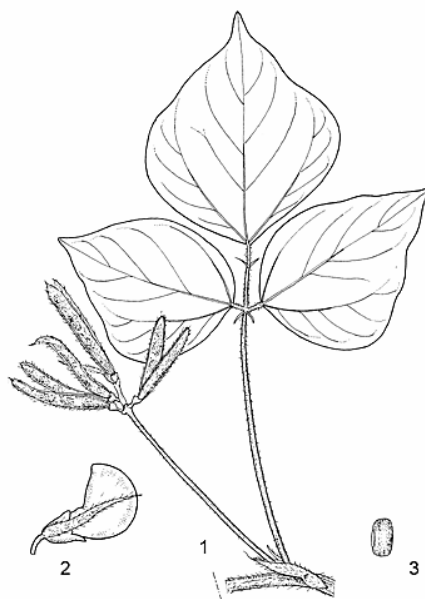
Nevýhodou fazolu je poměrně nízká stravitelnost bílkovin. Snižují jí přítomné třísloviny, inhibitory enzymů a kyselina fytová. Lektiny vykazují vysokou akutní orální toxicitou pro člověka. Jsou popsány případy hromadných otrav po konzumaci syrových fazolí. Inhibitory enzymů a lektiny se inaktivují delším varem, třísloviny však zůstávají a mohou vázat až 10% bílkovin do nestravitelných forem. Třísloviny, podobně jako vláknina, jsou soustředěny hlavně ve slupkách, stravitelnost bílkovin je tedy lepší v odslupkovaných fazolích než v celých semenech. [3]

Vyzrálých fazolových semen se používá k vaření polévek, salátů a příloh, nebo ke konzervování. Semeno je dobře vařivé, ale méně stravitelné než u hrachu. Zelené lusky se zužitkují čerstvé nebo se konzervují celé, případně rozřezané. Jsou lépe stravitelné než suchá semena, obsahují velké množství vitamínů. [8]

4 FAZOL MUNGO

Fazol mungo (*Vigna mungo*) je druh drobnozrnné fazole, staré kulturní rostliny, která se z Indie rozšířila do Východní a Střední Asie. V současné době má pěstování fazolu mungo hlavní význam v Indii, ale do jisté míry je také pěstováno v tropické Asii, Africe. Ve Spojených státech a Austrálii je pěstováno hlavně kvůli sklizni píce. [3, 49]

Lodyha fazolu mungo je vzpřímená nebo vystoupavá, 20-80 cm vysoká. Listy jsou trojčetné, květy žluté po 5-6 v hrozu. Lusk je válcovitý, 4-7 cm dlouhý, chlupatý a obsahuje 6-10 zelených nebo černých válcovitých semen, dlouhých 4 mm. [8]



Obr. 3. *Fazol mungo* [49]

Ve 100 gramech jedlé části fazolu mungo je obsaženo: voda 8,6 g, energie 1470 kJ (351 kcal), bílkoviny 25,1 g, tuky 1,8 g, sacharidy 61,0 g, hrubá vláknina 4,4 g, Ca 196 mg, Mg 260 mg, 575 mg P, Fe 6,8 mg, Zn 3,1 mg, vitamín A 114 mg, thiamin 0,36 mg, riboflavin 0,28 mg, niacin 1,8 mg, vitamin B₆ 0,28 mg, kyselina listová 628 µg kyseliny askorbové a 4,8 mg. Složení základních aminokyselin na g dusíku: tryptofan 65 mg, lysin 415 mg, methionin 91 mg, fenylalaninu 365 mg, threonin 217 mg, valin 351 mg, leucin a isoleucin 518 mg a 319 mg. [49]

Fazol mungo vesměs rychle dozrává a je proto vhodný pro suché oblasti. Jedná se o teplo sezónní plodinu, která je v Indii pěstována jak v létě tak i v zimě, a to do nadmořské výšky až 1800 metrů. [3, 49]

Fazol mungo na rozdíl od jiných luštěnin nevyvolává žádné nadýmání. Konzumují se zralá semena nebo zelené lusky jako zelenina. Zralá semena a naklíčené rostliny jsou vysoce ceněny vegetariány. Z fermentovaných semen se připravují kořeněné mungové pasty a z nich se v tuku smaží placičky nazývané papadam, podobné středoamerické a jihoamerické tortille. [3]

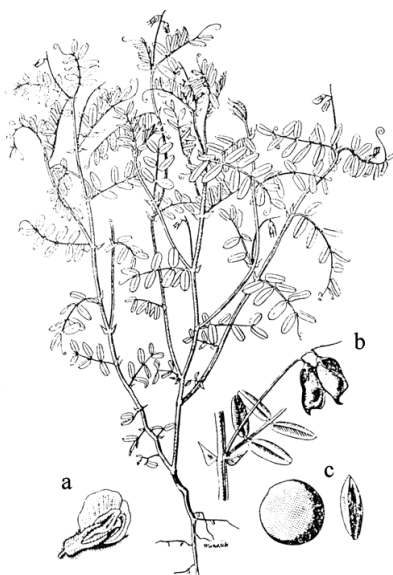
Mouka ze semen fazolu mungo se používá jako náhrada za mýdlo, které činí kůži jemnou a hladkou. V tradiční medicíně, se semena používají pro své proti zánětlivé, chladiivé a stahující vlastnosti např. jako obklady na abscesy. [49]

5 ČOČKA JEDLÁ

Čočka jedlá (*Lens culinaris Med.*) patří k nejstarším kulturním plodinám. Pochází údajně z Přední Asie, kde byla pěstována již od 3. tisíciletí před naším letopočtem, oblíbená byla i ve starém Egyptě. Její zralé lusky jsou jako zelenina konzumovány především v Indii, u nás je známa v podobě suchých zralých semen, odrůdově různě velikých a zbarvených od žluté a zelenožluté až po hnědou a oranžově červenou barvu. [3]

V Indii je údajně pěstováno více než 50 druhů čočky. U nás se čočka pěstuje v teplejších oblastech. Její semeno klíčí za vyšší půdní vlhkosti při teplotě 4 - 5°C. Vytváří kulový kořen, který se větví, ale neproniká hluboko do půdy. Z počátku roste čočka pomalu, teprve v době počátku kvetení se stonek prodlužuje a rozvětňuje. Rostlina má krátkou vegetační dobu, 100 až 120 dní. [8]

Lodyha je čtyřhranná, vysoká asi 20-60 cm, poměrně slabá, na bázi bohatě větvená a při zrání poléhavá, takže se obtížněji sklízí. Listy jsou sudozpeřené, pětičetné až sedmičetné ukončené krátkou úponkou. Květy jsou drobné, světle fialové, v počtu 1 – 3 na dalších stopkách. Čočka kvete velmi dlouho (asi polovinu vegetační doby) a proto také nestejně zraje. Často jsou na spodní části lodyhy již zralé lusky, ale horní část teprve kvete. Lusky jsou krátké, široké, ploché s 1 – 3 semeny. Semena jsou kulatá, barvy převážně žluté, podle odrůdy i jinak zbarvené. [8]



Obr. 4. Čočka jedlá [8]

Čočka obsahuje 23,8 % bílkovin a 45 % škrobu. Je stravitelnější než hrách. Ze všech luštěnin má nejmenší obsah vlákniny, jen 3,6 %. Je bohatá na vitaminy skupiny B a minerální látky (Tab. 5). Obsah antinutričních látek je nízký. [2, 8]

Čočka se vyznačuje nízkým glykemickým indexem, což znamená, že pokrmy z čočky přispívají k pomalejšímu trávení sacharidů, prodlužují pocit sytosti. [3]

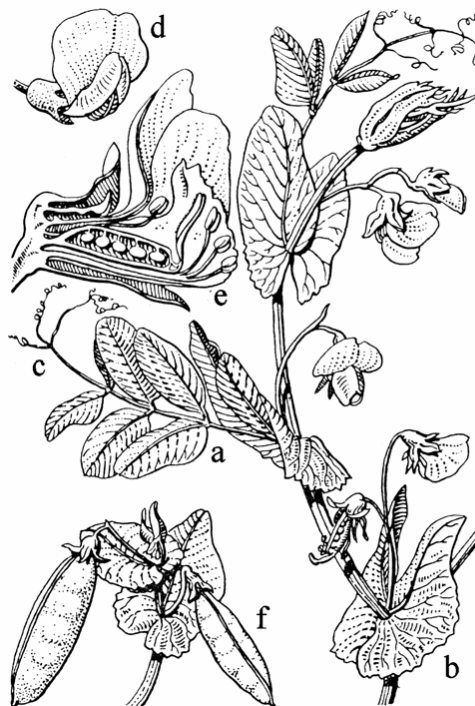
Pro potravinářské účely se využívají suchá semena čočky. Čočka se připravuje jako samostatný pokrm na sladkokyselo, jako příloha nebo pro různé saláty, kaše nebo polévky. [2, 24]

6 HRÁCH SETÝ

Z hlediska potravinářského využití luštěnin je hrách, díky mnohostrannosti využití, v evropských podmínkách, nejdůležitější luštěninou. [3]

Hrách pochází pravděpodobně z jižní Asie, jeho původní formy jsou rozšířené až po Indii a Tibet. Na území Evropy byl znám již v období neolitu. Nejdříve se pěstoval drobnozrný hrách, teprve později velkozrný. Ještě v 17. a 18. století byl hrách ve formě nedozrálých sladkých semen považován za lahůdku a jako takový dostupný jen labužníkům z vyšších vrstev obyvatel. Teprve později se stal běžnou luštěninou. [3]

Hrách setý (*Pisum sativum L.*) má lodyhu nezřetelně čtyřhrannou, značně poléhavou a popínavou. Listy jsou sudozpeřené, zakončené úponky. Květy jsou bílé v řídkých hroznech. Květ je samosprašný. Lusk je podlouhlý, téměř válcovitý, rovný nebo šavlovitě zahnutý, zploštělý, barvy zelené se čtyřmi až šesti semeny. Semena jsou kulatá, hladká, různě velká podle typu hrachu, zelená nebo žlutá. Na barvu semen mohou mít vliv i vnější podmínky. Je-li při dozrávání střídavě deštivé počasí mohou odrůdy hrachů se zelenými semeny změnit barvu semen do žluta. Semena odrůdy žlutosemenné mohou zůstat zelená, jsou-li sklizena předčasně. [8]



Obr. 5. Hrách setý [8]

Hrách obsahuje kolem 22 % bílkovin a 45 % škrobu. Důležitý je i značný obsah fosfolipidu lecitinu a popelovin. Hrách s vyšším obsahem lecitinu je hůře vařivý. Z vitamínů jsou nejvíce zastoupeny vitamíny skupiny B, ale v nezralých semenech se nachází také vitamín C. [2, 8]

Chemická skladba semen hrachu souvisí úzce i s technologickými vlastnostmi, jako jsou bobtnavost, vařivost a stejnoměrnost vaření. [3]

Nezralá semena hrachu se požívají za syrova anebo se konzervují mražením či sterilací ve slaném nálevu. Suchá semena se pak konzumují přímo ve formě pokrmů anebo se zpracovávají do sáčkových polévek, kaší, pomazánek apod. Neloupaný hrách se před vlastní přípravou namáčí ve vodě (zpravidla přes noc), loupaný se rovnou vaří. [3]

7 CIZRNA BERANÍ

Cizrna beraní (*Cicer arietinum L.*) pochází z oblasti středního východu. Dle archeologických nálezů cizrnu pěstovaly už starověké civilizace před 7000 lety, Egypťané, Řekové i Římané. V posledních letech roste zájem o tuto luštěninu, která se celosvětově řadí hned za sóju, fazol a hrách. [3]

Největší pěstitelský význam má ve Střední Asii, Indii a Pákistanu, na americkém kontinentu v Mexiku, Argentině a Peru a bez významu není ani v Austrálii a severní Africe (Tunisko). V Evropě patří mezi hlavní producenty Španělsko, Řecko, Francie (j jižní oblast) a Itálie. V minulosti se cizrna pěstovala v nezanedbatelném množství také u nás. Dnes se pěstování omezilo více méně na zahrádkářskou úroveň. [3]

Cizrna se pěstuje ve 2 typech: potravinářská kabuli, která má semena smetanově zbarvená, velká 250-600 mg, a krmná desi, se semeny hnědými nebo černými, hmotnost 90-200 mg. [8]

Cizrna má krátkou vegetační dobu (70 - 90 dní). Lodyha je vzpřímená, asi 30-60 cm vysoká, značně rozvětvená, s listy lichozpeřenými. Lodyha s listy mají rezavé žláznaté trichómy, které na obranu proti hmyzu vylučují lepkavou tekutinu, jež obsahuje kyselinu šťavelovou a jablečnou. Lodyha při dozrávání dřevnatí a proto se nedá použít ke krmným účelům. Květy jsou drobné, barvy bílé, růžové nebo fialové. Lusky jsou krátké, vyduté s 1 až 2 semeny. Lusky nepukají a za sucha neopadávají. Semena jsou středně velká s prohloubenou pupkovou částí, barvy převážně bělavé s charakteristickým protaženým výčnělkem. [8]



Obr. 6. Cizrna beraní [8]

Semena cizrny se vyznačují vysokým obsahem (20-30%) velmi kvalitních bílkovin (obsah lysinu 7 %). V kombinaci s obilovinami proto tvoří cizrna výborný zdroj plnohodnotných bílkovin. Také vláknina má z hlediska nutričního vysoké parametry. Obsah tuků činí 6-7 % a z nenasycených mastných kyselin je vysoký obsah kyseliny linolové. Cizrna je poměrně bohatým zdrojem celé řady minerálních látek, z nichž je třeba jmenovat zvláště vápník, železo, hořčík, fosfor a draslík a některých ve vodě i tučných rozpustných vitaminů. Udává se také, že cizrna není tak nadýmavá jako ostatní luštěniny. [3]

Z ostatních luštěnin má cizrna nejbližší příbuznost k hrachu, obsahuje ale více vlákniny a více tuku. [3]

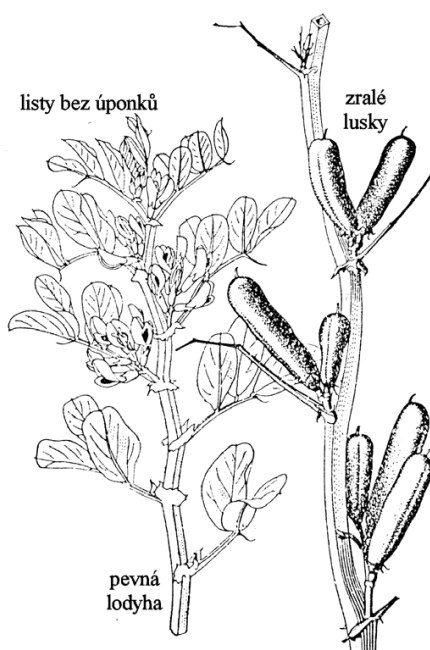
Cizrna patří k plodinám, o které mají v poslední době konzumenti stále vyšší zájem. Pře-
vážně jsou konzumována celá zrna nebo odslupkovaná zrna (dhal). Používají se také další
způsoby úpravy cizrny - fermentování, paření, smažení či pražení semen. Využívají se jako
příloha k masu (jako hrách), dále pro konzervářský průmysl, rozemletá do salámů, cuk-
rářských výrobků, na výrobu mouky, jež se přidává k mouce chlebové, do makarónů.
Sešrotovaná semena jsou velmi dobrým jadrným krmivem. Využívala se také jako kávovi-
na. Pražená byla známá jako "Café de France" od 18. století, zejména v okolí Dijonu. Na
Balkáně bylo téměř tradicí, že se pravá zrnková káva připravovala s přidáním malého
množství pražené a umleté cizrny, což nápoji udržovalo žádoucí pěnu. [2, 8]

8 BOB OBECNÝ

V Jordánsku byl bob obecný (*Vicia faba L.*) nalezen z období 6500 let př. n. l., v průběhu 3. tisíciletí př.n.l. se jeho pěstování rozšířilo téměř po celé Evropě, kde v předkolumbovské éře plnil funkci fazolí. Do Číny se bob dostal mnohem později (císař Chin-nong údajně přivezl bob roku 2822 př.n.l., jistě je doloženo pěstování roku 100 př.n.l.), v Japonsku až 700 n.l.. [8]

Na celkové světové roční produkci 4300 tisíc tun se nejvíce podílí Čína (2700 tis. tun). V Evropě je ročně produkováno asi 550 tis. tun, z toho v Itálii 200 tis. tun. V České republice je bob obecný pěstován hlavně jako krmivo. Jeho semeno poskytuje dobře stravitelný krmný šrot, ale jeho vysoké krmné dávky způsobují zažívací potíže. Zelenou rostlinu lze použít k přímému zkrmování. [8]

Bob obecný je jednoletá samosprašná hmyzosubná bylina. Má dlouhou vegetační dobu, je však otužilý a proto jej lze pěstovat i v chladnějších polohách. Bob má silný kulovitý kořen. Lodyha je pevná, hranatá, vysoká kolem 1 m. Listy jsou 1 – 4 jařmé, zakončené hrotem. Květy jsou bílé s tmavými skvrnami na křídlech. Lusk je silný, kožovitý, černý s 3 až 5 semeny. Semena jsou velká, výrazně hranatá a převážně hnědá. [8]



Obr. 7. Bob obecný [8]

Semena bobu obsahují až 30 % proteinů, 40 % škrobu, 4 % nízkomolekulárních sacharidů a asi 2,7 % minerálních látek. Hrubé vlákniny obsahují semena okolo 8 %. Obsah lipidů je nízký, jen 1,4 %. Bob obsahuje také některé antinutriční látky. Patří k nim třísloviny, které se nacházejí v odrůdách barevně kvetoucích v množství až 10 %, v bíle kvetoucích odrůdách je ale jejich obsah nízký až nulový. Dalšími antinutričními látkami jsou glykosidy vicin a konvicin. Tyto glykosidy se mohou vstřebávat do krve, kde se za přítomnosti kyslíku štěpí a vytvářejí volné radikály. Pokud nejsou volné radikály vycity, mohou poškozovat buňky. To se nejvýrazněji projevuje u červených krvinek, což vede k hemolytické anemii. U lidí je popsáno onemocnění způsobené konzumací bobu fabismus, které může být až smrtelné. Jedná se o hemolytickou anemii u osob s genetickým nedostatkem enzymu glukoso-6-fosfátdehydrogenázy v erytrocytech. Konzumace vyšších dávek bobu způsobuje také zhoršení využitelnosti železa a zinku. Tepelná úprava jeho dietetické vlastnosti zlepšuje. [2, 8]

Potravinářsky se využívá bob zahradní (sviňský) s velkými plochými semeny. Využívají se k výrobě konzerv. [8]

ZÁVĚR

Luštěniny patří do čeledi bobovitých, tvoří třetí největší čeleď mezi kvetoucími rostlinami. Mezi luštěniny jsou zařazeny jako samostatná skupina: hrách setý, čočka jedlá, fazol obecný, cizrna beraní, bob obecný, sója luštinatá, fazol mungo.

Luštěniny jsou vhodným zdrojem energie a bílkovin bez současného příjmu tuku. Neobsahují cholesterol, přítomny jsou rostlinné steroly, působící příznivě v prevenci kardiovaskulárních i některých nádorových onemocnění. Z hlediska výživového, zejména pro diabetiky, je významný nízký glykemický index.

Hlavní význam luštěnin spočívá v jejich vysokém obsahu bílkovin. Bílkoviny luštěnin nejsou z biologického hlediska plnohodnotné, chybí především sirné aminokyseliny. Kombinaci s bílkovinami obilovin poskytují bílkovinu plnohodnotnou. Oligosacharidy rafinosa, verbaskosa, stachyosa a ajugosa jsou považovány za hlavní příčinu nadýmání. Fosfolipidy obsažené v tuku luštěnin mohou snadno podléhat oxidačnímu a hydrolytickému žluknutí, jehož důsledkem je tmavá barva a hořká chuť luštěnin. Z minerálních látek jsou v luštěninách zastoupeny draslík, fosfor a vápník, železo, zinek, mangan, měď, nikl, kobalt, molybden. Luštěniny jsou bohaté na vitamíny skupiny B. Přítomny jsou také některé anti-nutriční látky, mezi které patří třísloviny, inhibitory proteas, lektiny, antigenní bílkoviny, saponiny a purinové látky.

Sója má, díky svému odlišnému složení, mnohem širší využití v lidské výživě než ostatní luštěniny, a proto v současné době představuje světově nejvýznamnější a nejrozšířenější luštěninu.

Sója obsahuje velké množství bílkovin, více než kterýkoliv jiný rostlinný materiál. Bílkoviny sóji mají vysokou biologickou hodnotu, mohou sloužit jako náhrada živočišných proteinů. Jsou vhodné jako doplněk méně kvalitních bílkovin, např. z kukuřice nebo pšenice. Složení mastných kyselin sójových lipidů je z hlediska výživového příznivé vzhledem k vysokému obsahu polyenových mastných kyselin, zejména kyseliny α -linolenové, která jako kyselina řady n-3 má význam v prevenci kardiovaskulárních onemocnění. Sójové bobky jsou také zdrojem lecitinu, který je důležitý pro činnost nervového systému, snižuje hladinu cholesterolu v krvi a plní celou řadu dalších funkcí. Sója obsahuje významné množství vitamínů, především ze skupiny B (B_1 , B_2 , niacin, B_5 , B_6), biotin a vitamin E a K.

Z minerálních látek obsažených v sóji má pro lidskou výživu největší význam vápník, fosfor, hořčík a především železo, jejich využitelnost je však poměrně nízká. Sója obsahuje také některé přírodní toxické a antinutriční látky mezi které patří inhibitory enzymů, dále fytoestrogeny, saponiny, lektiny, purinové látky a fytosteroly. Fytoestrogeny tvoří nejvýznamnější nevyživnou složku sóji. Fytoestrogeny, zejména isoflavony mají příznivé účinky v prevenci arteriosklerózy, na průběh menopauzy, osteoporosy u žen po menopauze a některých typů nádorových onemocnění.

Významné jsou také sójové výrobky, které prakticky neobsahují cholesterol. Sójový olej obsahuje poměrně vysoké množství rostlinných fytosterolů, které brání vstřebávání cholesterolu ze stravy v trávicím ústrojí. Jako mléčná náhražka slouží sójové nápoje, které využívají lidé trpící intolerancí laktosy. Významné jsou také doplňky stravy - bílkovinné sójové izoláty, isoflavony a sójový lecithin.

Sójové boby a sójové výrobky z nich vyrobené jsou cenným zdrojem mnoha živin a ochranných látek a obohacují jídelníček o pokrmy s neobvyklými chutěmi. Mají také význam v řadě různých diet.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HRABĚ, J., KOMÁR, A. *Technologie, zbožíznařství a hygiena potravin*. Vyškov: Vysoká vojenská škola pozemního vojska ve Vyškově, 2003. 163 s.
- [2] TICHÁ, M., VYZÍNOVÁ, P. *Polní plodiny*. Brno: VFU, 2006. 44 s.
- [3] RUGER, J. a kol. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. 1. vyd. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský a.s., 2008. 327 s. ISBN 9788086576282.
- [4] ŽDÁRSKÝ, J., BENDA, V. *Biologie II*. Praha: VŠCHT, 1993. 252 s.
- [5] HRABĚ, J., BUŇKA, F., HOZA, I. *Technologie výroby a potravin rostlinného původu*. 1. vyd. Zlín: UTB, 2007. 189 s.
- [6] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 1*. 1. vyd. Tábor: Osis, 1999. 352 s. ISBN 80-902391-3-7.
- [7] JANÍČEK, G., HALAČKA, K. *Základy výživy*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 1985. 174 s.
- [8] BENDA, V., BABUREK, I., ŽDÁRSKÝ, J. *Biologie II, nauka o potravinářských surovinách*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 200. 195 s.
- [9] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 2*. 1. vyd. Tábor: Osis, 1999. 304 s. ISBN 80-902391-4-5.
- [10] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 3*. 1. vyd. Tábor: Osis, 1999. 342 s. ISBN 80-902391-5-3.
- [11] *Purin* [online]. [cit. 2009-2-20]. Dostupný z WWW: <http://encyklopedie.seznam.cz/heslo/460242-purin>.
- [12] *Dialog Edukační bulletin pro diabetiky* [online]. [cit. 2009-2-20]. Dostupný z WWW: <http://www.diabetesmellitus.cz/WebSite/Images/dialog/Dialog4.pdf>.
- [13] *Pro život s ledvinami i bez nich* [online]. [cit. 2009-3-11]. Dostupný z WWW: <http://www.nefrologie.eu/cgi-bin/main/read.cgi?page=uvod>.
- [14] *Výživa a onemocnění pohybového aparátu* [online]. [cit. 2009-3-4]. Dostupný z WWW: http://is.muni.cz/th/101253/lf_b/Bakalarka_snad_vse2.pdf.

- [15] KADLEC, P. a kol. *Technologie potravin I*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2007. 300 s. ISBN 80-7080-509-9.
- [16] SKORŇAKOV, S., JENÍK, J., VĚTVIČKA, V. *Zelená kuchyně*. 2. vyd. Praha: Lidové nakladatelství, 1991. 398 s. ISBN 80-7022-042-2.
- [17] SCHLETT, S. *100 potravin pro zdraví*. 1. vyd. Praha: Ikar, 2008. 248 s. ISBN 978-80-249-0991-2.
- [18] GREGORY, C. Svět poznání. *Marshall Cavendish ČR, s.r.o.* 2000, č. 124, s. 305-306.
- [19] OLIVERIUSOVÁ, L. *Mýty a pověry o výživě*. 1. vyd. Praha: EB, 2003. 130 s. ISBN 80-903234-4-8.
- [20] PAMPLONA, R. *Encyklopedie léčivých potravin*. 1. vyd. Praha: Advent- Orion, 2005. 385 s. ISBN 80-7172-542-0.
- [21] *Nutriční hodnota sóji* [online]. [cit. 2009-2-18]. Dostupný z WWW: www.vitamins.cz/archiv/2003/doc/1/Sja_Horna_2003.doc.
- [22] *Sója* [online]. [cit. 2009-1-12]. Dostupný z WWW: <http://encyklopedie.seznam.cz/heslo/195510-soja>.
- [23] MIKELOVÁ, R., KLEJDUS, B., ZEHNÁLEK, J., VACEK, J., KIZEK, R. Chromatografické stanovení isoflavonů ve vegetativních a generativních částech rostlin sóje (*Glycine max.*). *CHEMagazín*. 2004, roč. 14, č. 1, s. 13-15.
- [24] OBERBEIL, K., LENTZOVÁ, Ch. *Léčba ovocem a zeleninou*. 2. vyd. Praha: Fortuna, 2003. 294 s. ISBN 80-7309-242-5.
- [25] PAMPLONA, R. *S chutí za zdravím*. 1. vyd. Praha: Advent-Orion, 2002. 269 s. ISBN 80-7172-397-5.
- [26] PEÑALVO, J. L., CASTILHO, M. C., SILVEIRA, M. I. N., MATA LLANA, M., TORIJA, M. E. Fatty acid profile of traditional soymilk. *European Food Research and Technology*. 2004, roč. 219, č. 3, s. 251-253.
- [27] BENEŠOVÁ, L. a kol. *Potravinářství 91*. 1. vyd. Praha: Středisko potravinářských informací, 1991. 165 s. ISBN 80-85120-26-7.

- [28] *Význam vitamínů ve výživě* [online]. [cit. 2009-4-2]. Dostupný z WWW: is.muni.cz/th/101772/fsps_b/Bakalarska_prace_Jakub_Zlinsky.doc.
- [29] KUHNLE G.C.G., DELL'AQUILA C., RUNSWICK A. S. A., BINGHAM A. S. Variability of phytoestrogen content in foods from different sources. *Food Chemistry*. 2009, roč. 113, č. 4, s. 1184–1187.
- [30] *Fytoestrogeny – Metabolismus a potenciální vliv na zdraví člověka* [online]. [cit. 2009-3-9]. Dostupný z WWW: http://is.muni.cz/th/85216/prif_b_b1/cela_prace11.pdf.
- [31] DOLBY, V. *Vše o sójových izoflavonech a ženském zdraví*. 1. vyd. Praha PRAGMA, 1999. 82 s. ISBN 80-7205-918-1.
- [32] MATEMU A. O., KAYAHARA H., MURASAWA H., NAKAMURA S. Importance of size and charge of carbohydrate chains in the preparation of functional glycoproteins with excellent emulsifying properties from tofu whey. *Food Chemistry*. 2009, roč. 114, č. 4, s. 1328-1334.
- [33] MASKARINEC G. Soy Foods for Breast Cancer Survivors and Women at High Risk for Breast Cancer?. *Journal of the AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION*. 2005, roč. 105, č.10, s. 1524-1528.
- [34] SHAO S., DUNCAN A. M., YANG R., MARCONE M. F., RAJCAN I., TSAO R. Tracking isoflavones: From soybean to soy flour, soy protein isolates to functional soy bread. *JOURNAL OF FUNCTIONAL FOODS*. 2009, roč. 1, č. 1, s. 119-127.
- [35] LEE S.-J., AHN B. Comparison of volatile components in fermented soybean pastes usány simultaneous distillation and extraction (SDE) with sensory characterisation. *Food Chemistry*. 2009, roč. 114, č. 2, s. 600-609.
- [36] *Mezi rostlinnými oleji existují velké rozdíly* [online]. [cit. 2009-3-4]. Dostupný z WWW: www.zdravykorinek.cz/data/sharedfiles/pro_media/tm_oleje.doc.
- [37] MICHALOVÁ, I., *Průvodce spotřebitele, svazek č. 12 - Doplnky stravy (Potraviny k doplnění jídelníčku)*. 1. vyd. Praha: Sdružení českých spotřebitelů, o. s., 2007. 35s. ISBN 978-80-903930-1-1.

[38] TING Ch.-H., Kuo F.-J., LIEN Ch.-Ch., SHENG Ch.-T. Use of ultrasound for characterising the gelation process in heat induced $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tofu curd. *Journal of Food Engineering*. 2009, roč. 93, č. 1, s. 101–107.

[39] TSENG Y.-Ch., XIONG Y. L. Effect of inulin on the rheological properties of silken tofu coagulated with glucono- δ -lactone. *Journal of Food Engineering*. 2009, roč. 90, č. 4, s. 511–516.

[40] Pochutiny [online]. [cit. 2009-4-12]. Dostupný z WWW:

<<http://vladahadrava.xf.cz/pochutiny.html>>.

[41] YONGMEI L., XIAOHONG Ch., MEI J., XIN L., RAHMAN N., MINGSHENG D., YAN G. Biogenic amines in Chinese soy sauce. *Food Control*. 2009, roč. 20, č. 6, s. 593–597.

[42] LUO J., DING L., CHEN X., WAN Y. Desalination of soy sauce by nanofiltration. *Separation and Purification Technology*. 2009, roč. 66, č. 3, s. 429–437.

[43] FENG X.M., PASSOTH V., EKLUND-JONSSON Ch., ALMINGER M.L., SCHNÜRER J. *Rhizopus oligosporus* and yeast co-cultivation during barley tempeh fermentation-Nutritional impact and real-time PCR quantification of fungal growth dynamics. *Food Microbiology*. 2007, roč. 24, č. 4, s. 393–402.

[44] HERNÁNDEZ-LEDESMA B., HSIEH Ch.-Ch., O. DE LUMEN B. Lunasin and Bowman-Birk protease inhibitor (BBI) in US commercial soy foods. *Food Chemistry*. 2009, roč. 115, č. 2, s. 574–580.

[45] *Sójové výrobky* [online]. [cit. 2009-4-10]. Dostupný z WWW:

<<http://www.agronavigator.cz/az/>>.

[46] *Možnosti využití sóji v lidské výživě* [online]. [cit. 2009-4-10]. Dostupný z WWW:

<<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=148&ch=13&typ=1&val=3237>>.

[47] BEŇA, F. a kol. Onkologická rizika životního stylu a prostředí. *Klinická onkologie*. 2000, roč. 13, č. speciál 2000, s. 1–38.

[48] VRZÁŇOVÁ, M., HERESOVÁ, J. Xenobiotika jako alternativa hormonální substituce u žen v klimakteriu. *Med. Pro Praxi*. 2008, roč. 5, č. 3, s. 113–116.

[49] BRINK, M., BELAY, G., WET, J.M.J., *Plant Resources of Tropical Africa 1. Cereals and pulses*. 1. vyd. Wageningen: Prota, 2006. 298 s. ISBN 90-5782-170-2.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

GM	Geneticky modifikovaný
EPSP	5-enolpyruvylšikimát-3-fosfát
DDD	Denní doporučená dávka
HDL	High-density lipoprotein
LDL	Low-density lipoprotein

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Sója luštinatá.....	20
Obr. 2. Fazol obecný, keříčková forma.....	45
Obr. 3. Fazol mungo	47
Obr. 4. Čočka jedlá	49
Obr. 5. Hrách setý	51
Obr. 6. Cizrna beraní.....	53
Obr. 7. Bob obecný	55

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Složení vybraných luštěnin	12
Tab. 2. Obsah esenciálních aminokyselin ve vybraných luštěninách	12
Tab. 3. Obsah významných sacharidů v luštěninách	14
Tab. 4. Obsah tuků ve vybraných luštěninách	15
Tab. 5. Obsah toxických prvků v luštěninách	15
Tab. 6. Obsah minerálních látek ve vybraných druzích luštěnin	16
Tab. 7. Obsah vitamínů skupiny B v luštěninách	16
Tab. 8. Obsah lektinů ve vybraných luštěninách	18
Tab. 9. Obsah saponinů v luštěninách	18
Tab. 10. Obsah purinových látek v luštěninách	19
Tab. 11. Změny obsahu vody v sójových bobech a sójových výrobcích	23
Tab. 12. Obsah esenciálních aminokyselin v sóji	23
Tab. 13. Obsah vybraných mastných kyselin v sójových bobech	25
Tab. 14. Fosfolipidy obsažené v sójových bobech a vejci	25
Tab. 15. Obsah vitamínů, rozpustných ve vodě, v sójových bobech	27
Tab. 16. Obsah isoflavonů a jejich derivátů v sójových bobech a sójových výrobcích	31
Tab. 17. Obsah mastných kyselin v sójovém oleji	36
Tab. 18. Složení hlavních sterolů v sójovém oleji	36