

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BRNO 2016

MAREK HLOŽEK

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav chemie a biochemie



**Agronomická
fakulta**

**Mendelova
univerzita
v Brně**



Sója jako funkční potravina
Bakalářská práce

Vedoucí práce:
prof. RNDr. Bořivoj Klejdus, Ph.D.

Vypracoval:
Marek Hložek

Brno 2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: *Sója jako funkční potravina* vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....
podpis

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce profesoru RNDr. Bořivoji Klejdusovi, Ph.D. za odborné vedení a pomoc při vypracování. Dále bych rád poděkoval i své rodině a blízkým za podporu během celého studia.

ABSTRAKT

V současné době se evropští spotřebitelé ve srovnání s japonskými s těmito inovovanými potravinami, které se označují jako funkční, teprve seznamují. Tato bakalářská práce pojednává o sóji luštinaté jako o funkční potravine, která obsahuje velké množství složek pozitivně ovlivňujících lidské zdraví. V první části práce jsou funkční potraviny obecně charakterizovány a jsou zde popsány účinné složky těchto potravin a některé další významné rostlinné látky. Fytoestrogeny, které jsou velmi ceněnými složkami a tvoří důležitou součást lidské výživy, jsou společně s dalšími fyziologicky účinnými látkami popisovány v druhé části práce. Je zde také obecně charakterizována sója luštinatá, její chemické složení a důvody genetické modifikace této rostliny. Poslední část se zabývá vlivem sóji na zdraví člověka a sójou jako alergenem.

Klíčová slova: funkční potraviny, účinné složky, sója, fyziologicky účinné látky, vliv konzumace na zdraví

ABSTRACT

European consumers compared with Japanese are getting acquainted with these innovative foods that are known as functional. This bachelor's thesis discusses the soybean as a functional food that contains a large amount of ingredients positively affecting human health. In the first part of thesis are the functional foods generally characterized and the active ingredients of these foods and some other major vegetable substances are described herein. Phytoestrogens, which are highly prized ingredients and form an important part of human nutrition, are together with other physiologically active substances described in the second part. There is also generally characterized soya, its chemical composition and reasons for the genetic modification of plants. The last part deals with the effect of soy on human health and with soy as allergen.

Keywords: functional foods, effective components, soya, physiologically effective substances, influence of consumption on health

OBSAH

1	ÚVOD.....	9
2	CÍL PRÁCE.....	10
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED	11
3.1	Funkční potraviny	11
3.1.1	Definice funkčních potravin	11
3.1.2	Historie funkčních potravin	12
3.1.3	Funkční vs. konvenční potravina	13
3.1.4	Funkční potravina vs. lék a nutraceutikum	13
3.1.5	Rozdělení funkčních potravin	15
3.1.6	Výroba funkčních potravin	16
3.1.7	Složky funkčních potravin	17
3.1.8	Funkční přísady.....	17
3.2	Účinné složky funkčních potravin	18
3.2.1	Probiotika – prebiotika – symbiotika.....	18
3.2.2	Antioxidanty	20
3.2.3	Složky tuků	23
3.2.4	Vláknina.....	25
3.2.5	Vybrané významné rostlinné látky	27
3.3	Sója – funkční potravina	29
3.3.1	Charakteristika	29
3.3.2	Chemické složení	30
3.3.3	Geneticky modifikovaná sója	31
3.3.4	Sójové výrobky	32
3.4	Fyziologicky účinné látky	33
3.4.1	Fytoestrogeny.....	33
3.4.2	Kyselina fytová	37

3.4.3	Saponiny	38
3.4.4	Biologicky aktivní proteiny a peptidy	39
3.4.5	Lecitin	42
3.5	Vliv sóji na zdraví člověka.....	42
3.5.1	Zdravotní přínosy plynoucí z konzumace.....	43
3.5.2	Sója – alergen.....	45
4	ZÁVĚR.....	47
5	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	49
6	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....	57
7	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	58

1 ÚVOD

Trend zvyšování obsahu biologicky aktivních látek v potravinách pochází ze 70. let 20. století. V této době začala snaha o posílení imunity pomocí probiotik a látek posilující střevní mikroflóru, dále cíleným zvyšováním vlákniny a vitaminů a dalších látek. Na celosvětovém trhu se tedy začaly prosazovat hlavně fermentované mléčné a cereální výrobky. V 80. letech vznikl v Japonsku systém výživě, díky němuž je možno nemocem předcházet, čímž se zrodily funkční potraviny. Tento systém výživy se začal velmi rychle šířit do vyspělých zemí. Funkční potraviny jsou zaměřeny hlavně na fyziologickou funkci, čímž se liší od potravin konvenčních zaměřených na funkci nutriční a sensorickou. Lze je rozdělit na potraviny, jejichž příznivé účinky na organismus jsou stále zkoumány a na potraviny funkční (sója a další), u kterých jsou již pozitiva pro lidské zdraví prokázána. V západních zemích s dobrou ekonomickou situací je širší spektrum nabídky potravin. Stravovací zvyklosti se ovšem v současnosti v těchto zemích nemění úplně vždy k lepšímu. V těchto zemích je (na rozdíl například od Japonska) ve větší míře konzumována strava s vysokým obsahem tuku a malým obsahem vlákniny. Lidé vnímají koncept funkčních potravin příznivě s vědomím, že některé potraviny mohou pomáhat v určitém věkovém a časovém období. U žen v období menopauzy mohou snižovat nebezpečí vzniku osteoporózy, mužům středního věku pomáhají snižovat nebezpečí vývoje onemocnění srdce atd.

Sója luštinatá [*Glycine max* (L.) Merrill] je kulturní rostlina, jejíž původ není zcela přesně znám, předpokládá se, že pochází k jihovýchodní Asie. Sójové boby patří mezi nejvíce vyráběné a prodávané komodity na celém světě. Zájem o sójové výrobky v poslední době prudce roste, proto využití sóji jako funkční potraviny má velký potenciál. Jedná se o velmi dobrý zdroj zejména bílkovin a fytoestrogenů (isoflavonů). Další fytoestrogeny, které je možné v sóji najít, jsou kumestany a lignany. Některé další fyziologicky účinné látky jsou populací i přes jejich potenciální preventivní účinky považovány za antinutriční látky. Konzumací sóje je možno dosáhnout snížení rizika kardiovaskulárních onemocnění, snížení indexu tělesné hmotnosti, předcházet některým druhům rakoviny a zmírnit příznaky menopauzy u žen, přičemž pozitivního účinku lze dosáhnout až při dlouhodobém (nejlépe celoživotním) příjmu této rostliny.

2 CÍL PRÁCE

Cílem této bakalářské práce bylo vypracovat literární rešerši na zadané téma s využitím odborné české i zahraniční literatury. Důležité bylo zaměřit se nejdříve na význam funkčních potravin a jejich účinných složek. Hlavním tématem této práce byla ovšem sója, bylo tedy nutné se zaměřit na její chemické složení, hlavně na fyziologicky účinné látky, které mají určité vlivy na lidský organismus. Neméně důležitý je také vztah mezi konzumací sóje a zdravotní stránkou člověka, což bylo posledním cílem.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Funkční potraviny

3.1.1 Definice funkčních potravin

Funkční potraviny by měly být součástí jídelníčku každého člověka (Kalač, 2003). Lákavé pro spotřebitele jsou z toho důvodu, že udržují dobrý zdravotní stav a ještě k tomu pochází z přírodních zdrojů (Rostagno, 2009). Myšlenka „funkce“ odráží zásadní posun v postojích ve vztahu mezi stravou a zdravím. Odborníci na výživu se soustředili na identifikování „vyvážené stravy“, která je jedním ze zajištění přiměřeného příjmu živin a také způsobem jak se vyhnout určité dietní nerovnováze. Jedna z celé řady formulací charakteristik funkčních potravin říká, že potravina může být považována za „funkční“, pokud je s jistotou prokázán pozitivní efekt na jednu nebo více cílových funkcí v těle, za dostatečné výživy, a to způsobem, který zlepšuje zdraví a pohodu nebo snižuje riziko onemocnění (Gibson, Williams, 2000).

Jako nejlépe pochopitelné se jeví Goldbergovo vymezení z roku 1994. To popisuje jako funkční potravinu jakoukoliv potravinu, která nejenom že má určitou výživovou hodnotu, ale také pozitivně ovlivňuje zdraví, fyzickou a duševní stránku člověka, který tuhle potravinu konzumuje. Jedná se o přechodnou skupinu mezi standardními potravinami a léky. Nejedná se tedy o léky, neboť jejich úkolem není léčit onemocnění v okamžiku jeho propuknutí, ale preventivně chránit lidský organismus proti působení. Jedná se o potravinu vyrobenou z přirozeně se vyskytujících složek, nejsou to kapsle, tablety ani prášek. Dále je možné konzumací dosáhnout posílení přirozených obranných mechanismů proti škodlivým vlivům prostředí a zpomalit proces stárnutí.

Funkční potravina není totéž jako potravina určená pro zvláštní výživu. Potraviny určené pro zvláštní výživu jsou určené pro zdravé kojence a malé děti, dále poté pro jednotlivce s narušeným trávicím procesem nebo metabolismem a jednotlivce ve zvláštním fyziologickém stavu při redukčních dietách apod. Je tedy zřejmé, že tyto potraviny většinou postrádají roli prevence, která je pro funkční potraviny podstatná (Kalač, 2003).

Specifickými rysy funkční potraviny jsou:

- jedná se o potravinu konzumovanou každý den,
- je konzumována jako část běžné/obvyklé stravy,
- je složena z přirozeně se vyskytujících složek,
- má pozitivní vliv na cílovou funkci (funkce), navíc má nutriční hodnotu,
- může zvýšit pocit pohody a zdraví nebo snížit riziko onemocnění, poskytuje zdravotní výhody za účelem zlepšení kvality života z hlediska fyzického, psychologického nebo behaviorálního (Gibson, Williams, 2000).

3.1.2 Historie funkčních potravin

Z označení funkční potravina vyplývá, že by měla plnit funkci v lidské výživě. Tahle myšlenka se vůbec poprvé objevila v osmdesátých letech minulého století v Japonsku. Důvody ke vzniku těchto potravin byly prosté. Japonsko patří v celosvětovém měřítku mezi země s nejvyšší průměrnou délkou života, s tím souvisí větší množství seniorů než v ostatních zemích, senioři jsou náchylnější k různým druhům onemocnění, léčba se stává nákladnou, je tedy výhodnější onemocněním předcházet prostřednictvím právě těchto potravin. Tento systém prevence chorob se velmi rychle začal šířit do všech vyspělých zemí (Kohout, 2010).

V roce 1991 došlo k prvním legislativním opatřením. Japonské ministerstvo zdravotnictví a životní úrovně vyvinulo licenční systém na výrobu potravin pro „speciální zdravotní účely“, čímž se otevřel zcela nový trh výrobců potravin. Byla to doba, ve které se funkční potraviny staly celosvětovým hitem (Prugar, 2004a). Rok 1995 se stal rokem, ve kterém se začalo intenzivně diskutovat o funkčních potravinách. Právě v tomto roce totiž organizace ILSI (International Life Science Institute) začala se svým tříletým projektem, kdy během této doby zhruba stovka evropských expertů přes výživu hodnotila status funkčních potravin a zabývala se zdravotním faktorem těchto potravin (Kohout, 2010). V roce 1999 proběhla pod vedením ILSI diskuze o funkčních potravinách mezi nejlepšími odborníky přes výživu v Evropě, jejímž výsledkem bylo přijetí konsenzu (shody mínění) pod názvem „Scientific Concepts of Functional Foods in Europe“ (FUFOSE). Součástí bylo přijetí pracovní definice pro tento typ potravin (Winklerová, 2009). V roce 2000 se konala v Německu konference,

na níž bylo vydáno „desatero“ zásad pro vědce, zákonodárce, výrobce, obchodníky a spotřebitele. První návrh směrnice o výživě a funkčních a zdravotních požadavcích na potraviny vydala v červnu 2002 Komise EU pro záležitosti spotřebitelů. Projekt EU PASSCLAIM začal s vývojem potřebných pracovních nástrojů a metod pro zdůvodnění zdravotních požadavků na potraviny, což se stalo součástí evropské legislativy v oblasti nutričních a zdravotních požadavků na tyto potraviny (Kohout, 2010).

3.1.3 Funkční vs. konvenční potravina

Potraviny nebo potrava obecně plní 3 základní funkce. Prvními funkcemi jsou funkce primární (nutriční), dále sekundární (senzorické) a terciární (fyziologické). Všechny tyto vlastnosti jsou odvozené z potravinářské suroviny, respektive z nutričních vlastností složek potraviny. Od funkčních potravin se očekává, že budou plnit určité specifické funkce v lidské výživě, kladou tedy důraz na funkci terciární, regulují tedy ochranné mechanismy a preventivně působí proti chorobám a stárnutí. Potraviny konvenční jsou naopak zaměřeny na plnění funkcí primárních a sekundárních. Konvenční, jinak také tradiční, způsob stravování je pro mnohé lidi způsobem, při kterém se člověk nad jídlem příliš nezamýšlí (Kohout, 2010).

3.1.4 Funkční potravina vs. lék a nutraceutikum

Funkční potravina tvoří přechodnou skupinu mezi potravinou konvenční a léky. Funkční potraviny konzumujeme za účelem prevence, léky za účelem potlačení choroby. Neméně důležitým rozdílem je doba konzumace, po které se projeví příznivé účinky. Zatímco u léků se jedná pouze o dny až měsíce, u funkčních potravin to mohou být roky, někdy až desítky let. Pro představu jsou zde níže uvedené informace v tabulce 1, ze které vyplývá, že účinné složky nacházející se ve funkčních potravinách musejí být podávány dlouhodobě, případně i celoživotně. Například fytoosteroly pro snížení hladiny krevního cholesterolu nebo peptidy mléka snižující krevní tlak musejí být přijímány pokud možno celý život (Kalač, 2003).

Tab. 1 Doba konzumace, po které se předpokládá pozitivní účinek (Kalač, 2003).

PREVENCE CHOROB	ÚČINNÉ SLOŽKY	POČÁTEK ÚČINKU (+)		
		KRÁTKODOBÁ (TÝDNY)	STŘEDNĚDOBÁ (MĚSÍCE AŽ ROKY)	DLOUHODOVÁ (20 AŽ 30 LET)
Srdečně cévní				
Prevence	peptidy			+
Prevence	fytoosteroly			+
Prevence	probiotika	+	+	+
Prevence	Kyselina listová			+ (?)
Prevence	antioxidanty			
Snížení krevního tlaku	peptidy	+		
Snížení krevního cholesterolu	např. fytoosteroly			
Snížení krevních triacylglycerolů	probiotika	+	+	+
	n-3 mastné kyseliny	+		
Rakovina	antioxidanty			+
Osteoporóza	vápník, fytoestrogeny			+

Pojem nutraceutikum byl v roce 1989 vytvořen ze slova „nutrition” a „pharmaceutical” zakladatelem a předsedou Nadace pro Inovace v Medicíně Stephenem DeFelicem. DeFelice pokračoval v definování nutraceutik jako potraviny (nebo části potravin), která poskytuje lékařské nebo zdravotní výhody, včetně prevence a léčení onemocnění. Obsahují složky přírodního původu a používají se jako doplněk

běžné stravy. Důvodem k jejich konzumaci jsou zásady zdravé výživy, prevence některých chorobných stavů nebo se také používají jako doplněk jejich léčby (Cencic, Hingwaru, 2010).

3.1.5 Rozdělení funkčních potravin

Existují 3 hlavní kategorie funkčních potravin:

- konvenční potraviny, které obsahují přírodní bioaktivní látky. Do této kategorie spadá většina zeleniny, ovoce, obilovin, mléčných výrobků, ryb a masa obsahující bioaktivní sloučeniny, které zajišťují výhody nad rámec základní výživy. Jedná se například o antioxidantní vitamíny pomerančového džusu, isoflavony v potravinách na bázi sóji, prebiotika a probiotika v jogurtu.
- modifikované potraviny obsahující bioaktivní sloučeniny díky obohacení, jedná se o například n-3 mastné kyseliny ve vejcích.
- potravinové složky, které jsou syntetizovány, jako například nestravitelné sacharidy, které poskytují probiotické výhody jako oligosacharidy nebo rezistentní škrob (Crowe, Francis, 2013).

Důsledkem neustále se zrychlujícího růstu trhu existuje velký sortiment funkčních potravin:

- soft drinky jako energetické a sportovní nápoje,
- cereálie a dětská výživa,
- pečené zboží,
- cukrovinky,
- mléčné výrobky (zejména jogurty a další fermentované mléčné výrobky),
- pomazánky,
- masné výrobky,
- zvířecí krmivo (Gibson, Williams, 2000).

Funkční potraviny je možné rozdělit např. podle toho, jestli působí na organismus přímo, nebo nepřímo. Při přímém působení potraviny zlepšují prostředí v oblasti trávicího traktu, snižují koncentraci cholesterolu v krvi a krevní tlak a chrání proti kardiovaskulárním nemocem. Dalším pozitivním účinkem je ochrana proti vzniku zubního kazu a zvýšení schopnosti absorpce minerálních látek v trávicím traktu. Nepřímo stimulují a posilují orgány, napomáhají pocitu lepší tělesné kondice a preventivně působí proti vzniku civilizačních chorob (Suchánek, 2003).

3.1.6 Výroba funkčních potravin

Existují 3 způsoby, kterými je možno zvýšit obsah účinných složek potraviny na úroveň, která by zaručovala jejich funkčnost:

- a. Potravinu konstruovat z takových surovin, které jsou bohaté na požadovanou složku.
- b. Potraviny obohatit takovou složkou, kterou je možno izolovat pro tyto účely z přirozených zdrojů (vláknina, peptidy apod.), která je schopna existovat ve volné formě (vitamíny, minerální látky), popřípadě fortifikovat zdrojem funkční složky (např. olejem bohatým na vitamin E nebo některou mastnou kyselinou, sójou jako zdrojem bílkovin nebo cereáliemi bohatými na minerální látky). Tento způsob výroby je nejsnadnější, a proto se také nejvíce využívá. Vlákna, vitamin C a nenasycené mastné kyseliny jsou v Japonsku a USA nejžádanějšími složkami pro výrobu funkčních potravin. V Evropě převládají funkční potraviny na bázi mléka, kde se využívá probiotik (různé mléčné bakterie) a prebiotik (vláknina).
- c. Třetím způsobem vzniku je odstranění nežádoucí složky, jedná se například o složku alergizující (Kohout et al., 2010).

3.1.7 Složky funkčních potravin

Složky funkčních potravin jsou potenciálně prospěšné složky přirozeně se vyskytující v potravinách nebo dodané jako funkční přísady, jedná se o nepostradatelné makro- nebo mikroživiny. Do této skupiny patří karotenoidy, vláknina, mastné kyseliny, flavonoidy, isothiokyanáty, fenolové kyseliny, rostlinné stanoly a steroly, polyoly, prebiotika a probiotika, fytoestrogeny, sójové bílkoviny, vitamíny a minerály (Guiné et al., 2009).

3.1.8 Funkční přísady

Přídavkem funkčních přísad dosáhneme zvýšení biologické hodnoty stravy, nejběžnější způsob se nazývá fortifikace. Jako funkční přísady se používají následující látky:

- vláknina (z obilí, jablečná nebo řepná, karagenan, pektiny apod.);
- fenoly (katechin, kyseliny gallová, galláty v zelenině a ovoci);
- bioaktivní látky (v čerstvých natích, naklíčených obilninách, luštěninách);
- doplňkové aminokyseliny, peptidy a proteiny (kaseinát vápenatý, fosfokaseinát, taurin);
- vitamin (tokoferol, vitamin C);
- choliny (lecitin);
- minerální látky včetně stopových prvků (Ca, Mg, Se, I, Zn);
- PUFA jako např. EPA a DHA (Bulková, 2011).

3.2 Účinné složky funkčních potravin

3.2.1 Probiotika – prebiotika – symbiotika

Vědci vyšetřují efekty probiotik už někdy od přelomu 19. a 20. století, ještě před tím, než byl termín probiotikum vůbec vymyšlen (Ziemer, Gibson, 1998). Posledních 20 až 30 let vědci věnovali značné úsilí pro zlepšení zdravotního stavu populace prostřednictvím modulace střevní mikroflóry prostřednictvím probiotik (Kvasničková, 2000). Metchnikoff byl jedním z prvních zastánců toho, že zakysaná smetana obsahující bakterie může mít pozitivní efekt na trávicí trakt (Ziemer, Gibson, 1998). Probiotika tvoří nejrozšířenější a neustále se dynamicky rozvíjející skupinu účinných složek funkčních potravin. V současnosti jsou přidávány především do jogurtů a řady dalších mléčných výrobků, uvažuje se ale také o jejich použití do fermentovaných masných výrobků, ovocných a zeleninových šňáv a dalších potravin (Kalač, 2003). Jedná se o monokulturu nebo směsnou kulturu živých mikroorganismů, ta po podání ústy zlepší mikrobiální rovnováhu ve střevech konzumenta a produkuje různé metabolity, čímž dochází k upevnění zdraví (Opletal, 2010). Trávenina prochází žaludkem a tenkým střevem příliš rychle na to, aby se mohla výrazně uplatnit činnost mikroflóry. V tlustém střevu se však rychlost podstatně sníží, čímž je umožněno štěpení složek potravy přítomnými bakteriemi (Kalač, 2003). Hlavní pozitivní účinky probiotik jsou spojovány se snížením cholesterolu a triacylglycerolů, protinádorovými vlastnostmi, ochranou proti gastroenteritidě a zlepšením tolerance laktózy. Základem pro lepší stravitelnosti laktózy v probiotikách může být galaktosidázová činnost bakterií nebo stimulace hostitelské slizniční galaktosidázové činnosti (Gibson, Williams, 2000). Probiotika jsou vybírána především mezi druhy mléčných bakterií rodů *Lactobacillus* a *Bifidobacterium*.

Jako probiotika se nejdříve používaly kmeny druhu *Lactobacillus acidophilus* a některých příbuzných druhů (*Bifidobacterium bifidum*). Pro lidskou výživu se pouze v malé míře používají mléčné bakterie jiných rodů, např. *Enterococcus faecium* či *Streptococcus thermophilus* (Kalač, 2003).

Termín prebiotikum byl představen Gibsonem a Robefroidem. Tito lidé definovali probiotika jako nestravitelné složky potravin, které příznivě ovlivňují hostitele selektivní stimulací růstu a aktivací jedné nebo omezeného počtu bakterií v tlustém střevě (Schrezenmeier, De Vrese, 2001). Probiotika mají potíže se schopností přežít

průchod žaludkem a tenkým střevem a dlouhodobě se usídlit v tlustém střevu v konkurenci jeho přirozené mikroflóry, což vede k využití právě těchto prebiotik (Kalač, 2003). Aby bylo prebiotikum účinné, nesmí být potravina hydrolyzována v horní části gastrointestinálního traktu (Gibson, Williams, 2000). V současné době se jako prebiotika přidávaná do funkčních potravin používají oligosacharidy jako disacharidy sacharóza, laktóza a maltóza. Oligosacharidy používané jako prebiotika se dělí na přirozené a syntetické. Inulin je nejvýznamnějším představitelem oligosacharidů přirozených. Je to látka s velmi proměnlivou délkou řetězce od 2 do 65 molekul fruktózy, která často obsahuje i 2 glukózy. Skupina syntetických oligosacharidů vychází ze sacharidů zcela běžných, jako je sacharóza, laktóza, inulin či škrob (Kalač, 2003; Saulnier et al., 2009). V současné době je většina oligosacharidů vyráběná použitím enzymatické reakce, a to buď budováním požadovaných oligosacharidů ze snadno dostupných cukrů transglykosylací nebo hydrolýzou velkých polysacharidů (Gibson, Williams, 2000).

Celulóza, lignin, nerozpustné hemicelulózy (heteroglukany, xyloglukany, β -glukany) zahrnují skupinu vláknin rozpustných ve vodě. Tento typ vlákniny:

- mírně zvyšuje objem tráveniny,
- urychluje střevní pasáž,
- podporuje peristaltiku,
- nevytváří viskózní roztoky.

Polosyntetické cukerné deriváty (laktulosa), heteroamannany (galaktomannany, glukomannany), rozpustné hemicelulosity (heteroxylany, resp. arabinoxylany, heteroglukany, resp. β -glukany), pektiny, heterofruktany (inuliny, levany, glukofruktany) obsahuje vláknina ve vodě nerozpustná a rezistentní škroby. Tento typ vlákniny:

- sorbuje vodu, vytváří viskózní roztok a změkčuje stolici;
- udržuje obsah střev v pohybu;
- působí jako prevence zácpy a onemocnění trávicího traktu (Opletal, 2010).

Termín symbiotikum se používá v případě, že produkt obsahuje jak probiotika, tak prebiotika (Schrezenmeier, De Vrese, 2001). Existuje velká flexibilita při výběru probiotických mikroorganismů a oligosacharidů a zvolení nejlepší kombinace pro specifický požadovaný výsledek (Gibson, Williams, 2000). V podstatě se jedná o to, že vhodná bakterie má k dispozici substrát, ten může kdykoliv selektivně fermentovat

v tlustém střevě, čímž se zvětšuje šance prosadit se v konkurenci s přirozenou mikroflórou (Kalač, 2003).

3.2.2 Antioxidanty

Antioxidanty jako významné účinné složky některých funkčních potravin chrání organismus před působením reaktivních kyslíkových radikálů, tyto radikály způsobují poškození zdraví člověka a může dojít až k vyvolání některých nádorových onemocnění (Suchánek, 2003).

Volné radikály kvůli jejich nízké stabilitě rychle reagují s okolními molekulami a vyvolávají oxidační proces. Ten může mít pro tělo fatální následky. V případě oxidace DNA v buněčném jádru volnými radikály dochází k buněčné mutaci, která může být počátkem rakoviny.

K nejdůležitějším antioxidantům patří vitamin C, vitamin E, β -karoten, selen, měď, mangan a zinek. Dále sem patří flavonoidy, karotenoidy a některé další látky (Jordán, Hemzalová, 2001).

Antioxidanty, které se vyskytují v potravinách, se dají rozdělit mezi přirozené a syntetické, případně na přirozeně přítomné či doplňované jako přísady. Antioxidanty se můžou přidávat jak syntetické, tak také tzv. přírodně identické. To jsou takové, které jsou v potravine jako přirozeně se vyskytující, ale v obsaženém množství nejsou dostatečně účinné. U přírodně identických antioxidantů nezáleží na tom, jestli byly izolovány z přírodního zdroje, nebo byly syntetizovány. Možnost přidavku syntetických antioxidantů do potravin je pouze v tom případě, kdy byla potravina bez jejich přidavku oxidací značně poškozena. Podle výsledků výzkumů se v současné době usuzuje, že jsou syntetické antioxidanty zdravotně nezávadné, jejich dlouhodobé působení ovšem nebylo do této doby plně prověřeno, proto se dává přednost antioxidantům přirozeným. Ty je možno rozdělovat podle několika hledisek, např. na antioxidanty rozpustné v tucích (nejvýznamnější je vitamin E a karotenoidy) a rozpustné ve vodě (některé rostlinné fenoly).

V případě dostatečného příjmu antioxidantů z potravin je zajištěna ochrana významných makromolekul před oxidačním poškozením (Stratil et al., 2006). Dochází tak ke snížení zejména rizika srdečně-cévních chorob a některých typů rakoviny. Podle odborníků je účinnost přirozených antioxidantů z ovoce, zeleniny, čaje

a celozrnných obilovin výrazně vyšší než při stejné dávce čistých látek podávaných ve formě potravních doplňků (Kalač, 2003).

3.2.2.1 *Vitamin C*

Kyselina askorbová, která je základní součástí oxidačně-redukčních dějů, má chemický název γ -lakton kyseliny 2-oxo-L-gulonové, nebo 2-oxo-L-threo-hexono-1,4-laktón-2,3-enediol a chemický vzorec $C_6H_8O_6$. Jednou větou je možné říci, že její hlavní úlohou je poskytnutí elektronů do enzymatických procesů působením jako antioxidant, ničí tedy volné radikály (Tuhársky, 2014).

Nejedná se o jedovatý vitamin, neboť je to vitamin rozpustný ve vodě, to znamená, že při zvýšeném příjmu je jeho nadbytečné množství odváděno močí z těla ven, není tedy možné se jím předávkovat. Při nadbytku se malé množství zadrží v ledvinách a odevzdá do metabolismu.

K jeho rozkladu dochází prostřednictvím enzymů, je možné ho zničit neúčinným vložením do ledničky nebo zahřátím na teplotu 55 °C.

Vitamin C pomáhá v případě onemocnění virových, bakteriálních nebo infekčních (Jordán, Hemzalová, 2001). Chrání proti rakovině a před onemocněním srdce; zlepšuje zdraví chrupavky, kloubů a kůže; podílí se na udržení zdravého imunitního systému; zlepšuje produkci protilátek; zvyšuje vstřebávání živin; zvyšuje ochranu proti H_2O_2 vyvolané rozpadem vláken DNA (Rajendran et al., 2014). Jedná se o vitamin nezbytně nutný k hojení ran. Tvorba kolagenu je jednou z nejdůležitějších funkcí, k tvorbě dochází pouze v přítomnosti vápníku jako katalyzátoru.

Při nedostatku dochází k praskání kapilárních cév a krev vniká do tkání, nejprve se objevuje ve střevních stěnách, v kostní dřeni, kloubech. V případě praskání vlásečnic blízko povrchu kůže dochází hlavně u žen a dětí k tvorbě modřin, u mužů dojde ke krvácení z dásní během čištění zubů. Nedostatek u dětí způsobuje zpomalení nebo dočasné zastavení růstu zubů, které jsou náchylné ke kazům. Úplný nedostatek vede ke kurdějím (skorbutu). Jedná se o onemocnění, při kterém dochází ke krvácení do vnitřních dutin, vznikají vředy a někdy může mít toto onemocnění až smrtelné následky (Jordán, Hemzalová, 2001).

3.2.2.2 *Vitamin E*

Vitamin E je termín, který zahrnuje skupinu silných, v tucích rozpustných, řetězce rozbíjejících antioxidantů. Strukturální analýzy ukázaly, že molekuly, které mají vitamin E antioxidační aktivitu, zahrnují čtyři tokoferoly (α , β , γ , δ) a čtyři tokotrienoly (α , β , γ , δ). V přírodě nejhojněji se vyskytující formou je α -tokoferol, který má nejvyšší biologickou aktivitu (Brigelius-Flohé, Traber, 1999). Antioxidační účinnost roste od formy α k δ .

Z hlediska funkčních potravin je požadováno zachování původního obsahu tohoto vitamínu během technologických i kuchyňských úprav a skladování potravin. Během rafinace olejů dochází ke ztrátám. Tento vitamin je při vytvoření podmínek bez přístupu kyslíku a bez přítomnosti žluklých tuků poměrně stálý. Oleje opakovaně používané při fritování již téměř žádný vitamin E neobsahují. K vysokým úbytkům dochází rovněž při sušení ovoce a zeleniny (Kalač, 2003).

Tento vitamin působí preventivně proti ischemickým chorobám srdečním, zabraňuje tvorbě krevních sraženin, snižuje výskyt rakoviny prsu a prostaty, chrání mozek, snižuje dlouhodobé riziko demence, snižuje riziko Parkinsonovy a Alzheimerovy choroby (Rajendran et al., 2014; Komprda, 2003). Dále je také nezbytný pro mozkovou činnost a zpomaluje stárnutí organismu. Sójové boby obsahují tohoto vitamínu mezi luštěninami vůbec nejvíce (Bulková, 2011).

3.2.2.3 *Karotenoidy*

Karotenoidy tvoří jednu z nejdůležitějších tříd rostlinných barviv a hrají klíčovou úlohu při definování kvalitativních parametrů ovoce a zeleniny. Karotenoidy jsou velmi zajímavé vzhledem k jejich základním biologickým funkcím. Velmi účinně odstraňují singletový kyslík, čímž se zamezí tvorbě hydroperoxidů. Karotenoidy jsou zodpovědné za mnohé červené, oranžové a žluté odstíny listů rostlin, ovoce a květin, také za barvy některých ptáků, hmyzu, ryb a korýšů. Je známo něco kolem 600 různých karotenoidů vyskytujících se v přírodě a stále nové jsou identifikovány. Jsou částečně odpovědné za podzimní zbarvení listů poté, co byl chlorofyl zničen (Eldahshan, Singab, 2013). Lidský organismus dokáže využít pouze šest ze všech karotenoidů, jsou to β -karoten, α -karoten, lutein, lykopen, kryptoxanthin a zeaxanthin. Některé karotenoidy zabraňují poškození oční čočky a snižují tak riziko šedého zákalu (katarakty) a chrání před nádorovým bujením (Jordán, Hemzalová, 2001).

Karotenoidy se dělí v závislosti na struktuře do následujících dvou skupin:

- uhlovodíkové karotenoidy, které jsou známé jako karoteny (například β -karoten);
- okysličené karotenoidy, které jsou deriváty těchto uhlovodíků známé jako xantofyly; příkladem těchto sloučenin je zeaxanthin a lutein (hydroxy), spirilloxanthin (methoxy) a (epoxy) antheraxanthin (Eldahshan, Singab, 2013).

3.2.2.4 Fenolické antioxidanty

Rostlinné fenolové sloučeniny, jako jsou flavonoidy a prekurzory ligninu, jsou důležitými složkami lidské stravy. Tyto bylinné fenolické látky byly uznány do značné míry jako prospěšné antioxidanty, které mohou zachycovat škodlivé druhy aktivního kyslíku včetně $O^{\cdot -}$, H_2O_2 , OH a $1 O_2$ (Sakihama et al., 2002). Jedná se o látky, které obsahují několik fenolických skupin. Patří sem fenoly, fenolické kyseliny a jejich estery a glykosidy, lignany, flavonoidy, katechiny a některé třísloviny.

Flavonoidy se vyznačují antioxidantními účinky dvojího typu. Reagují s volnými radikály a váží rizikové kovy do neúčinných komplexů. Velké množství flavonoidů se vyskytuje v rostlinách, které člověk nekonzumuje, nebo je obsah flavonoidů tak malý, že je biologická účinnost nevýznamná. Patří sem hlavně kvercetin a kemferol, dále rutin (velké množství v pohance), který pozitivně ovlivňuje pružnost a pevnost krevních kapilár a zvyšuje využitelnost vitamínu C z potravin (Kalač, 2003).

3.2.3 Složky tuků

3.2.3.1 Nenasycené mastné kyseliny

Mastné kyseliny jsou tvořeny uhlovodíkovým řetězcem s methylovou skupinou a koncovou karboxylovou skupinou. Vlastnosti dietárního tuku jsou primárně určeny složením jeho mastných kyselin, které mohou být nasycené (bez dvojná vazby), mononenasycené (jedna dvojná vazba), nebo PUFA (více než jedna dvojná vazba). Nenasycené mastné kyseliny se mohou vyskytovat ve dvou geometrických uspořádáních, které označují jako cis- a trans-konfigurace. Konfigurace cis- v přírodě převládá nad konfigurací trans-. Cis- dvojná vazba má dva vodíkové atomy na stejné

straně molekuly, zatímco v trans-konfiguraci jsou na opačných stranách molekuly. Geometrická izomerie má důsledky pro tvar a fyzikální vlastnosti molekuly.

PUFA se dělí do dvou kategorií, n-6 a n-3 série. Člověk není schopen syntetizovat n-6 a n-3 PUFA, a proto tyto mastné patří mezi esenciální mastné kyseliny a musí být člověku dodány stravou. Kyselina linolová (18:2n-6) a α -linolenová (18:3n-3) jsou hlavními nenasyčenými mastnými kyselinami. Tyto mastné kyseliny mohou být prodlouženy a zkresleny do derivátů s delším řetězcem:

- kyselina arachidonová (20:4n-6),
- eikosapentaenová kyselina (EPA; 20:5n-3),
- a (DHA, 22:6n-3) dokosahexaenová kyselina (Roche, 1999).

Mastné kyseliny esenciální jsou součástí mnoha důležitých procesů v těle. Ovlivňují kardiovaskulární systém, imunitu, centrální nervovou soustavu a působí také jako součást protizánětlivé reakce v těle. Mezi příjmem různých druhů tuků je důležité udržovat rovnováhu, přičemž většina lidí přijímá daleko více ω -6 mastných kyselin než ω -3 mastných kyselin.

Cis-mononenasyčené mastné kyseliny pozitivně ovlivňují celkový cholesterol a poměr mezi různými lipoproteiny, které se považují za prospěšné. Trans-nenasycené mastné kyseliny negativně ovlivňují úmrtnost.

Nasyčené mastné kyseliny ovlivňují krevní lipidy. Byl prokázán pozitivní vliv při nahrazení tuků obsahující nasyčené mastné kyseliny za tuky obsahující mastné kyseliny nenasyčené. Polynenasycené mastné kyseliny v porovnání s ostatními mastnými kyselinami značně snižují riziko kardiovaskulárních onemocnění (Rosenquist, Tůma 2014).

3.2.3.2 Konjugovaná kyselina linolová (CLA)

Jedná se o kyselinu, která má v řetězci 18 atomů uhlíku a dvě dvojně vazby vycházející z atomů uhlíku číslovaných 9 a 12 od karboxylového konce molekuly. Znamená to, že tato kyselina má mezi dvojnými vazbami dvě vazby jednoduché, přičemž prostorové uspořádání na obou dvojných vazbách je cis-.

Z hlediska biologických účinků jsou pozitivní výsledky zjištěny pouze na laboratorních zvířatech. U člověka byly zatím zjištěny pouze krátkodobé výsledky, ze kterých nejsou závěry příliš jednoznačné. Nejvíce zkoumanou oblastí byla možnost prevence některých typů rakoviny, vyvolaných chemickými látkami, podáváním

CLA. U myši a krys se prokázaly ochranné účinky vůči rakovině mléčné žlázy, ale také žaludku, střev, prostaty a kůže (Kalač, 2003).

3.2.3.3 Fytosteroly a fytostanoly

Jedná se o přirozené části rostlinného těla. Na jedné straně mluvíme o velice významné stavební složce, na druhé straně mají vliv na řadu fyziologických procesů v rostlině. Z chemického hlediska se jedná o látky blízké příbuzné cholesterolu. Fytosteroly, které přijímáme v potravě (zejména prostřednictvím rostlinných olejů), jsou v poslední době stále více spojovány se snižováním plazmatické hladiny cholesterolu. Jako předpokládaný mechanismus jejich účinku je brána kompetice s cholesterolem ve střevě (Slíva, Minárik, 2009).

Jsou známy již víc než dvě stovky fytosterolů, přičemž k nejběžnějším patří β -sitosterol, kampesterol a stogmasterol. V potravinách se vyskytují jak volné, tak vázané na vyšší mastné kyseliny nebo na cukry. V přírodě méně zastoupená skupina se nazývá fytostanoly, do kterých je možné zařadit např. β -sitostanol, který nemá v molekule dvojnou vazbu.

V případě, že se denní příjem fytosterolů pohybuje v množství kolem 2000 mg, fytosteroly omezí vstřebávání cholesterolu z tenkého střeva, takže dojde k poklesu jeho hladiny v krevním séru.

Podle výzkumu klesne při každodenním příjmu 2 až 3 g fytosterolů nebo fytostanolů riziko vzniku srdečně-cévních chorob o 15 až 40 % v důsledku snížení hladiny rizikového LDL cholesterolu v krvi. Účinek se dostaví už po asi třech týdnech pravidelné denní konzumace. Nepříznivým důsledkem zvýšeného příjmu je zhoršení vstřebávání β -karotenu v tenkém střevu až o 20 %, proto by se neměla překračovat maximální doporučená denní dávka kolem 1 gramu (Kalač, 2003).

3.2.4 Vlákna

Pojmem vlákna se souhrnně označují nestravitelné (v trávicím traktu nevyužitelné) zbytky rostlinné potravy, v živočišných potravinách se nevyskytují. Jedná se především o stavební polysacharidy a lignin. Patří sem jak přirozené polysacharidy potravin rostlinného původu, tak také nevyužitelné sacharidy, které se přidávají do mnoha potravinářských výrobků pro úpravu jejich konzistence či schopnosti vázat vodu. Do této skupiny patří např. polysacharidy řas a mikroorganismů a tzv. modifikované

škroby a celulózy. Do vlákniny se nyní počítají i tzv. rezistentní, tedy nestravitelné části přírodního škrobu.

Antikarcinogenní účinky vlákniny byly zjištěny na počátku 70. let 20. století při pozorování nízkého výskytu rakoviny tlustého střeva u afrického vesnického obyvatelstva, které se živilo převážně rostlinnou stravou.

Podle rozpustnosti ve vodě máme vlákninu:

- rozpustnou, která je tvořena částmi hemicelulóz, β -glukanů a pektinů, rostlinných slizů, polysacharidů mořských řas, modifikovaných škrobů a modifikovaných celulóz (Kalač, 2003; Kunová, 2004). Má velmi výrazně příznivý vliv na snížení přijímané energie, omezení pocitu hladu, snížení hladiny krevního cholesterolu a žádoucí fermentaci v tlustém střevě. Mírně pozitivně ovlivňuje snížení množství glukózy v krvi, vyvážení toxických složek tráveniny a podporu činnosti střev (Bulková, 2011).
- nerozpustnou, ta je tvořena celulórou, částmi hemicelulóz a ligninu (Kalač, 2003). Má velmi pozitivní vliv na zpevňování zubů a prevenci zubního kazu, snížení energetického příjmu, podporu činnosti střev a urychlení průchodu tráveniny střevním traktem. Mírně snižuje pocit hladu, snižuje hladinu glukózy v krvi a váže toxické složky tráveniny. Jedná se o hrubou hmotu, která není rozpustná ve vodě, ale dokáže ji vázat v poměrně velkém množství.

Pektinové látky jsou makromolekulární koloidy, které se skládají z molekul kyseliny D-galakturonové spojených mezi sebou α -glykosidickými vazbami. Během zrání se postupně enzymaticky štěpí na vlastní pektin, zpomalují vstřebávání sacharidů v tenkém střevě a tím brání výkyvům a kolísání hladiny krevního cukru (Bulková, 2011).

3.2.5 Vybrané významné rostlinné látky

3.2.5.1 Kyselina listová

Nedostatek tohoto vitamínu rozpustného ve vodě může způsobovat nevyvážená strava, snížená absorpce u lidí trpících nesnášenlivostí k lepku apod. Jedná se o vitamin potřebný pro syntézu nukleových kyselin a tvorbu červených krvinek. Ve stravě člověk průměrně přijme 0,25 mg/den, doporučené množství pro netěhotné ženy je 0,4 mg/den, doporučené množství pro těhotné je 0,6 mg/den. Foláty, jak se souhrnně označuje kyselina listová a její deriváty, se v potravě vyskytují ve formě glutamátů s 50% biologickou dostupností (Fait, Slíva, 2011).

Uplatnění nachází při přeměně aminokyseliny homocysteinu na methionin a v syntéze purinových látek (DNA). Nedostatek vede ke zvýšení hladiny aminokyseliny homocysteinu, která je nezávislým rizikovým faktorem aterosklerózy, dochází tedy k rozvoji aterosklerózy, zejména v koronárním, mozkovém a periferním řečišti s následným rizikem trombóz (Zadák, 2006). Po vstřebání se kyselina listová ve střevní sliznici metabolizuje na dihydrofolát a poté v játrech na tetrahydrofolát, ze kterého vlivem methyltetrahydrofolát reduktázy vznikne aktivní metabolit 5-methyltetrahydrofolin potřebný pro udržování normální hladiny homocysteinu (Fait, Slíva, 2011).

Nedostatek této kyseliny vede k porušení syntézy DNA a RNA, dochází tedy k porušení dělení buněk, které se projeví chudokrevností, kožními defekty a zpomalením růstu u vyvíjejících se jedinců, dojde ke vzniku vrozených chorob (nejvíce rozštěp nervové trubice v embryonálním vývoji). Nedostatek se projevuje již při mírně sníženém příjmu. Správnou volbou v tomto případě je současný příjem kyseliny listové v kombinaci s vitaminem B₁₂ a vitaminem B₆. Kyselina listová je schopna tvořit se zinkem nevstřebatelné komplexy, které snižují dostupnost zinku (Zadák, 2006). Podávání kyseliny listové rovněž snižuje riziko porodnických komplikací:

- nižší porodní hmotnost,
- placentární infarkty,
- spontánní potraty (Fait, Slíva, 2011).

3.2.5.2 Glukosinoláty

V současné době je známo přibližně 120 glukosinolátů, přičemž se v zelenině vyskytuje ve větším množství pouze 10 až 15 z nich; sinigrin a skupina tzv. indolylglukosinolátů (glukobrassicin a neoglukobrassicin) patří z výživového hlediska k těm nejdůležitějším (Kastnerová, 2012). Tyto látky se v rostlinách podílejí na aktivní obraně, plní tedy roli fytoalexinů, tzn. aktivních obranných látek a postinfekčních metabolitů (Zukalová, Vašák, 2002).

U široké veřejnosti mají glukosinoláty špatnou pověst spojovanou se strumigenním působením (porušením funkce štítné a poškozením jater). Z hlediska lidské výživy se jedná o žádoucí složku, neboť studie prokázaly, že častá konzumace brukvovité zeleniny snižuje riziko vzniku rakoviny tlustého střeva a konečníku, žaludku, prsu a plic. Nositeli antikarcinogenních účinků jsou některé isokyanáty a indoly (Kastnerová, 2012).

Optimální příjem jednotlivých ochranných látek této skupiny a tedy i jednotlivých druhů brukvovité zeleniny nebyl dosud stanoven. V ČR se průměrný denní příjem odhaduje na 10 mg glukosinolátů, ale u vegetariánů s vysokou spotřebou brukvovité zeleniny může dosáhnout až několika set miligramů za den.

Po fyzickém zničení rostlinné tkáně se glukosinoláty rozpadají působením endogenního enzymu myrozinázy, uvolňující glukózu a komplexní řady biologicky aktivních produktů. Z nich nejdůležitější a nejrozsáhleji studovány jsou isokyanáty. Glukosinoláty mohou být degradovány nebo vyplaveny z rostlinných tkání během zpracování jídla, ale tepelná deaktivace myrozinázy zachovává některé glukosinoláty ve vařené zelenině neporušené. Některé inhibují mitózu a stimuluji apoptózu v lidských nádorových buňkách, *in vitro* a *in vivo*. Tento sekundární účinek zvyšuje možnost, že v závislosti na blokování poškození DNA isothiokyanáty mohou selektivně inhibovat růst nádorových buněk, a to i po iniciaci chemickými karcinogeny (Johnson, 2002).

3.2.5.3 *Resveratrol*

Z chemického hlediska se jedná trojsytný fenol odvozený od stilbenu, který se v rostlinách vyskytuje buď volný, nebo vázaný na cukry, případně ve formě složitějších viniferinů. Jeho funkcí je zřejmě obrana rostliny proti působení vnějšího prostředí, hlavně proti napadení mikroorganismy a proti poškození UV zářením (Kastnerová, 2012). Resveratrol patří do skupiny fytoalexinů (sekundárních metabolitů rostlin), které se začínají tvořit ve větší míře jako odpověď na stres (mechanické poškození, UV záření, ozon) nebo poté, co je rostlina napadena nepatogenními nebo avirulentními bakteriemi, viry či houbami (Šmidrkal et al., 2001).

Jedná se o účinný antioxidant podílející se na prevenci vzniku onemocnění srdce a cév a nádorových onemocnění. Vyskytuje se hlavně ve slupkách a jádrech bobulí, ale také třapin vinných hroznů. Červené víno obvykle obsahuje 2 až 6 mg/l, bílé víno jenom 0,2 až 0,8 mg/l. Resveratrol se vyskytuje v následující zelenině: bílé zelí, červené zelí, čínské zelí, kapusta hlávková, kapusta růžičková, brokolice, mrkev karotka, červená řepa, česnek, cibule žlutá, cibule červená, arašidy (Kastnerová, 2012).

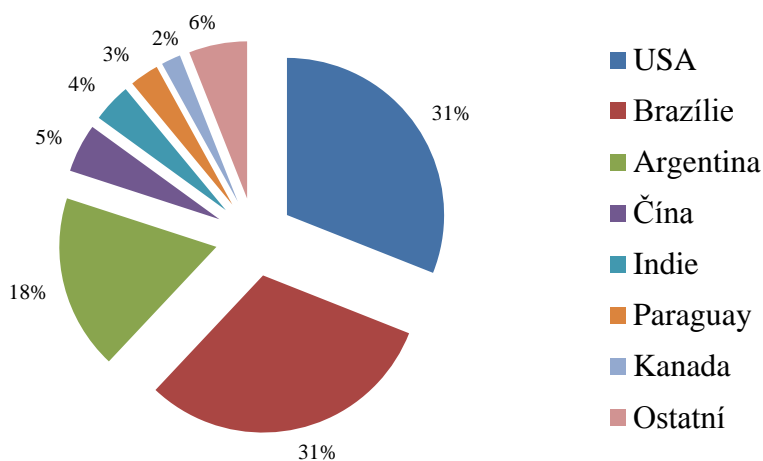
3.3 Sója – funkční potravina

3.3.1 Charakteristika

Sója luštinatá (*Glycine max*) roste jako komerční plodina ve více než 35 státech světa jako hlavní olejnína (El-Shemy, 2011). Jedná se o prastarou kulturní rostlinu. Její původ není přesně znám, ale pochází pravděpodobně z jihovýchodní Asie. Francouzský botanik Alphonse de Candolle považuje za oblast původu pásmo od Jávy přes Indočínu do Japonska, odkud byla před více než dvěma sty lety dovezena do USA, do Evropy se dostala koncem 18. století. V současné době jsou největším producentem Spojené státy americké. Na druhém místě v produkci je Brazílie, tu následuje Argentina, Čína a Indie (Dostálová, 1990). Podle některých údajů je Brazílie zodpovědná dokonce za 28 až 31 % celosvětové produkce s odhadem výroby 57 milionů tun (Dourado et al., 2011).

Jedná se o jednoletou rostlinu s výškou pohybující se okolo 120 cm mající jedno až pět semen v lusku. Semena se vyznačují rozmanitou škálou barev od žluté, nazelenalé, hnědé až k barvě černé, přičemž největší význam mají semena žlutá a zelená. Boby mají vysokou nutriční hodnotu díky obsahu jakostních bílkovin, tuků, značné množství minerálních látek a vitaminů. Tato rostlina hraje velkou roli v lidské

výživě, neboť se stala zdrojem kvalitních bílkovin a dalších bioaktivních látek zejména pro obyvatele rozvojových zemí. Negativní součástí jsou termostabilní antinutriční látky, proto nejsou vhodné pro nakličování a musí se tepelně opracovávat. U citlivých jedinců se jedná o silný alergen pro vyšší obsah histidinu, 1,96 g v 1 kg rostliny (Bulková, 2011).



Obr. 1 Největší producenti sóje

(<http://www.commoditiescontrol.com/eagrtrader/commodityknowledge/soya/soya1.htm>)

3.3.2 Chemické složení

Složení sójových bobů se může poněkud lišit v závislosti na odrůdě a podmínkách, při kterých rostlina roste; složeny jsou především z makronutrientů. Díky šlechtění je možné získat obsah proteinů mezi 40 a 45 % a lipidů mezi 18 a 20 % (Cheftel et al., 1985). Obsah škrobu je velmi malý, bob naopak obsahuje poměrně hodně celulózy, hemicelulózy a pektinů. Ve většině případů se obsah bílkovin pohybuje mezi 32 až 43,6 % a tuk 15,5 až 24,7 %. Sója obsahuje ze všech luštěnin vůbec nejvyšší množství bílkovin, ze kterých je téměř 80 % tvořeno β -konglycininem (globulin 7S) a glycininem (globulin 11S), které se liší fyzikálními i chemickými vlastnostmi. Protein sójových bobů obsahuje značné množství lysinu, výživová hodnota bílkoviny je limitována obsahem sirných aminokyselin methioninu, cystinu a tryptofanu. S ohledem na vysoký obsah bílkovin se sójová moučka používají převážně u výživy pro drůbež a prasata. Ve směsích pro drůbež se obsah sójové moučky může přiblížit až k hodnotě 40 %. Negativní korelace mezi obsahem proteinu a oleje je jeden

z důvodů, proč není takový zájem o odrůdy s vysokým obsahem bílkovin (El-Shemy, 2011).

Pro dobrou stabilitu při skladování a dobrou životaschopnost by měl být obsah vlhkosti v sóji 12 až 13 %. Nad touto úrovní hrozí napadení plísněmi, při obsahu menším než 12 % mají boby tendenci praskat (Cheftel et al., 1985).

Bílkoviny se vyznačují vysokou nutriční hodnotou a zároveň také vysokým obsahem lysinu, čehož je možno využít u stravy založené na obilovinách, tam je totiž lysin limitující aminokyselina. Využitelnost bílkovin je snižována přítomností inhibitorů proteáz. Bob dále obsahuje lektiny, lyxoxygenázu a ureázu.

Vyznačují se vysokým obsahem lipidů a slouží jako dobrý zdroj esenciálních mastných kyselin s obsahem tuku okolo 19,5 %. Koncentrace nenasycených mastných kyselin se pohybuje kolem 15 %, mononenasycených okolo 21,5 %. Obsah polynenasycených mastných kyselin může být až 63 %.

Koncentrace minerálních látek je závislá na různých faktorech, nejvíce ze všeho na původu, podmínkách zpracování půdy, odrůdě a technologickém procesu. Sójové výrobky obsahují značné množství fosforu, menší množství vápníku a hořčiku (El-Shemy, 2011).

3.3.3 Geneticky modifikovaná sója

Sójové boby se většinou geneticky upravují, přičemž jejich podíl je zhruba 65 % celosvětové produkce sóji. Kromě sóje se modifikují i další potraviny jako např. kukuřice, řepa cukrovka, bavlna, cukety, žluté tykve. Důvodem modifikace je, aby v sobě rostliny obsahovaly jedy proti škůdcům, anebo aby je alespoň snadno vstřebávaly. Díky těmto modifikacím jsou rostliny odolné vůči smrtícím dávkám herbicidů, které se používají při jejich pěstování. Jako ochranu je možno také vložit geny některých původních bakterií, ty v buňkách rostliny vytvářejí pesticid zvaný Bt toxin, který používají farmáři jako postřik (Hýžová, 2013). Sójové boby, jako mnoho rostlin, obsahují vnitřní alergeny, které představují problémy pro citlivé lidi. Biotechnologie se používá k charakterizaci a eliminaci hlavních alergenů v sójových bobech. I přestože neexistují důkazy o škodlivosti genetické modifikace pro člověka, mluví se o nich ve spojitosti s neplodností, alergickými potížemi, chronickými onemocněními (Herman, 2003).

3.3.4 Sójové výrobky

Lidé z Asie konzumují sóju na více způsobů více než 1000 let. V posledních desetiletích sójové výrobky postupně pronikají do západních kultur a diet. V dnešní době existuje na trhu široký sortiment sójových výrobků. Některé z nich jsou vyráběny pomocí moderních technik zpracování ve velkých potravinářských společnostech, zatímco jiné jsou vyráběny více tradičními způsoby a dokonce i jednotlivými rodinami. Sójové boby musí být vařené s cílem zničit inhibitory trypsinu, které snižují dostupnost tohoto enzymu, který je zásadní pro výživu mnoha monogastričních zvířat, ještě před tím, než mohou posloužit jako jídlo. Sójové výrobky se obvykle dělí do dvou kategorií: nefermentované a fermentované. Nefermentované sójové výrobky zahrnují čerstvé sójové boby, dehydratované sójové boby, sójové klíčky, plnotučné a odtučněné sójové boby, sójovou mouku, sójové mléko a jeho produkty, tofu, okaru a yubu. Mezi fermentované patří miso, sójové omáčky, natto, tempeh, a fermentované tofu. Lidé ze západu přijali některé z těchto výrobků jako součást každodenní stravy. Sójové mléko, tofu, sójová omáčka a miso jsou nejpopulárnější sójové výrobky v USA. Díky americké vynalézavosti vznikly např. tofu párky v rohlíku, tofu zmrzlina, vegetariánské hamburgery, sójové palačinky, které jsou k dispozici jak v supermarketech, tak také na tradičních trzích (Chen et al., 2012).

Jednou z nejvýznamnějších surovin je sójový olej vyráběný obdobným způsobem jako stolní oleje. Tento olej se používá hlavně do majonéz a tatarok. Sójový lecitin je využíván jako emulgátor; ze sójové mouky, krupic a vloček se vyrábí texturované sójové bílkoviny, které se používají jako náhražky masa (Kadlec et al., 2012).

3.4 Fyziologicky účinné látky

3.4.1 Fytoestrogeny

Fytoestrogeny jsou přirozeně se vyskytující rostlinné látky, které mají estrogenní a/nebo anti-estrogenní účinky. Jsou přítomny v mnoha lidských potravinách. Vyskytují se ve fazolích, hlávkovém zelí, špenátu, sójových bobech, obilí a chmelu (Tripathi et al., 2013). Na základě jejich chemické struktury se dají fytoestrogeny rozdělit do čtyř hlavních skupin, tj. isoflavony, flavonoidy, stilbeny a lignany (Cos et al., 2003). Rostlinné estrogény (fytoestrogeny) mají u rostliny obrannou funkci. Působí také antioxidačně, antiparazitárně, antivirově, antibakteriálně a fungistaticky a posilují imunitu rostliny (Vrzáňová, Heresová, 2003). Mezi tyto fotochemikálie patří široká třída nesteroidních estrogenů. V posledním desetiletí došlo ke značnému zvýšení zájmu o isoflavony z důvodu jejich relativně vysokých koncentrací v sójové bílkovině. Isoflavony jsou ze skromného množství požití bílkoviny přeměňovány biotransformací střevní mikroflórou, absorbovány, podrobují se enterohepatální recyklaci a dosahují cirkulačních koncentrací, které přesahují o několik řádů množství endogenních estrogenů.

Tyto estrogény a jejich metabolity mají silnou hormonální a nehormonální aktivitu, která může vysvětlovat některé z biologických účinků diety na ně bohaté. Epidemiologické studie ukazují, že potraviny, které je obsahují, mohou mít pozitivní účinek na řadu chronických onemocnění a stavů. Působí proti rakovině prostaty, tlustého střeva, konečníku, žaludku, plic. Dietní intervenční studie ukazují, že u žen mohou mít lněná semínka a sója příznivý vliv ve vztahu k riziku rakoviny prsu a může pomoci zmírnit symptomy po menopauze. Zdá se, že má také pozitivní vliv na hladinu lipidů v krvi, snižuje tedy riziko kardiovaskulárních onemocnění a aterosklerózy (Tripathi et al., 2013).

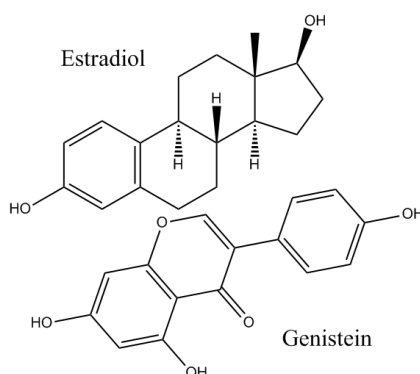
V buněčných jádrech cílových tkání se fytoestrogeny vážou na estrogenní receptor, regulují expresi genů, přičemž jejich doba setrvání v jádře buněk je krátká. Estrogenní receptor (ER) má dvě izoformy (α a β). β -ER je převážně v kostech, plicích, prostatě, močovém měchýři, kůži, mozku. Fytoestrogeny tedy mohou působit spolu s estrogény na kostní tkáň. V mozku a hypofýze jejich působením dochází ke snížení hladiny gonadotropinů, čímž mohou ovlivnit změny nálady, spánek a depresi.

Mohou ale také způsobovat cévní změny, zmírnit návaly pocení a příznaky z nedostatku estrogenů (Vrzáňová, Heresová, 2003).

Nejaktivnější ženský pohlavní hormon ze skupiny estrogenů je estradiol. Je steroidní povahy a vytváří se ve folikulech vaječníku. Tento hormon řídí menstruační cyklus a do přechodu snižuje riziko vzniku osteoporózy a srdečně-cévních chorob. Ve východní Asii (hlavně v Japonsku) je ve srovnání s Evropou a Amerikou u žen znatelně menší výskyt rakoviny prsu, osteoporózy i srdečně-cévních chorob, přičemž za příčinu se pokládá rozdílný příjem fytoestrogenů. Zdravotní přínos se ovšem nedostaví hned, ale především při velmi dlouhodobém a pravidelném příjmu. Došlo ovšem i k případům, kdy vysoká konzumace sóji vedla u konzumenta k narušení menstruačního cyklu, či poškození plodu v těhotenství. U žen po přechodu je doporučené množství alespoň 60 mg isoflavonů denně (Kalač, 2003).

3.4.1.1 Isoflavony

Isoflavony patří spolu s flavonoidy, kumestany a lignany do skupiny fytoestrogenů. Jedná se o skupinu odlišných sekundárních metabolitů, které jsou produkovány především v luštěninách. Jejich syntéza v rostlinách je založena na uhlíkové kostře 3-fenylbenzpyranu a na různých oxidacích tří centrálních atomů. Struktura isoflavonů se liší stupněm methylace, hydroxylace a glykosylace a je podobná 17- β -estradiolu, jsou tak schopné se vázat na estrogenové receptory (Klejdus et al., 2004; Pilšáková, et al., 2010). Isoflavony mají vyšší afinitu k ER β než ER α a interagují s metabolismem steroidních hormonů (Pilšáková et al., 2010). Koncentrace isoflavonů v rostlinných buňkách je ovlivněna vztahem mezi rostlinami a rhizobiálními bakteriemi. Isoflavony (například daidzein) jsou prekurzory fytoalexinů (Klejdus et al., 2004). V poslední době isoflavony přišli do ohniska zájmu z důvodu několika zpráv o jejich pozitivním vlivu na lidské zdraví, zejména na prevenci rakovin závislých na hormonech (hormonálně dependetních nádorů), na prevenci kardiovaskulárních chorob, osteoporózy, nežádoucích projevů menopauzy a úbytku kognitivních funkcí souvisejících s věkem (Pilšáková et al., 2010; Klejdus et al., 2005).



Obr. 2 Porovnání struktury genisteinu a estrogenu (El-Shemy, 2011).

Isoflavony se v sóji vyskytují ve čtyřech hlavních formách. První formou jsou aglykony (genistein, daidzein a glycitein). Další jsou β -glykosidy (genistin, daidzin a glycitin), u kterých se na aglykon váže cukerný zbytek. Mohou se také vyskytovat jako malonyl- a acetylderiváty β -glykosidů, přičemž acetylderiváty glykosidů vznikají dekarboxylací příslušných malonylesterů (Maxwell, 2011).

V souvislosti se snížením rizika rakoviny prsu je stále více důkazů, že konzumace sóji, která je bohatá na estrogény, může velmi pomoci, přičemž sója nemá nechtěné vedlejší účinky jako léky. Mnoho vědců věří, že důvodem, proč se snižuje riziko rakoviny prsu je to, že isoflavony také pracují jako antiestrogeny, jsou tedy v opozici k estrogenu.

V situaci, kdy má žena malou produkci estrogenu (např. v postmenopauze), se isoflavony mohou připojit do otevřené strany estrogenové sběrné buňky a vyvolávat velmi slabý estrogenový efekt. V opačném případě, když má žena mnoho estrogenu (např. v průběhu menstruace), mohou isoflavony soutěžit s přírodním estrogenem o stěny receptorů a z důvodu jejich velmi slabého efektu výrazně zmenší efekt estrogenu.

V sóji převažují dva isoflavony, jsou to genistein a daidzein. Jsou to isoflavonové molekuly, které obsahují cukr. Střevní bakterie během zažívání molekulu cukru buď rozštěpí, nebo ji useknou a vytvářejí stále více genisteinu a daidzeinu. Genistein (pouze s jednou tisícínou hormonální aktivity estrogenu) zachytí do prsních buněk estrogenové receptory a tím zabrání uchycení více potentních ženských hormonů. Daidzein může snížit riziko rakoviny tím, že aktivuje buňky imunity. Při laboratorním experimentu na krysách bylo zjištěno, že daidzein zvyšuje aktivitu lymfocytů a makrofágů

(Challem, 1998). V menším množství sója obsahuje také isoflavon glycitein (Maxwell, 2011).

Bylo prokázáno, že aktivita isoflavonů působí čtyřmi způsoby:

- jako estrogen a antiestrogen,
- jako pohlcovač rakovinových enzymů,
- jako antioxidant,
- jako zvyšovač imunity (Challem, 1998).

Celkový obsah isoflavonů v sójových bobech může dosáhnout hodnoty 4200 mg/kg, značně se ovšem liší u různých vzorků. Obsah je hlavně ovlivněn odrůdou, umístěním a podmínkami růstu. Značný vliv má konečné zpracování bobů na potravinářské výrobky. Proteinové izoláty a tofu obsahují snížené množství isoflavonů v důsledku vodného zpracování použitého při výrobě. Tempeh obsahuje ještě méně isoflavonů než tofu a obsahuje zvýšený obsah aglykonů, které se vytvořily enzymatickou hydrolýzou v průběhu fermentace. Naopak sójová mouka obsahuje velké množství isoflavonů, okolo 150 až 170 mg/100 g (Maxwell, 2011).

3.4.1.2 Kumestany a lignany

I když existuje velké množství kumestanů, pouze u malého počtu z nich byla prokázána estrogenní aktivita. Jedná se o látky biosynteticky související s isoflavony. 4'-methoxykumestrol a kumestrol patří k významným kumestanům s estrogenními účinky. Hlavním potravinovým zdrojem kumestrolu jsou luštěniny, nicméně nízké hladiny byly zaznamenány také kapustě a špenátu. Sójové klíčky obsahují okolo 7 mg/100 g, ve zralých sójových bobech najdeme na 100 g pouze 0,12 mg. Jsou více estrogenně aktivní sloučeniny než isoflavony, ale jejich koncentrace v rostlinách je malá, z čehož vyplývá, že konečný účinek je nižší než u isoflavonů (Cornwell et al., 2004; Opletal, Šimerda, 2010). Kumestrol a genistein mají vyšší vazebnou afinitu k ER β než ostatní fytoestrogenové sloučeniny. Při studiích *in vitro* se kumestrol ukázal jako látka inhibující kostní resorpci a stimuluje mineralizaci kostí (Ososki, Kennelly, 2003).

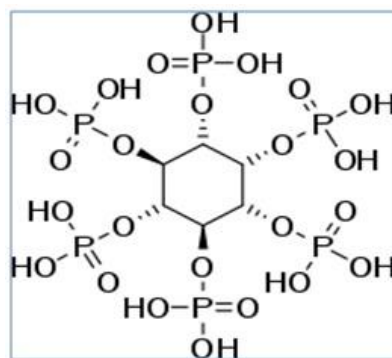
Termín lignan se používá pro různorodou třídu dimerů a oligomerů fenylypropanoidu. Sekoisolariciresinol a matairesinol jsou dva dimery, které nejsou estrogenní samy o sobě, ale je možné je snadno převést na savčí lignany enterodiol a enterolakton, které jsou estrogenní. Konverzi provede střevní mikroflóra a savčí

lignany jsou snadno absorbovány. Tyto rostlinolékařské lignany se objevují ve velkém množství ve lněných semíncích, celozrnném pečivu, zelenině a čaji (Cornwell et al., 2004). Sója obsahuje pouze stopová množství sekoisolariciresinolu, syringaresinolu a pinoresinolu (Opletal, Šimerda, 2010). Studie zaměřené na metabolizovaný lignan s finskými muži prokázaly snížené riziko infarktu myokardu spojené s vyššími koncentracemi sérového enterolaktonu (Ososki, Kennelly, 2003).

3.4.2 Kyselina fytová

Jedná se o ester myo-inositolu a fosforečné kyseliny. Vedle tohoto isomeru existuje dalších 7 (např. neo-, chiro-, scillo-), které se liší orientací hydroxylových skupin vůči cyklohexanovému kruhu. Tyto se v přírodě také vyskytují, ale nevyznačují se žádnou biologickou aktivitou. Biologickou funkci naopak mají nižší inositolfofostáty (Opletal, Skřivanová, 2010). Snížení biologické využitelnosti mnohých prvků z potravy je zapříčiněno jejich pevnou fixací ve fytátech a jejich malou rozpustností (Velíšek, Hejšlová, 2009b). Obsah fytové kyseliny v sójových bobech se pohybuje mezi 1 až 1,5 g/100 g (El-Shemy, 2011).

Myo-inositol-1,2,3,4,5,6-hexakisdihydrogenfosforečná kyselina je dalším názvem této kyseliny, ze kterého je jasná její chemická struktura (Opletal, Skřivanová, 2010; Prugar, 2008).



Obr. 3 Molekulární struktura kyseliny fytové (El-Shemy, 2011).

Tři terminologie (fytát, fytit a kyselina fytová) se používají v literatuře k popisu substrátu pro fytázové enzymy. Nejčastěji používaný termín, fytát odkazuje na smíšené soli kyseliny fytové (myo-inositol hexafosfát; IP₆). Termín fytová konkrétně poukazuje na uložený komplex IP₆ s draslíkem, hořčíkem a vápníkem, jak se vyskytuje

v rostlinách; zatímco kyselina fytová je volná forma IP_6 . Z historického hlediska byly fytáty považovány pouze za antinutriční látky, protože jsou známy jako silné chelátory dvojmocných minerálních látek, jako jsou Ca^{2+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} a Fe^{2+} ionty (Dourado et al., 2011). S těmito kovovými ionty tedy tvoří stabilní sloučeniny (již zmíněné) fytáty. Fytin je označení pro vápenato-hořečnatý komplex fytové kyseliny (Velíšek, Hejšlová, 2009b).

Kyselina fytová je hlavní formou (50 až 85 %) fosforu v semenech obilovin, olejnin a luštěnin (Marounek, 2004). K potravinám, které kyselinu fytovou neobsahují, lze zařadit například cibuli, celer, houby, jablka a citrusové plody (Velíšek, Hejšlová, 2009b). Fytin je hlavní zásobárnou fosforu a mikroprvků pro klíčící rostlinu a energie, protože transfosforylací je umožněn vznik ATP a GTP z ADP a GDP (Opletal, Skřivanová, 2010).

Na jednu stranu je tedy kyselina fytová považována za antinutriční látku, která snižuje využití P, Zn, Ca a Cu u zvířat a lidí, potlačuje ovšem také tvorbu reaktivních hydroxylových radikálů (reakce katalyzována Fe^{2+}) a mimo jiné má také hypocholesterolemický účinek. Význam působení této kyseliny na minerální metabolismus člověka roste. Je to způsobeno neustále se zvyšující oblibou sójových bobů, ořechů a cereálních přesnídávek. K problémům může docházet u vegetariánů, kteří maso nahrazují velkým množstvím sójových produktů. Proto vegetariánství, které může určitým způsobem zlepšit zdraví člověka, není doporučováno těhotným a laktujícím ženám (Marounek, 2004). Kromě potravinářského využití kyseliny fytové jako aditivní látky, nachází také uplatnění při čiření vín (Velíšek, Hejšlová, 2009).

3.4.3 Saponiny

Saponiny představují rozmanitou skupinu heteroglykosidů, které se vyskytují hlavně v rostlinách. Jejich množství se odvíjí od druhu rostliny a klimatických podmínek. V sóji luštinaté se jich vyskytuje 0,22 až 5,6 % (Velíšek, 2002).

Hydrofobní aglykony (necukerný zbytek) saponinů jsou tzv. sapogenoly. Jedná se o sloučeniny odvozené od C_{30} triterpenoidů (triterpenových alkaloidů) a C_{27} . Na aglykon se váže jeden nebo více zbytků cukru a podle toho se saponiny dělí na:

- monodesmoidy (jeden cukerný zbytek, mono- nebo oligosacharid, vázaný na aglykon);
- bidesmoidy (dva cukerné zbytky vázané v různé poloze);

- tridesmoidy (tři cukerné zbytky v různé poloze), (Velíšek, Hejšlová, 2009).

Nejčastěji se vyskytující cukr je L-arabinóza, D-glukóza, D-mannóza, D-galaktóza, L-rhamnóza, D-glukoronová a D-galakturonová kyselina. Saponiny v sóji patří k triterpenoidním saponinům. Aglykony jsou sojasapogenol A, B a E; saponiny odvozené od sojasapogenolu A jsou 39 bisdesmosidy, cukry jsou navázány v poloze C-3 a C-22 (některé z těchto cukrů mohou být acetylovány, poté mají hořkou a svíravou chuť). V sóji se vyskytuje hlavně sojasaponin Aa a Ab, jedná se o hlavní zástupce acetylovaných sloučenin. Glykosidy sojasapogenolu B patří mezi monodesmosidy, sem můžeme zařadit sojasaponin Ba a Bb. Další saponiny sóje jsou odvozeny od sojasapogenolu E.

Saponiny se vyznačují některými společnými vlastnostmi, jako jsou např. hořká chuť (nežádoucí u sójových bobů), detergenční účinky (tvorba emulze), reakce se žlučovými kyselinami a cholesterolem (Velíšek, Hejšlová, 2009). V případě jejich vniknutí do krevního oběhu působí nepříznivě na červené krvinky, které prasknou a uvolní hemoglobin do krevního řečiště (Bulánková, 2005). Důležitou vlastností je schopnost snižovat hladinu cholesterolu v krvi a preventivní působení proti vzniku kardiovaskulárních onemocnění (El-Shemy, 2011). Ve formě koncentrátů se některé dají použít jako pěnotvorné látky, emulgátory a antioxidanty. Glycyrrhizin se používá jako náhradní sladidlo při výrobě cukrovinek a zpracování tabáku (Velíšek, Hejšlová, 2009).

3.4.4 Biologicky aktivní proteiny a peptidy

Bioaktivní peptidy jsou malé proteinové fragmenty odvozené z enzymatické hydrolýzy potravinových proteinů, fermentace proteolytickými startovacími kulturami. Tyto peptidy mají pozitivní dopad na celou řadu fyziologických funkcí u živých bytostí (Lule et al., 2015).

3.4.4.1 Lunasin

Už od svého objevu vědci identifikovali lunasin jako klíč k mnohým zdravotně pozitivním účinkům sóje (El-Shemy, 2011). Jedná se o bioaktivní peptid odvozený ze sóje, který se také označuje jako 2S albumin. Skládá se ze 43 aminokyselinových zbytků, s molekulovou hmotností 5,5 kDa. Rozsáhlé vědecké studie prokázaly, že má lunasin vlastní antioxidační, protizánětlivé, protirakovinné účinky a mohl by také

sehrát důležitou roli při regulaci biosyntézy cholesterolu v těle. Jeho vysoká biologická dostupnost a tepelně stabilní povaha umožní jeho potenciální využití jako doplněk stravy (Lule et al., 2015).

Zdá se, že lunasin může potlačovat vytvoření nádorů v prsou, tlustém střevu, kůži (popřípadě preventivně ochraňovat). Jedná se ovšem zatím o výsledky experimentálních výzkumů. Aby tato látka mohla působit proti rakovině, nesmí po perorálním podání dojít k jejímu trávení, jinak by se tato látka nedostala v aktivní formě, kam je třeba. Proti trávení lunasinu v zažívacím traktu ho chrání inhibitory Bowmanova-Birkova a Kunitzova typu, které se nacházejí právě v sóji (El-Shemy, 2011).

3.4.4.2 Lektiny

Lektiny jsou proteiny, které se váží na sacharidy. V syrových sójových bobech můžou snižovat růst a mohou také zvyšovat úmrtnost u zvířat. Dříve se označovaly jako fytohemaglutininy nebo heaglutininy, protože mají schopnost vyvolávat aglutinaci erytrocytů. Hladina lektinů se v sóji může pohybovat od 37 do 323 HU/mg proteinu (El-Shemy, 2011). Jedná se tedy o glykoproteiny, které mají schopnost vázat molekuly obsahující sacharidy na epiteliální buňky střevní sliznice a ovlivňovat absorpci živin. Buňky střeva mají v přítomnosti lektinu tendenci ke zhroucení snížením absorpce. Pokud jsou lektiny požitý zvířaty, mohou být degradovány pomocí střevních trávicích enzymů nebo můžou přežít střevní trávení a vážou se na enterocyty na kartáčovém lemu membrány. Pokud se vážou, mohou působit antinutričně, dochází k narušení střevních mikrokloků, zkrácení nebo otupení klků, poruše trávení živin a vstřebávání, zvyšují se endogenní ztráty dusíku, dále také dochází k bakteriální proliferaci a zvýšení střevní hmotnosti a velikosti (Dourado et al., 2011). V současné době se lektiny využívají jako terapeutická činidla ve výzkumech zabývajících se léčbou rakoviny, protože mají schopnost navázat se na rakovinné buňky, což vede k řízené smrti (apoptóze) rakovinných buněk. V této oblasti mají značný potenciál (Velíšek, 2002).

3.4.4.3 *Inhibitory proteáz*

Inhibitory proteáz jsou proteiny nebo polypeptidy, které jsou důležité z výživového hlediska a mohou inhibovat trávicí enzymy proteázy. Podle druhu proteázy, který dokážou inhibovat, se rozdělují na:

- inhibitory serinových proteáz (trypsinu, chymotrypsinu a dalších),
- sulfhydrylových proteáz (pepsinu, thrombinu aj.),
- kyselých proteáz (kathepsinu D),
- inhibitory metaloproteáz (inhibují např. karboxypeptidasy slinivky).

U rostlin se jedná o zásobárnu proteinů v době klíčení a jsou také součástí obranných mechanismů pletiv rostliny proti predátorům (Velíšek, 2002). Antinutriční působení těchto inhibitorů u člověka zatím není dostatečně objasněno, vychází se tedy ze znalostí získaných při výživě zvířat. Zkrmováním syrových nebo nedostatečně tepelně zpracovaných luštěnin hospodářskými zvířaty mohou inhibitory proteáz (resp. inhibitory trypsinu) vyvolat poruchy, které se projeví zpomalením růstu (mohou snížit trávení bílkovin). V chronických případech dojde ke zvětšení pankreatu zvětšením jednotlivých buněk (hypetrofií) a hyperplasií (zvětšením pankreatu množením buněk). Nežádoucí účinky těchto inhibitorů je možné poměrně snadno eliminovat tepelným zpracováním materiálů (Velíšek, Hajšlová, 2009; Ng, 2011).

Dvě hlavní skupiny inhibitorů proteáz, které se vyskytují v sójových bobech, jsou inhibitory Kunitzova (KI) a Bowmanova-Birkova typu (BBI), přičemž obě tyto skupiny vykazují specifitu k serinovým proteázám (Maxwell, 2011).

Inhibitory Kunitzova typu (s relativní molekulovou hmotností přibližně 20 kDa) mají v molekule dva disulfidové můstky a primárně se vyznačují určitou specificitou vůči trypsinu. Hlavní složka je protein, který obsahuje 181 zbytků aminokyselin. Vazebným místem, na kterém dochází k vzájemnému působení s trypsinem, jsou zbytky aminokyselin Arg⁶³ a Ile⁶⁴. Tyto inhibitory příznivě působí proti rakovinnému bujení ve vaječnicích (Maxwell, 2011; Velíšek, Hajšlová, 2009).

Inhibitory Bowmanova-Birkova (s relativní molekulovou hmotností mezi 6 až 10 kDa) vykazují specifitu vůči trypsinu i chymotrypsinu (obsahují 2 nezávislá vazebná místa). Obsahují také větší množství disulfidových můstků. Jedná se o peptidy, které se skládají ze 71 aminokyselin. V sóji najdeme 5 isoform inhibitorů tohoto typu patřící do skupiny inhibitorů značených PI a označují se PI-I až PI-V. Vazebným místem trypsinu jsou aminokyseliny Lys¹⁶-Ser¹⁷, k interakci s chymotrypsinem dochází

prostřednictvím aminokyselin Leu⁴⁴-Ser⁴⁵ (Velíšek, Hajšlová, 2009). Díky rozsáhlým studiím *in vitro* a *in vivo* bylo prokázáno, že tyto inhibitory vykazují protirakovinné účinky, mechanismus jejich působení proti procesu karcinogeneze není ovšem dosud znám (Hernández-Ledesma, Lumen, 2008).

3.4.5 Lecitin

Jedná se o látku, která patří do skupiny glycerolfosfatidů, v jejichž struktuře se na glycerol esterovou vazbou navazují 2 molekuly mastných kyselin, přičemž místo třetí je opět esterovou vazbou vázána kyselin fosforečná. U lecitinu je na fosforečnou kyselinu navázaný cholin. Lecitin a kefaliny z hlediska obsahu fosfolipidů v sóji převládají (Kalač, 2003).

Jeho pozitivním účinkem je zlepšení funkce jater, dobrý vliv na kardiovaskulární systém, činnost mozku, paměť a myšlení. K dalším účinkům patří snížení toxického účinku na játra, snížení cholesterolu, zmírňuje deprese apod. V potravinářském průmyslu se používá jako emulgátor (Singh, 2010c).

3.5 Vliv sóji na zdraví člověka

V posledních desetiletích vědci zdokumentovali zdravotní výhody sójové bílkoviny, a to zejména pro ty, kteří přijímají sójové bílkoviny denně. Sójové produkty nabízejí značnou výzvu k rostoucímu segmentu spotřebitelů s určitými dietními a zdravotními problémy. Je zcela zřejmé, že sójové produkty snižují rizika rozvoje různých, s věkem spojených, chronických onemocnění. Předmětem toho, jaké konkrétní složky jsou odpovědné za nepřehledné množství nahlášených zdravotní výhod sóji, zůstává silnou kontroverzní záležitostí. Výhody konzumace se týkají především snížení hladiny cholesterolu a příznaků menopauzy, dále také snížení rizika několika chronických onemocnění, jako je rakovina, onemocnění srdce a osteoporóza. Na trhu najdeme různé sójové výrobky s různými příchutěmi a texturou a nízkým obsahem tuku, nutričně vyvážená strava se může skládat právě z těchto výrobků (Jooyandeh, 2011).

3.5.1 Zdravotní přínosy plynoucí z konzumace

3.5.1.1 Rakovina

Rakovinné onemocnění (karcinogeneze) je velmi složitý proces, který probíhá ve více stupních a je vyvolán celou škálou faktorů, z nichž je jich velké množství nejasných. Souhrnně se pod pojmem rakovina označuje velká skupina onemocnění, které mají hodně společného, ale zároveň se vyznačují odlišnostmi. Jedná se o zhoubné (maligní) bujení vyznačující se rychle rostoucí hmotou abnormální tkáně (Kalač, 2003).

Epidemiologické studie ukázaly nižší hladinu rakoviny (zejména prsou a karcinomu prostaty) v Číně a Japonsku ve srovnání se západními zeměmi. Věří se, že je to způsobeno rozdíly ve výživě a v životním stylu, zejména vyšší konzumací sójových výrobků, ta je právě v těchto státech vyšší. Proto se již delší dobu debatuje o tom, že sója může mít chemoprotektivní vlastnosti proti určitým formám rakoviny. U asijsko-amerických žen, které se narodily a vyrůstaly v západních zemích, je o 60 % vyšší riziko vzniku rakoviny prsu ve srovnání s těmi, které se narodily v Číně a Japonsku. V různých studiích zaměřených na životní styl migrantů bylo evidentní, že je u lidí se západním stylem stravování (vysoký obsah tuku a nízký obsah vlákniny) větší pravděpodobnost výskytu rakoviny než u těch, kteří se stravují tradičním způsobem (malý obsah tuku, relativně vysoký obsah vlákniny a sójových výrobků). Experimenty na lidech ukázaly rozporuplné výsledky, přičemž byl ale potvrzen pozitivní vztah mezi konzumací sóje a snížením výskytu rakoviny prsu. U mužů by sója (konkrétně sójové isoflavony) mohla mít úlohu při řízení a prevenci rakoviny prostaty (Aluko, 2012). Isoflavony jako antikarcinogeny působí několika mechanismy, ke kterým patří antioxidační účinky, schopnost navodit apoptózu a schopnost inhibice buněčné proliferace u nádorových buněk (El-Shemy, 2011). Bowman-Birkovy inhibitory proteázy (BBI) můžou rovněž přispět k antikarcinogenním vlastnostem sójových proteinových produktů. BBI působí jako protinádorové činidlo prostřednictvím:

- blokování tvorby indukovaných aktivních forem kyslíku,
- inhibice propagace nádoru,
- snížení (zamezení) trávicí přeměny bílkovin na aminokyseliny (Aluko, 2012).

3.5.1.2 Srdečně-cévní (kardiovaskulární) onemocnění

Koronární onemocnění srdce jsou hlavní příčinou úmrtí zejména v průmyslových zemích. Vysoké hladiny celkového a LDL cholesterolu jsou považovány za rizikové faktory těchto onemocnění (El-Shemy, 2011). Základní příčinou všech kardiovaskulárních onemocnění je ateroskleróza, která se dá definovat jako dlouho se vyvíjející a probíhající chronický proces degenerativních změn cévní stěny (Komprda, 2009).

U lidí denní konzumace 25 g sójového proteinu může snížit hladiny celkového a LDL cholesterolu. Předběžné výsledky ukazují, že isoflavony, jako jsou estrogény, mohou mít kardioprotektivní účinek přímo na stěnách krevních cév a pozitivní vliv na další procesy zahrnuté v etiologii koronárních onemocnění srdce, i když výsledky jsou často nekompatibilní. Sójové isoflavony působí jako účinné antioxidanty schopné snížit oxidaci LDL cholesterolu a vyvolat vaskulární reaktivitu. Přítomnost modifikovaného LDL cholesterolu ve stěnách krevních cév přispívá k tvorbě aterosklerotických plátů, sójové isoflavony zlepšují funkci endotelu a arteriální relaxace (El-Shemy, 2011). Obávané plaky v cévách se zjednodušeně spojují s cholesterolem, přičemž je důležité, v jaké formě je cholesterol přenášen. Těmito látkami, které cholesterol transportují, jsou lipoproteiny (Kalač, 2003).

3.5.1.3 Obezita

Obezita je porucha energetické bilance a je spojena s hyperinzulinémií, inzulínovou rezistencí a poruchou metabolismu lipidů a je jedním z nejdůležitějších rizikových faktorů v rozvoji diabetu typu II, kardiovaskulárních onemocnění, aterosklerózy a určitých typů rakoviny. Tukové buňky hrají ústřední roli při lipidové homeostázi. Tyto buňky skladují energii ve formě triglyceridů v období nutriční hojnosti a uvolňují je jako volné mastné kyseliny v dobách nutriční nouze. Nadměrná spotřeba tuků může stimulovat rozšíření stávajících tukových buněk a vyvolat diferenciaci nevyužitých preadipocytů v tukové tkáni do zralých adipocytů k uspokojení poptávky po dalším skladování. 17-estradiol, velmi častý estrogen, je hlavním regulátorem vývoje adipocytů a počtu adipocytů u žen a mužů. V důsledku strukturní podobnosti isoflavonů s endogenními estrogény mohou isoflavony vyvolat slabé estrogení účinky (Jooyandeh, 2011). Při studiích u žen po menopauze byl zjištěn příznivý vztah mezi

obvyklou spotřebou sójové bílkoviny a nižší indexem tělesné hmotnosti, vyšší koncentrací HDL cholesterolu a snížením hladiny inzulínu nalačno (Ng, 2011).

3.5.1.4 Zvýšená křehkost kostí (osteoporóza)

Osteoporóza je onemocnění související s věkem, které postihuje muže i ženy a vzhledem k tomu, že lidská populace neustále stárne, je na světě stále více lidí trpících právě touto nemocí (Zheng et al., 2016). Obvykle jí trpí ženy po přechodu. Dochází u nich k abnormálnímu úbytku kostní hmoty, čímž se zvyšuje riziko různých zlomenin. Osteoporóza je důsledkem nerovnováhy mezi tvorbou a odbouráváním hmoty kostí (Komprda, 2009).

Dietní sójové isoflavony byly spojeny se zvýšeným zdravím kostí, zejména u žen v období menopauzy. Z tohoto důvodu se jako terapeutický prostředek pro snížení patologického progresu a intenzity osteoporózy používá hormonální substituční terapie estrogenu se syntetickým. Analýzy různých intervenčních studií na lidech ukázaly, že dietní sójové isoflavony významně snižují močové hladiny deoxypyridinolinu (Dpyr), který slouží jako marker kostní resorpce. Dpyr je peptid, který je při přestavbě kostí odebrán z extracelulárního matrix, uvolní se do oběhového systému krve a je vylučován v moči. Z tohoto důvodu vysoké hladiny Dpyr naznačují vysokou rychlost obratu kostní hmoty, což může způsobit sníženou hustotou minerálů. Sójové isoflavony působí tak, že snižují intenzitu resorpce kostí a zpomalují progres osteoporózy (Aluko, 2012). Dostatek vápníku a vitamínu D v potravě může nastolit rovnováhu mezi tvorbou a odbouráváním kostní hmoty (Komprda, 2009).

3.5.2 Sója – alergen

Alergie na sóju tvoří 2 % ze všech potravinových alergií. Nejčastější příčinou potravinové alergie jsou vejce, na druhém místě je mléko a třetí příčinou je mouka, na 10. místě se nachází sója. Potravinové alergie se mohou často proměnit v celoživotní problém. Sója je popisována jako jedna z hlavních alergizujících potravinových plodin. Závažnost alergické reakce na sóju se pohybuje v rozmezí od mírné vyrážky až k anafylaxi (dochází k vyplavení histaminu a dalších mediátorů a k působení na více orgánů, což vede k četným klinickým příznakům). Alergická reakce na sóju může být systémová, ale typicky se týká i kůže, gastrointestinálního traktu a dýchacích cest (El-Shemy, 2011).

Jedná se o imunologickou reakci, organismus je přecitlivělý na určitou látku (tzv. alergen), která reaguje s s IgE protilátkami a dochází k reakci organismu na přítomný alergen (Chapman et al., 2006).

Příznaky alergie, která je zprostředkována IgE protilátkami, se objeví během několika minut po tom, co člověk potravinu s určitým alergenem zkonsumuje. Příznaky alergie, která je zprostředkována buňkami, se můžou projevit až za několik hodin, případně dnů (Simpson, 2012).

Tři sójové proteiny byly identifikovány jako hlavní alergeny a označeny Gly m Bd 60K, Gly m Bd 30K a Gly m Bd 28K. Gly m Bd 60K (α -podjednotka β -konglycininu) je dobře známý jako zásoba sójového proteinu. Gly m Bd 30K je také znám jako sójový olej. Gly m Bd 28K je minoritní složkou, která je dělena na 75 globulinových frakcí. Ke snížení alergických účinků sóji a sójových produktů dochází použitím kombinovaných technik chemického pěstování, fyzikálně-chemickým ošetřením a enzymatickým trávením (Ogawa et al., 2000).

4 ZÁVĚR

Na trhu s potravinami je možné najít neustále zvětšující se množství zdraví prospěšných produktů, čímž se projevuje změna postoje zákazníka ke svému zdraví. Oproti lidem, kteří více důvěřují přírodnímu způsobu stravování a kladou důraz na výživovou hodnotu, je tu také směr, který propaguje nutraceutickou výživu, která zahrnuje právě funkční potraviny. Tento směr je založen na konzumaci zdraví prospěšných potravin a doplňků obsahující fyziologicky účinné látky, které zlepšují fyzickou i duševní kondici. S příchodem tohoto systému výživy se mnozí dozvěděli o přítomnosti prospěšných látek v určitých potravinách. Nejvíce funkčních potravin je vyráběno v Japonsku, Severní Americe, Austrálii a západní Evropě, přičemž se jedná hlavně o produkty podporující zdraví střev, srdce a imunitního systému.

V současnosti jsou sójové boby nejrozšířenější luštěninou na světě, nachází tak různá uplatnění v potravinářském průmyslu. Sója je již dlouhou dobu součástí zdravých jídelníčků, zcela běžně se vyskytuje v produktech, které lze zakoupit ve zdravé výživě. Je lehce stravitelná a obsahuje velké množství bílkovin. Lidé žijící v asijských zemích konzumují sóje oproti lidem ze západních zemí mnohem více, díky čemuž byl zjištěn pozitivní vztah mezi konzumací a sníženým výskytem kardiovaskulárních onemocnění, rakovin, osteoporózy. Její konzumace je doporučena při cukrovce, ateroskleróze a dalších onemocněních. V sóji se vyskytují rostlinné estrogény (fytoestrogény), které jsou prospěšné pro ženy v období menopauzy, pro kojence a kojící ženy jsou naopak škodlivé. Působí také proti rakovině prostaty, tlustého střeva, konečníku, žaludku a plic. Sójový lecitin je např. zodpovědný za zlepšení funkce jater, má také dobrý vliv na kardiovaskulární systém, činnost mozku, paměť a myšlení. Z důvodu, že se v minulosti sója v Evropě nevyskytovala, mají někteří lidé alergii na její proteiny. Závažnost alergické reakce na sóju se pohybuje v rozmezí od mírné vyrážky až k anafylaxi. Alergická reakce na sóju může být systémová, ale typicky se týká i kůže, gastrointestinálního traktu a dýchacích cest. Pro alergiky je tedy rizikem, pro ostatní je ovšem tato luštěnina značným přínosem, protože obsahuje celou řadu látek s pozitivními účinky na lidský organismus. V poslední době se lidé snaží o vytvoření sóje, která by riziko pro alergiky nepředstavovala. Ke snížení alergických účinků sóji a sójových produktů dochází použitím kombinovaných technik chemického pěstování nebo také fyzikálně-chemickým ošetřením. V Asii je alergickým účinkům předcházeno

používáním zejména fermentovaných sójových výrobků. Důvodem rozporuplných výsledků testů, které jsou zaměřeny na pozitivní účinky na lidské zdraví, je to, že se často nerozlišuje mezi konzumací fermentované a průmyslově upravované (často geneticky modifikované) sóji. Je ovšem otázkou, jestli je tento problém způsobem samotnou sójou, její průmyslovou úpravou nebo genetickou manipulací. Sója také obsahuje určité antinutriční látky, které mohou mít nežádoucí vliv na trávení cukrů a škrobů a na využití minerálních látek.

Pozitivní účinky její konzumace se nedostaví hned, ale až při pravidelném a dlouhodobém příjmu, ve větším množství může vyvolávat určité problémy. Měla by se tedy stát součástí pestrého a zdravého jídelníčku každého člověka, což se ale podle mého názoru děje jen u malého procenta lidí v naší zemi. Na jednu stranu lze vidět přibývající počet obchodů se zdravou výživou, ve kterých můžeme najít mimo jiné právě výrobky z této luštěniny, na stranu druhou je tu podle mě až velký počet fastfoodů. Lidé by si měli uvědomit, že krátkodobé stravování zdravými pokrmy nemá potřebné účinky a že i tyto suroviny jako je právě sója a další, se dají zpracovat tak, abychom si na konečném produktu pochutnali.

5 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ALUKO, R. E., 2012: *Functional foods and nutraceuticals*. New York: Springer, 155 s. ISBN 978-1-4614-3479-5.

DOURADO, L. R., PASCOAL, A. L., KAZUE, N., COSTA, G. F., BIAGIOTTI, D., 2011: *Recent Trends for Enhancing the Diversity and Quality of Soybean Products*. InTech. 546 s. ISBN 978-953-307-533-4.

BRIGELIUS-FLOHE, R., TRABER, M. G., 1999: Vitamin E: function and metabolism. *The FASEB Journal*, 13(10): 1145-1155. ISSN 1530-6860.

BULÁNKOVÁ, I., 2005: *Léčivé rostliny na naší zahradě*. Praha: Grada, Česká zahrada. ISBN 80-247-1274-1.

BULKOVÁ, V., 2011: *Rostlinné potraviny*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů. 162 s. ISBN 9788070135327.

CENCIC, A., CHINGWARU, W., 2010: The role of functional foods, nutraceuticals, and food supplements in intestinal health. *Nutrients*, 2(6): 611-625. ISSN 2072-6643.

CORNWELL, T., COHICK, W., RASKIN, I., 2004: Dietary phytoestrogens and health. *Phytochemistry*, 65(8): 995-1016. ISSN: 0031-9422.

COS, P., DE BRUYNE, T., APERS, S., BERGHE, V. D., PIETERS, L., VLIETINCK, J. A., 2003: Phytoestrogens: recent developments. *Planta Medica-Natural Products and Medicinal Plant Research*, 69(7): 589-599. ISSN 0032-0943.

CROWE, K. M., FRANCIS, C., 2013: Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Functional Foods. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 113(8): 1096-1103. ISSN 2212-2672.

DOSTÁLOVÁ, J., 1990: *Význam sóje v lidské výživě: studie VTR*. Praha: Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. ISBN 0862-3562.

ELDHASHAN, A. O., B. SINGAB, N. A., 2013: Carotenoids. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 1(2): 225-234. ISSN 2278-4136.

EL-SHEMY, H. A., 2011: *Soybean and Health*. InTech: Croatia, 486 s. ISBN 978-953-307-535-8.

FAIT T., SLÍVA J., 2011: Volně prodejné přípravky v gynekologii: [podrobný průvodce pro lékaře a farmaceuty]. Praha: Maxdorf, Jessenius. ISBN 978-80-7345-250-6.

GIBSON, G. R., WILLIAMS, C. M., 2000: *Functional foods: Concept to product*. Cambridge: Woodhead Publishing, 374 s. ISBN 1-85573-503-2.

GUINÉ, R., LIMA, M. J., BARROCA, M. J., 2011: Role and health benefits of different functional food components. *International Journal of Medical and Biological Frontiers*, 17(9): 999. ISSN 1081-3829.

HERMAN, E. M., 2003: Genetically modified soybeans and food allergies. *Journal of Experimental Botany*, 54(386): 1317-1319. ISSN 1460-2431.

HERNÁNDEZ-LEDESMA, B., LUMEN, B. O., 2008: Lunasin: A Novel Cancer Preventive Seed Peptide. *Perspectives in Medicinal Chemistry*, 2: 75-80. ISSN 1177391X.

HÝŽOVÁ, A., 2013: *Škola živé stravy: [vitariánství jako cesta]*. Hradec Králové. ISBN 978-80-260-5325-5.

- CHALLEM, J., 1998: Sójové isoflavony pro zdraví žen [online], [cit. 2016-03-06].
Dostupné z:
<http://panaceapraha.cz/files/SOJAv%C4%9Bdeck%C3%A1%20informace%20Kanada.pdf>.
- CHAPMAN, J. A., et al., 2006: Food allergy: a practice parameter. *Annals of allergy, asthma & immunology*, 96(3): 1-68. ISSN 1081-1206.
- CHEN, K., MEI-HUI, E., NAN-WEI, S., WEN-HSIUNG, L., CHENG-CHUN, CH., KUAN-CHEN, CH., 2012: Soyfoods and soybean products: from traditional use to modern applications. *Applied microbiology and biotechnology*, 96(1): 9-22. ISSN 0175-7598.
- CHEN, K-I., ERH, M-H., SU, N-W., LIU, W-H., CHOU, CH-CH., CHENG, K-CH., 2012: Soyfoods and soybean products: from traditional use to modern applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 96(1): 9-22. ISSN 0175-7598.
- JOHNSON, I. T., 2002: Glucosinolates in the human diet. Bioavailability and implications for health. *Phytochemistry Reviews*, 1(2): 183-188. ISSN 1568-7767.
- JOOYANDEH, H., 2011: Soy products as healthy and functional foods. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 7(1): 71-80. ISSN 1990-9233.
- JORDÁN, V., HEMZALOVÁ, M., 2001: *Antioxidanty: zázračné zbraně: vitaminy, minerály, stopové prvky, aminokyseliny a jejich využití pro zdravý život*. Brno: Jota, 153 s. ISBN 80-7217-156-9.
- KADLEC, P., MELZOCH, K., VOLDŘICH, M., 2012: *Přehled tradičních potravinářských výrob*. Ostrava: Key Publishing, 569 s. ISBN 978-80-7418-145-0
- KALACĚ, P., 2003: *Funkční potraviny: kroky ke zdraví*. České Budějovice: DONA, 130 s. ISBN 80-7322-029-6.

KASTNEROVÁ, M., 2012: *Poradce zdravého životního stylu*. České Budějovice: Nová Forma, 378 s. ISBN 978-80-7453-250-4.

KLEJDUS, B., MIKELOVÁ, R., PETRLOVÁ, J., POTĚŠIL, D., ADAM, V., STIBOROVÁ, M., HODEK, P., VACEK, J., KIZEK, R., KUBÁŇ, V., 2005: Determination of isoflavones in soy bits by fast column high-performance liquid chromatography coupled with UV – visible diode-array detection. *Journal of Chromatography A* [online], 1084(1-2): 71-79 [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021967305010423>.

KLEJDUS, B., VACEK J., ADAM V., ZEHNÁLEK J., KIZEK R., TRNKOVÁ L., KUBÁŇ V., 2004: Determination of isoflavones in soybean food and human urine using liquid chromatography with electrochemical detection [online], 802(2): 101-111 [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1570023204002855>.

KOHOUT, P., 2010: *Potraviny - součást zdravého životního stylu*. Olomouc: SOLEN, 106 s. ISBN 978-808-7327-395.

KOMPRDA, T., 2003: *Základy výživy člověka*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 162 s. ISBN 80-7157-655-7.

KUNOVÁ, V., 2004: *Zdravá výživa*. Praha: Grada, 136 s. ISBN 80-247-0736-5.

KVASNIČKOVÁ, A., 2000: *Sacharidy pro funkční potraviny: probiotika – prebiotika – symbiotika*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 82 s. ISBN 80-7271-001-X.

LULE, V. K., GARG, S., POPHALY, D. S., HITESH, TOMAR, K. S., 2015: Potential Health Benefits of Lunasin: A Multifaceted Soy-Derived Bioactive Peptide”. *Journal of Food Science*, 80(3): 485-494. ISSN: 1750-3841.

MAROUNEK, M., 2004: Význam kyseliny fytové ve výživě zvířat a lidí a důsledky její přítomnosti v krmivech. VÚŽV Praha–Uhřetěves [online], [cit. 2016-02-21].

Dostupné z: <http://www.vuzv.cz/sites/File/vybor/studie%20marounek%202004.pdf>.

MAXWELL, J. E., 2011: *Soybeans: cultivation, uses and nutrition*. Hauppauge, N.Y.: Nova Science Publishers, 508 s. ISBN 9781617617621.

NG, T. B., 2011: *Soybean: biochemistry, chemistry and physiology*. Rijeka: InTech. ISBN 9789533072197.

OGAWA, T., SAMOTO, M., TAKAHASHI, K., 2000: Soybean allergens and hypoallergenic soybean products. *Journal of nutritional science and vitaminology*, 46(6): 271-279. ISSN 1881-7742.

OPLETAL, L., 2010: Přírodní látky a jejich biologická aktivita. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-1884-5.

OPLETAL, L., SKŘIVANOVÁ, V., 2010: *Přírodní látky a jejich biologická aktivita*. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-1801-2.

OPLETAL, L., ŠIMERDA, B., 2010: *Přírodní látky a jejich biologická aktivita*. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby. ISBN 978-80-7403-067-3.

OSOSKI, A. L., KENNELLY, E. J., 2003: Phytoestrogens: a review of the present state of research. *Phytoteraphy Research*, 8(17): 845-869. ISSN 1099-1573.

PILSAKOVA, L., RIECANSKÝ, I., JAGLA, F., 2010: The physiological actions of isoflavone phytoestrogens. *Physiological Research*, 59(5): 651. ISSN 0862-8408.

PRUGAR, J., 2004a: Funkční potraviny. *TEST*. [online], 11(1): 24-25 [cit. 2016-02-21]. Dostupné z: <http://www.dtest.cz>

- PRUGAR, J., 2008: *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 327 s. ISBN 9788086576282.
- RAJENDRAN, P., NANDAKUMAR, N., RENGARAJAN, T., PALANISWAMI, R., GNANADHAS, N. E., LAKSHMINARASIAH, U., GOPAS, J., NISHIGAKI I., 2014: Antioxidants and human diseases. *Clinica Chimica Acta*, 436: 332-347. ISSN 00098981.
- ROCHE, H. M., 1999: Unsaturated fatty acids. *Proceedings of the Nutrition Society*, 58(2): 397-401. ISSN 0029-6651.
- ROSENQUIST. M. T., TŮMA, J., 2014: Rostlinné tuky ve výživě člověka. *Mlékařské listy*, 147: 23-27. ISSN 1212950X.
- ROSTAGNO, M. A., VILLARES, A., GUILLAMONA, E., GARCÍA-LAFUENTEA, A., MARTÍNEZ, A. J., 2009: Sample preparation for the analysis of isoflavones from soybeans and soy foods. *Journal of Chromatography A*, 1016(1): 2-29. ISSN 0021-9673.
- SAKIHAMA, Y. COHEN, M. F., GRACE C. S., YAMASAKI H., 2002: Plant phenolic antioxidant and prooxidant activities: phenolics-induced oxidative damage mediated by metals in plants. *Toxicology*, 177(1): 67-80. ISSN 0300-483X.
- SAULNIER, M. D., SPINLER K. J., GIBSON R. G., VERSALOVIC J., 2009: Mechanisms of probiosis and prebiosis: considerations for enhanced functional foods. *Current Opinion in Biotechnology*, 20(2): 135-141. ISSN 0958-1669.
- SCHREZENMEIR, J., DE VRESE, M., 2001: Probiotics, prebiotics, and synbiotics-approaching a definition. *The American journal of clinical nutrition*, 73(2): 361-364. ISSN 0002-9165.
- SIMPSON, B. K., 2012: *Food biochemistry and food processing*. 2nd ed. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell, 896 s. ISBN 978-081-3808-741.

SINGH, G., 2010c: *The soybean: botany, production and uses*. Cambridge, MA: CABI, 494 s. ISBN 1845936442.

SLÍVA, J., MINÁRIK, J., 2009: *Doplňky stravy*. Praha: Triton. ISBN 9788073871697.

SUCHÁNEK, P., 2003: Víte, co máte na talíři?: co si koupit k jídlu a pití. Nejnovější pohledy na zdravou výživu. Líbeznice: Víkend, 96 s. ISBN 80-7222-310-0.

ŠMIDRKAL, J., FILIP, V., MELZUCH, K., HANZLÍKOVÁ, I., BUCKIOVÁ, D., KŘÍSA, B., 2001: Resveratrol. *Chemické Listy*, 95: 602-609. ISSN 1213-7103.

ŠPALEK, J., CWIKOVÁ, O., DOHNAL, V., 2008: Fermentované rostlinné potraviny asijského původu na českém trhu. *Výživa a potraviny*, 63(2): 52-54. ISSN 1211-846X

TRIPATHI, M. K., VINOD, K., YADAV, K. M., YADAV, D., PANDEY, S., 2013: Beneficial Role of Soybean Phytoestrogens. *Octa Journal of Biosciences*, 1(2). ISSN 2321 – 3663.

TUHÁRSKY P., 2014: *Vitamín C a megaskorbická léčba – zabudnutý poklad*. Perfekt, 480 s. ISBN 978-80-8046-662-6.

VELÍŠEK, J., 2002: *Chemie potravin 3*. Vyd. 2. upr. OSSIS, Tábor, 343 s. ISBN 50-86659-02-x.

VELÍŠEK, J., HEJŠLOVÁ, J., 2009b: *Chemie potravin 2*. OSSIS, Tábor, 623 s. ISBN 978-80-86659-16-9.

VRZÁŇOVÁ, M., HERESOVÁ, J., 2003: Fytoestrogeny. *Interní medicína pro praxi* 5(9): 448-451. ISSN 1212-7299.

WINKLEROVÁ, D., 2009: Funkční potraviny a legislativa. *Výživa a potraviny* [online], [cit. 2016-02-21]. Dostupné z:
<http://www.vyzivaspol.cz/clanky-casopis/funkcni-potraviny-a-legislativa.html>.

ZIEMER, CH. J., GIBSON, G. R., 1998: An overview of probiotics, prebiotics and synbiotics in the functional food concept: perspectives and future strategies. *International Dairy Journal*, 8(5): 473-479. ISSN 0958-6946.

ZADÁK, Z., 2006: Magnezium a další minerály, vitaminy a stopové prvky ve službách zdraví. Břeclav: Presstempus. ISBN 80-903350-7-1.

ZUKALOVÁ, H., VASAK, J., 2002: The role and effects of glucosinolates of Brassica species-a review. *Rostlinná Výroba*, 48(4): 175-180. ISSN 0370-663X.

6 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Seznam obrázků

Obr. 1 Největší producenti sóje.....	30
Obr. 2 Porovnání struktury genisteinu a estrogenu.....	35
Obr. 3 Molekulární struktura kyseliny fytové.....	37

Seznam tabulek

Tab. 1 Doba konzumace, po které se předpokládá pozitivní účinek.....	14
---	----

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

FUFOSE – Functional Food Science in Europe

PASSCLAIM – Process for the Assessment of Scientific Support for Claims on Foods

EPA – eicosapentaenoic acid (eikosapentaenová kyselina)

DHA – docosahexaenoic acid (dekosahexaenová kyselina)

PUFA – polyunsaturated fatty acid (polynenasycená mastná kyselina)

DNA – deoxyribonucleic acid (deoxyribonukleová kyselina)

CLA – conjugated linoleic acid (konjugovaná kyselina linolová)

RNA – ribonucleic acid (ribonukleová kyselina)

ATP – adenosine triphosphate (adenosintrifosfát)

GTP – guanosine triphosphate (guanosintrifosfát)

GDP – guanosine diphosphate (guanosindifosfát)

LDL – low-density lipoprotein (lipoprotein o nízké hustotě)

BBI – Bowman-Birk inhibitor (inhibitor Bowmanova-Birkova typu)

HDL – high-density lipoprotein (lipoprotein o vysoké hustotě)

IgE – imunoglobulin E

KI – Kunitz inhibitor (inhibitor Kunitzova typu)

Dpyr – deoxypyridinolin

ILSI – International Life Science Institute

IP₆ – inositol hexaphosphate (inositolhexakisfosfát)

ER – estrogenní receptor

UV – ultrafialové

Leu – leucin

Ser – serin

Lys – lysin