

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav technologie potravin



PROBLEMATIKA POTRAVINOVÝCH ALERGENŮ

Bakalářská práce

Vedoucí práce:
MVDr. Olga Cwиковá

Vypracovala:
Kamila Dvořáková

Brno 2016

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci *Problematika potravinových alergenů* vypracovala 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/a, 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

Děkuji paní MVDr. Olze Cwиковé za cenné připomínky a rady při psaní této bakalářské práce.

ABSTRAKT

Důvodem reakcí u potravinových alergií jsou bílkoviny, které se nazývají alergeny. Alergenní proteiny mají obvykle vysokou nutriční hodnotu pro velkou část populace, ale ohrožují zdraví podskupiny - spotřebitele s potravinovou alergií. Závažnost alergických reakcí se pohybuje od mírné kopřivky až po potenciálně smrtelné anafylaktické šoky. V současné době je jedinou osvědčenou léčbou u potravinových alergií striktní vyhýbání se alergenům. To znamená, že lidé s alergií na potraviny potřebují vědět, zda jsou potravinářské výrobky, které kupují, skutečně bez složky, která může vyvolat alergickou reakci v jejich těle.

Označování alergenů má potenciál nejen identifikovat potraviny, které jsou nebezpečné pro alergické spotřebitele, ale také zvýšit výběr bezpečných potravin. Zákodníci a regulační orgány si uvědomují důležitost označování s ohledem na ochranu alergického spotřebitele. V důsledku toho, v mnoha zemích v různých částech světa byly zavedeny nové legislativy specificky zaměřené na ochranu alergického spotřebitele. Tato legislativa má za následek povinné označování 13 nejčastějších alergenních potravin (plus siřičitany).

Klíčová slova: alergie, potravinové alergeny, projevy potravinové alergie, značení alergenů

ABSTRACT

The causative factors for food-allergic reactions are proteins that are termed allergens. Allergenic proteins usually have high nutritional value for the major part of the population but threaten the health of a subset - the food-allergic consumers. The severity of allergic reactions varies from mild urticaria to potentially fatal anaphylactic shocks. At the moment, the only proven therapy for food allergy is a strict avoidance. This implies that people with a food allergy need to know whether the food products they purchase are indeed free from the ingredient that can trigger an allergic reaction in their body.

Labeling of allergens has the potential not only to identify foods that are unsafe for allergic consumers but also to increase the choice of safe food products. Legislators and regulatory agencies have recognized the importance of labeling with regard to protecting the allergic consumer. As a result of this, in many jurisdictions in different parts of the world new legislation specifically aimed at the protection of allergic consumers has been put in place. This legislation has resulted in a mandatory labeling of the 13 most commonly allergenic foods (plus sulfites).

Key words: allergy, food allergens, symptoms of food allergy, labeling of allergens

OBSAH

1	ÚVOD.....	8
2	CÍL PRÁCE	9
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED	10
3.1	Potravinové alergený.....	10
3.1.1	Potravinová intolerance, přecitlivělost a alergie.....	10
3.1.2	Rozdělení nežádoucích reakcí na potraviny	10
3.2	Alergený.....	11
3.3	Reakce vyvolané potravinovými alergený.....	12
3.4	Příznaky nežádoucí reakce na potraviny.....	12
3.4.1	Gastrointestinální projevy.....	12
3.4.2	Kožní projevy	13
3.4.3	Respirační projevy	13
3.4.4	Anafylaxe a anafylaktický šok.....	14
3.5	Seznam alergenních složek	14
3.6	Názvosloví alergenů.....	15
3.7	Hlavní a minoritní alergený.....	16
3.8	Alergenní rodiny (panalergený)	16
3.9	Potravinové alergený rostlinného původu.....	17
3.9.1	Alergený ořechů.....	17
3.9.2	Alergený luštěnin	21
3.10	Potravinové alergený živočišného původu.....	28
3.10.1	Alergený kravského mléka	28
3.10.2	Alergený ryb, koryšů a měkkýšů	29
3.10.3	Alergený vajec	30
3.11	Minoritní a nově objevené alergený.....	32
3.11.1	Sezam.....	32
3.11.2	Hořčice.....	32
3.11.3	Alergie na cizrnu.....	33
3.11.4	Alergie na čočku	34
3.11.5	Alergie na hrách.....	34
3.12	Ochrana spotřebitelů před alergenními složkami	35
3.12.1	Označování alergenních složek.....	36
3.12.2	Prahové hodnoty alergenů.....	38
3.12.3	Označování potravin s nízkým obsahem laktózy nebo bezlaktózových... 39	
3.12.4	Označování potravin z hlediska lepku	40
3.13	Zabránění kontaminace potraviny alergený	40
3.13.1	Systém HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point).....	41
3.13.2	Řízení potravinových alergenů	41
4	ZÁVĚR	43
5	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	44

1 ÚVOD

Potravinová alergie je z klinického hlediska již velmi dlouho známá, což je dokládáno četnými zprávami v lékařské literatuře z 20. století. Nicméně, vnímání významu alergie jako otázky veřejného zdraví v oblasti bezpečnosti potravin a data o alergiích jsou pouze z posledního desetiletí 20. století. Potravinová alergie se vyvinula z podstaty problému jednotlivce až do jednoho z nejdůležitějších problémů pro veřejné zdraví. Zvýšené povědomí o potravinových alergických onemocnění je pak výsledkem lepšího chápání a zlepšení diagnostiky. Odhaduje se, že v současné době až 4 % z celkové populace trpí potravinovou alergií, zatímco pro kojence a děti je frekvence ještě vyšší, s prevalencí dosahující až 8 %. Nejenže prevalence jsou vysoké a na vzestupu, ale navíc až 25 % rodičů věří, že jejich děti trpí potravinovou alergií. Přes četné pokroky v medicíně a moderní zdravotní péči, které vedly k mnoha zlepšením celkového zdraví populace, nebylo dosaženo snížení četnosti alergických onemocnění, jako je alergie na potraviny. Naproti tomu bohužel existují jasné náznaky, že problém potravinové alergie vykazuje kontrastní trend, a že prevalence potravinové alergie v posledních letech vzrostla.

V roce 1998 byl vyvinut a schválen Codex Committee on Food Labelling - vědecky podložený seznam potravin, které mohou způsobit závažné nežádoucí reakce u přecitlivělých jedinců. Seznam původně obsahoval osm hlavních závažných alergenů, a to mléko, vejce, sóju, pšenici, arašíd, ryby, korýše a skořápkové plody, a které by měly být vždy označeny na etiketách potravin. Tento seznam byl uznáván v Evropě a Kanadě, ale ne ve Spojených státech. Health Canada a Canadian Food Inspection Agency společně identifikovaly a zahrnuly sezam do seznamu 10 potravinových alergenů vedle siřičitanů. Evropská komise, vydáním směrnic 2000/13/ES a 2003/89/ES, rozšířila svůj seznam alergenů, což vedlo k povinnému označování 12 hlavních alergenních potravin (mléko, vejce, sója, pšenice, arašíd, ryby, korýši a skořápkové plody + sezam, hořčice, celer a siřičitany) ve všech jejích členských státech. V současnosti je už povinné označování 14 alergenů.

2 CÍL PRÁCE

Cílem této bakalářské práce bylo prostudovat dosavadní poznatky o problematice potravinových alergenů, zaměřit se na výčet, charakteristiku alergenů a jejich výskyt v potravinách. Dále jsou v práci popsány způsoby značení alergenů a také vhodná preventivní opatření k zabránění kontaminace potravin alergeny.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Potravinové alergy

3.1.1 Potravinová intolerance, přecitlivělost a alergie

Lidé si často zaměňují potravinové alergie s potravinovou intolerancí nebo i s přecitlivělostí na některou potravinu. Potravinová intolerance není způsobena imunitní reakcí, ale metabolickou poruchou, kdy je buď nedostatek nebo úplně chybí látky (nejčastěji enzymy), které se podílejí na zpracování potravy nebo určité její složky. Příkladem potravinové intolerance může být laktózová intolerance, která je způsobená nedostatečnou funkčností nebo úplnou absencí enzymu laktázy, která štěpí mléčný cukr.

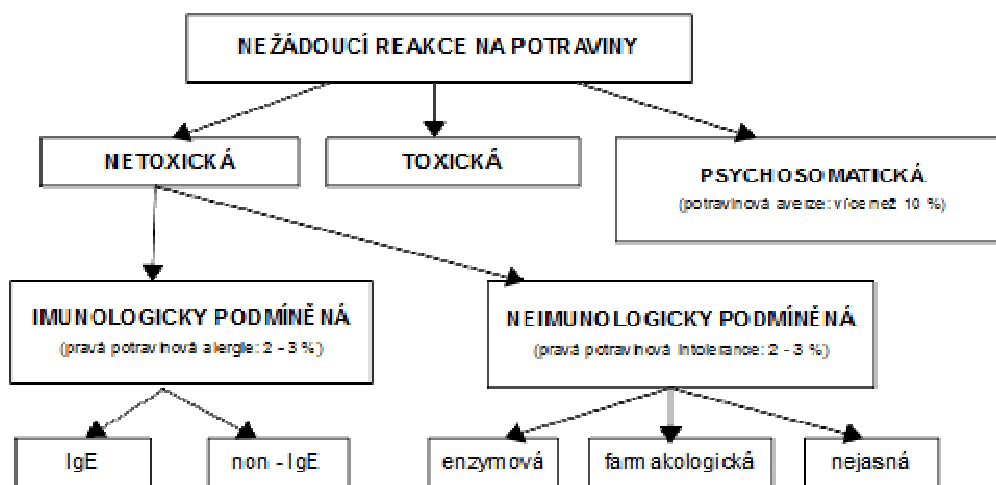
Přecitlivělost na potraviny nebo také pseudoalergie je nežádoucí reakce na potravinu způsobená přecitlivělostí organismu vůči některým složkám potravin. Je pak tedy možné, že se objeví symptomy podobné jako u potravinové alergie. Pseudoalergie mohou třeba vyvolat potraviny, které mají větší obsah histaminu, například sýry, ryby nebo některá červená vína.

U citlivých jedinců mohou také vyvolat nežádoucí reakci organismu některé přídatné látky jako jsou oxid siřičitý a siřičitany nebo kyselina glutamová a její soli.

Potravinová alergie je nepřiměřená, přehnaná reakce imunitní systému na určitou potravinu, její složku - většinou se jedná o glykoproteiny (Pavelková, Burešová, 2015).

3.1.2 Rozdělení nežádoucích reakcí na potraviny

Současné rozdělení nežádoucích potravinových reakcí podle mechanismu účinku do jednotlivých skupin je zobrazeno na obrázku 1.



Obr. 1 Nežádoucí potravinové reakce (Špičák, Panzner, 2004)

V roce 2001 navrhla pracovní skupina EAACI (European Academy of Allergy and Clinical Immunology) termín potravinová přecitlivělost jako souhrnný pojem pro reakce zprostředkované imunitním mechanismem (potravinová alergie) i pro reakce zprostředkované neimunitním mechanismem (potravinová intolerance) (Johansson et al., 2001).

3.1.2.1 Imunologicky podmíněná netoxická nežádoucí reakce na potraviny

Tyto reakce zahrnují imunitní systém. Jedná se o pravou potravinovou alergii, která postihuje 2 – 3 % populace. Nejčastěji se vyvíjí na základě imunopatologické reakce I. a IV. typu, případně reakce III. typu. Imunologicky podmíněná netoxická reakce se dělí na:

- Pravou alergii (atopie) zprostředkovanou IgE protilátkami - alergie je reakce I. typu a je geneticky podmíněná.
- Pravou alergii nezprostředkovanou IgE protilátkami - reakce non-IgE, předpokládaným mechanismem je reakce IV. typu a je charakteristická svými pozdními projevy po požití potraviny. Bývá zprostředkována například lymfocyty T (Anonym, 2002).

3.2 Alergeny

Alergeny jsou antigeny vyvolávající reakce okamžité přecitlivělosti. Většinou se jedná o proteiny, glykoproteiny nebo lipoproteiny, o 20 – 40 kDa (Johansson et al., 2001).

Potravinové alergeny se denaturují tepelnou úpravou a díky tomu částečně ztrácí alergenicitu. U bílkovin rostlinného původu má tato skutečnost velký význam. Ale u živočišných bílkovin je i teplota nad 60 °C nevýznamná. V mléku, vejcích a rybách je alergenita stejná jako kdyby k tepelné úpravě nedošlo. Významnou roli pro stabilitu proteinu sehraává terciární struktura (Špičák, Panzner, 2004).

Během posledních dvou desetiletí bylo identifikováno velké množství alergenů, v současné době je známo téměř 1500 alergenních struktur. Byly vytvořeny databáze obsahující alergenní molekuly spolu s jejich fyzikálně chemickými vlastnostmi. Zlepšením diagnostických metod je možné získat větší množství informací o alergenech a také lépe posoudit možnosti rizika křížových reakcí (Johnson, 2011).

3.3 Reakce vyvolané potravinovými alergeny

Potravinové alergeny mohou vyvolat reakce:

1. atopické, což jsou:

- alergická rýma
- alergické astma
- atopická dermatitida
- alergická gastroenteropatie

2. neatopické (anafylaktické), což jsou

- anafylaktický šok
- urtikárie/angioedém

(Kvasničková, 1998).

3.4 Příznaky nežádoucí reakce na potraviny

3.4.1 Gastrointestinální projevy

Jde o nejčastější klinické projevy alergie na potraviny. Jsou charakterizovány odmítáním stravy, nechutenstvím, zvracením, břišní kolikou, orálním alergickým syndromem, akutními nebo chronickými průjmy. Většina z těchto příznaků jsou společné pro řadu dalších onemocnění trávicího traktu a tak je diagnostika potravinové alergie velmi obtížná. Některé z uvedených projevů se mohou vyskytovat i izolovaně. Například u alergických dětí se mohou projevit brzy po narození a lze je dávat do souvislosti buď s laktózovou intolerancí nebo alergií na protein v kravském mléce, který je obsažen ve výživách pro kojence.

3.4.1.1 Syndrom orální alergie (OAS)

Také se nazývá syndrom ovoce a zeleniny. Vyskytuje se převážně u lidí alergických na pyly stromů (bříza, olše, líska), trav a plevelů (obilí, pelyněk), ambrosii a latex.

Bezprostředně po kontaktu alergenů obsažených v potravinách rostlinného původu (například čerstvé ovoce) s ústy citlivého jedince se objeví pálení a svědění rtů, jazyka a sliznice v ústech, škrábání v krku, poruchy polykání, kýčání, afty a otoky v obličeji. Příznaky se projeví během 5 minut a odeznívají do 90 minut po konzumaci potraviny a vypláchnutí úst. Jedná se o zkříženou reakci (Schmidt, Linnemann, 2016).

3.4.1.2 Celiakie

Celiakie se definuje jako geneticky determinované onemocnění, při němž dochází k abnormální reakci na určité zásobní proteiny pšenice, ječmene, žita a ovsa. U dětí se obvykle projevívá po začlenění cereálních potravin do stravy, asi ve věku 2 let. Celiakie způsobuje poškození výběžků sliznice tenkého střeva, což má za následek špatné vstřebávání všech nutričních látek. U dětí tak dochází ke zpomalení růstu a u dospělých k hubnutí a slabosti (Arendt, Nunes, 2010).

3.4.2 Kožní projevy

Kožními projevy trpí spíše pacienti dětského a mladšího dospělého věku. Možnými příznaky jsou kopřivka až angioedém, ekzémy, svědění nebo atopická dermatitida.

3.4.2.1 Atopická dermatitida (AD)

Je součástí atopické triády - alergické astma bronchiale, alergická rýma a atopická dermatitida. Jedná se o dlouhodobé (chronické), svědivé postižení pokožky, vyskytující se především u dětí. Charakteristickým rysem tohoto onemocnění je ekzematoidní vyrážka. Studie uvádějí, že AD způsobují tyto potravinové alergeny - vejce, mléko, arašíd, pšenice nebo sója (Anonym, 2002).

3.4.3 Respirační projevy

Postižení dýchacího ústrojí se nejčastěji manifestuje těmito příznaky - svědění nebo kýčání, kašel, astmatická dušnost, edém hrtanu. Věková struktura pacientů s respiračními projevy jsou spíše dospělí.

3.4.3.1 Astma

Astma je popisováno jako zánětlivé chronické onemocnění dolních dýchacích cest a plic způsobené protilátkami IgE projevující se bronchiální hyperreaktivitou (HBR) a variabilní dechovou obstrukcí. Neléčené astma může vést k poškození bronchiální stěny a ireverzibilní obstrukci (Čáp, Průcha, 2006).

Astma způsobené potravinami nemusí vzniknout jen po konzumaci alergenní potraviny, ale může vzniknout i pouhou inhalací molekul potravinového alergenu, například při přípravě ryb.

Dlouhodobé profesní vystavení prostřednictvím přímého kontaktu, vdechováním prachu nebo aerosolu souvisí s profesionálním astma nebo kontaktním ekzémem

(Anonym, 2002).

3.4.4 Anafylaxe a anafylaktický šok

Anafylaxe je charakterizována jako náhle vzniklý a život ohrožující stav, jehož příčinou je ve většině případů prudká reakce organismu na kontakt s alergenem. Anafylaktický šok je nejtěžší forma anafylaktické reakce. Průběh anafylaktické reakce je různý, závisí na cílovém orgánu nebo tkáni. Klinickými projevy jsou kopřivka a angioedém, zvracení, průjmy, křeče v břiše, srdeční arytmie, edém hrtanu, nízkým krevním tlakem, aj. V nejhorším případě může nastat dokonce i smrt (Fuchs, 2007). Počáteční příznaky nastávají během několika minut a je důležitá okamžitá první pomoc, jako je podání kortikosteroidů, antihistaminik nebo adrenalinové injekce, a pak udržení stabilního krevního tlaku a zajištění průchodnosti dýchacích cest (Fuchs, 2002).

Ze všech anafylaxií je nejvíce způsobeno reakcí na potravinové alergeny - více jak třetina (33 – 36 %). Rizikové potraviny jsou celer řapíkatý i bulvový, měkkýši a koryši, ořechy a arašídý, mák, sezam, mléko, vejce. Anafylaktická reakce se však neomezuje pouze na ně (Fuchs, 2002).

Nejlepší prevencí u anafylaxií je číst a orientovat se ve složení potravin uvedených na obalech. Největším problémem jsou tzv. skryté alergeny. Lidé citliví na potravinové alergeny si také musí dávat pozor na pokrmy ve veřejném stravování.

Další závažnou komplikací může být spojení potravinové alergie s fyzickou zátěží. Tato anafylaxe se pak nazývá cvičením indukovaná anafylaxe (Food-Dependent Exercise-Induced Anaphylaxis, F-EIA). Projevuje se kopřivkou, angioedémem nebo šokem. Proto se doporučuje nevykonávat fyzickou aktivitu alespoň 2 hodiny po jídle. (Kvasničková, 1998)

3.5 Seznam alergenních složek

Vyhláška č. 113/2005 Sb. v příloze č. 1 uvádí tyto alergenní složky:

- obiloviny obsahující lepek (tj. pšenice, žito, ječmen, oves, pšenice špalda, kamut nebo jejich hybridní odrůdy) a výrobky z nich s výjimkou glukosového sirupu a dextrosy z pšenice, maltodextrinů na bázi pšenice, glukosového sirupu vyrobeného z ječného škrobu a obilovin používaných k výrobě destilátů nebo lihu zemědělského původu pro lihoviny a jiné alkoholické nápoje
- koryši a výrobky z nich

- vejce a výrobky z nich
- ryby a výrobky z nich s výjimkou rybí želatiny používané jako nosič u vitamínových nebo karotenoidních přípravků, rybí želatiny nebo vyziny používané jako čeridlo při výrobě piva a vína
- jádra podzemnice olejné (arašídy) a výrobky z nich
- sójové boby (sója) a výrobky z nich s výjimkou zcela rafinovaného sójového oleje a tuku, přírodní směsi tokoferolů (E306), přírodního D-alfatokoferolu, přírodního D-alfa tokoferolacetátu, přírodního D-alfa tokoferolu sukcinátu získaného ze sójových bobů, rostlinného oleje získaného z fytosterolů a esterů fytosterolů ze sójových bobů, rostlinný stanol ester vyrobený ze sterolů z rostlinného oleje ze sójových bobů
- mléko a výrobky z něj (včetně laktózy) s výjimkou syrovátky používané k výrobě destilátů nebo lihu zemědělského původu pro lihoviny a jiné alkoholické nápoje a lacidolu
- suché skořápkové plody, tj. mandle (*Amygdalus communis L.*), lískové ořechy (*Corylus avellana*), vlašské ořechy (*Juglans regia*), kešu ořechy (*Anacardium occidentale*), pekanové ořechy (*Carya illinoiesis (Wangenh. K. Koch)*), para ořechy (*Bertholletia excelsa*), pistácie (*Pistacia vera*), ořechy makadamie a queensland (*Macadamia ternifolia*) a výrobky z nich s výjimkou suchých skořápkových plodů používaných k výrobě destilátů nebo lihu zemědělského původu pro lihoviny a jiné alkoholické nápoje
- celer a výrobky z něj
- hořčice a výrobky z ní
- sezamová semena (sezam) a výrobky z nich
- oxid siřičitý a siřičitany v koncentracích vyšších než 10 mg/kg nebo 10 mg/l vyjádřeno jako SO₂
- vlnčí bob (lupina) a výrobky z něj
- měkkýši a výrobky z nich

Všechny alergeny musí být zřetelně označeny názvem alergenní složky ve složení potraviny (Anonym, 2005).

3.6 Názvosloví alergenů

Názvosloví alergenů bylo definováno podvýborem Světové zdravotnické

organizace (WHO) a Mezinárodní unie imunologických společností (IUIS). Potravinové alergeny se označují podle obecně platného taxonomického názvu jejich zdroje. Při tomto vytváření se vychází z použití prvních tří písmen rodu, po kterém následuje první písmeno druhu a pak arabská číslice, označující pořadí jejich identifikace. Stejně číslo se také používá k označení homologických alergenů příbuzných druhů. Například u hnědého garnátu *Penaeus aztecus* je to Pen a 1, naproti tomu homologická molekula u *Penaeus indicus* je Pen i 1 (Kvasničková, 1998).

Isoalergeny jsou molekulární formy stejného alergenu z jediného druhu, který má s dalším alergenem podobnou molekulární velikost, identické biologické vlastnosti a více než 67 % shodu aminokyselinových sekvencí. Vyznačují se dalšími čísly, příklad - u arašídů Ara h 1.01 a Ara h 1.02 (Fæste, 2011).

Izoformy nebo varianty se vztahují na polymorfní varianty stejného alergenu, stejného s více než 90 % sekvenční identity. Izoformy se vyznačují v nomenklatuře dalšími dvěma čísly - například Ara h 1.0101, Ara h 1.0102 (Fæste, 2011).

3.7 Hlavní a minoritní alergeny

Většina alergenních potravin obsahuje více než jeden alergenní protein. Tyto proteiny mohou být rozděleny na hlavní - pro které má minimálně 50 % senzitivovaných pacientů specifický IgE nebo minoritní alergeny. Ačkoli mnoho hlavních alergenů představuje většinu celkového proteinu určité potraviny, jiné hlavní alergeny představují pouze nevýznamnou složku potravinového výrobku (Chapman, 2004).

Minoritní alergeny mohou vzniknout buď náhodným pozměněním struktury hlavního alergenu anebo mají strukturu podobnou hlavnímu alergenmu, umožňující vazbu s IgE, ale nemající uspořádání potřebné k vyvolání uvolnění histaminu. Minoritní alergeny tedy mohou být jen součástí větších hlavních alergenů a mohou proto mít schopnost způsobovat u citlivých jedinců nežádoucí reakce (Kvasničková, 1998).

3.8 Alergenní rodiny (panalergeny)

Doposud identifikované molekuly schopné vyvolávat u citlivého jedince alergickou reakci lze podle biologické aktivity rozdělit do tzv. alergenních rodin, kterých bylo popsáno skoro 200. Alergeny náležející do jedné rodiny mají úzkou

biologickou i chemickou příbuznost a tím pádem i stejnou funkci. Potravinových alergenních rodin bylo dosud popsáno asi 50.

Panalergeny zodpovědné za zkříženou reaktivitu mezi pyly a rostlinnými proteiny jsou zejména PR - 10 proteiny (pathogenesis related proteins 10), profiliny a bílkoviny vázající vápník (calcium-binding proteins). Panalergeny umožňující zkříženou reaktivitu mezi potravinami rostlinného původu navzájem jsou lipid transfer proteiny (LTP). Panalergeny způsobující zkřížené reakce mezi ořechy, semeny a některými obilovinami jsou pak zejména rodiny tzv. zásobních proteinů semen (seed storage proteins). Do této rodiny patří viciliny, leguminy, konglutiny nebo 2S albuminy (Petrů, 2012).

PR - 10 proteiny jsou alergeny nacházející se v řadě rostlinných potravin - v koření, ovoci, zelenině, arašídech, lískových oříšcích nebo máku. Jedná se o alergeny do určité míry homologní s hlavním břízovým alergenem Bet v 1 a jsou zodpovědné za výskyt většiny potravinových obtíží u pacientů citlivých na pyl z břízy. Jedná se o bílkoviny málo odolné teplu a enzymatické degradaci. Pacientům obvykle způsobují potíže při konzumaci potravin v syrovém stavu.

Profiliny jsou panalergeny odolnější vůči vlivům prostředí nebo tepelné úpravě. Senzibilizace profiliny může být příčinou pylově potravinového syndromu, který může být vyvolaný například pomerančem, banánem, rajským jablkem nebo avokádem. Jedná se o homologii s břízovým Bet v 1 nebo travním alergenem Phl p 12 (Jeseňák, Szépeová, 2012).

Lipid transfer proteiny se účastní přenosu lipidů, u rostlin zvyšují odolnost a mají antimikrobiální účinky. Oproti PR - 10 proteinům a profilinům jsou tyto proteiny odolnější vůči tepelné i enzymatické degradaci. Senzibilizace bývá spojena se závažnějšími potravinovými reakcemi a je typická pro oblast Středomoří (Asero, Pravettoni, 2013).

3.9 Potravinové alergeny rostlinného původu

3.9.1 Alergeny ořechů

Ořechy byly součástí lidské stravy už před 7000 lety před naším letopočtem. V mnoha starověkých společnostech, ořechy byly použity jako přísada při přípravě dušených pokrmů, polévek, omáček a jiných. V současné době jsou ořechy jednou z hlavních složek v mnoha etnických kuchyních, třeba jako pochoutka. Ačkoli ořechy

jsou z různých botanických rodin, které jsou souhrnně označovány jako jedlé ořechy. Také z alergologického hlediska je lze sloučit do jedné skupiny, protože mají podobné alergenní vlastnosti, strukturu bílkovin i klinické projevy.

Alergie na ořechy jsou závažné, časté a trvalé. Vzhledem k tomu, že jsou reakce závažné a alergie je trvalá, tak představuje stále větší zdravotní riziko. Přecitlivělost na ořechy je obvykle doprovázena alergií na jiné potraviny nebo pylové alergeny. Typické pro ořechové alergie jsou velmi závažné anafylaktické reakce, i fatální, které byly pozorovány jak u dětí, tak u dospělých. Alergie na ořechy se může projevovat ve formě syndromu orální alergie (OAS) nebo jako vyrážka, astma, rýma, nevolnost, zvracení, nebo otok horních cest dýchacích (Szymkiewicz, 2010 a).

Patří sem mandle (*Prunus dulcis*), kešu (*Anacardium occidentale*), para ořechy (*Bertholetia excelsa*), lískové ořechy (*Corylus avellana*), ořechy makadamie a queensland (*Macadamia integrifolia*), pekanové ořechy (*Carya illinoensis*), piniové oříšky (*Pinus pinea*), pistácie (*Pistachia vera*), a vlašské ořechy (*Juglans regia*).

Prevalence

Prevalence alergie na ořechy v populaci je stále nejasná. Průzkum v populaci USA (z 13493 respondentů) uvedl číslo 0,6 %. Různé studie ukázaly vysokou prevalenci u dětí i dospělých alergických na ořechy s alergií na arašídů. V průzkumu v roce 2001 u 5149 dotázaných, Sicherer et al. hlásil, že 68 %, 9 % a 23 % lidí, především děti mladší než 18 let, bylo alergických na arašídů, ořechy a obojí. Dřívější studie stejných autorů zjistilo, že 34 % ze 102 na arašídů alergických pacientů mělo alergickou reakci na alespoň jeden ořech. Nejčastější ořechy odpovědné za tyto alergické reakce byly vlašské ořechy, mandle, pekanové ořechy a kešu ořechy (Rajamohamed, Boye, 2010).

Publikované údaje založené na evropských průzkumech nebo studiích řadí prevalenci alergie na ořechy mezi 0,1 % a 4,3 %, s podobným rozsahem pro lískové oříšky. V Evropě, alergie na lískový ořech je běžná a často spojována s břízovým polinózami, zatímco ve Spojených státech alergie na vlašské ořechy, kešu, mandle, pekanové ořechy, a para ořechy se zdají být častější než na lískový oříšek. Nicméně, údaje z Evropy, Spojených států a Austrálie identifikovaly lískový oříšek jako potravinu s nejvyšší mírou senzibilizace (Holzhauser, Röder, 2011).

Prevalence alergie na ořechy se zdají být nižší v zemích mimo Severní Ameriku a

Evropu. Například prevalence alergie na ořechy v Izraeli je mnohem nižší (0,02 %) než v Evropě a ve Spojených státech pravděpodobně v důsledku nižší spotřeby, stejně jako rozdílnostmi ve vaření a přípravě pokrmů (Rajamohamed, Boye, 2010).

V našich oblastech se, celkem logicky, objevuje nejčastěji alergie na vlašské ořechy a alergie na lískové oříšky.

Alergeny ořechů

Byl zjištěn pouze omezený počet alergenů z ořechů. Většina ořechových alergenů patří k zásobním proteinům v semenech, jako je vicilin (7S), legumin (11S) a profiliny (2S).

Lískové oříšky

Lískové ořechy se používají v široké škále cukrářských výrobků, jako jsou čokolády, nugát, koláčky, pralinky, ořechové pomazánky a snídaňové cereálie. Drcené lískové oříšky mohou být přidány do sušenek, koláčů a jiných dezertů. Lískové ořechy (*Corylus avellana*) tvoří významnou skupinu potravinových alergenů a vzhledem k jejich rozsáhlé použití v potravinářském průmyslu mohou být zdrojem takzvaných skrytých alergenů (Szymkiewicz, 2010 a).

Alergeny na lískové oříšky se vyskytují především v Evropě u jedinců alergických na pyly stromů. Cor a 1 s molekulovou hmotností 18 kDa je považován za hlavní alergen lískového oříšku i pylu. Byly identifikovány čtyři izoformy Cor a 1, což jsou Cor a 1.01, 1.02 a 1.03 v lískovém pylu a 1.04 v lískovém oříšku. Isoforma Cor a 1 a Cor 1.0401 je zodpovědná za většinu alergií na lískové ořechy. Tento alergen je citlivý na proteázové aktivity a snadno podléhá hydrolýze pepsinu. Cor 1.04 je považován především za termolabilní alergen, který se rychle stal denaturovaným po zahřátí. Přesto, studie uvádějí, že pražením ořechů při teplotě 140 ° C po dobu 40 min nedošlo k úplnému odstranění IgE vazby, ale snižuje se o faktor 100. Cor a 2 je protein o 14 - kDa, který patří do skupiny profilinů. Cor a 2 má homologii s břízovým Bet v 2 a Cor a 1 s břízovým Bet v 1. V oblastech, kde břízy jsou endemické, alergie na lískové oříšky se nejčastěji projevuje jako mírné OAS, a to jak u dětí, tak u dospělých (Rajamohamed, Boye, 2010).

Mandle (*Prunus dulcis*)

Informace o mandlových alergenech jsou sporné. IUIS uvádí jako hlavní mandlový protein Pru du 4, profilin o 14 - kDa se dvěma izoformy (Pru du 4.0101 a Pru du 4.0102). Pak Pru du 5 s molekulovou hmotností 10 kDa, který má jednu izoformu (Pru du 5.0101). Dále je v mandlích alergen Pru du 3, což je nespecifický lipid transfer protein (nsLTP 1) o molekulové hmotnosti 9 kDa a také s jednou izoformou (Pru du 3.0101). Pru du 6 - Amandin je 11S globulin, leguminu podobný protein s molekulovou hmotností cca 360 kDa. Má dvě izoformy - Pru du 6.0101 a Pru du 6.0201 (Anonym, 2013).

Vlašské ořechy

První alergen identifikován ve vlašském ořechu byl 15 – 16 kDa protein (Jug r 1), patřící do rodiny 2S albumin, zásobním proteinu semene. Jug r 1 je považován za hlavní vlašský ořechový alergen a způsobuje reakci u 75 % pacientů alergických na vlašský ořech (Teuber et al., 1998). Protein podobný vicilinu (44 kDa), který lze identifikovat jako druhý hlavní alergen ve vlašském ořechu je Jug r 2. I když Jug r 2 ukazuje 70 % sekvenční identitu aminokyselin s Ara h 1, přesto nemá zkříženou reakci s Ara h 1 (Teuber et al., 1999). Dva další alergeny, Jug r 3 (9 kDa), který patří do rodiny lipid transfer proteinů a Jug r 4, který je 11S globulin zásobní protein semene, byly také identifikovány ve vlašském ořechu, ale byly méně studovány.

Kešu ořechy

Hlavními alergeny v kešu jsou Ana o 1 (50 kDa), Ana o 2 (33 a 53 kDa) a Ana o 3 (12 kDa), které jsou rozpoznávány více než 50 % pacientů alergických na kešu. Ana o 1 má strukturální homologii (52 až 62 % aminokyselinové sekvence podobnost) s některými jinými viciliny. Ana o 2 je člen rodiny proteinů leguminů. Ana o 3 patří do rodiny 2S albuminů. Ana o 1, Ana o 2 a Ana o 3 jsou stabilní vůči teple, a není zřejmě žádná změna v jejich IgE vazebné aktivitě po zahřívání při měření pomocí ELISA (Teuber et al., 2002).

Para ořechy

2S albumin (9 – 12 kDa) v para ořechu se používá ke zlepšení nutriční kvality rostlin, které mají deficit methioninu, pomocí genového inženýrství z důvodu vyššího obsahu methioninu v para ořeších (18 %). Protein byl označen jako hlavní alergen - Ber

e 1. Ber e 1 je tepelně stálý a odolný proti hydrolyze pepsinu, trypsinu, chymotrypsinu vzhledem k vysokému obsahu na síru bohatých aminokyselin (8 % cysteinu, 18 % methioninu). 35 - a 22 - kDa proteiny (Ber e 2) jsou α - a β - podjednotky leguminu (12S a 11S) zásobního proteinu semen. Mnohem méně je pak známo o dalších proteinech (Rajamohamed, Boye, 2010).

Pistácie

V současné době je známo v pistáciích 5 alergenů. Hlavním alergenem je Pis v 5, podjednotka 11S globulinu o molekulové hmotnosti 36 kDa. Alergenní aktivitu mají rovněž proteiny s molekulovou hmotností mezi 41 – 60. U pistácie byla také prokázána křížová reakce na vlašské ořechy, slunečnicové semínko a podzemnici olejnou. Je také možnost křížové reakce mezi pistáciemi a kešu ořechy a to z důvodu vysoké sekvenční podobnosti (90 %) (Anonym, 2013).

3.9.2 Alergeny luštěnin

Arašídny (*Arachis hypogea*), sója (*Glycine max*), a lupina (*Lupinus sp.*) patří do rodiny luštěninových rostlin (*Leguminosae* nebo *Fabaceae*), který zahrnuje 730 rodů s asi 19400 druhů, mezi nimiž jsou hodně používané zemědělské plodiny. Jejich hlavní charakteristiky jsou lusky obsahující semena. *Leguminosae* zahrnuje většinu důležitých skupin potravin a píce, a jsou také používány jako půdní hnojiva vzhledem k jejich schopnosti vázat dusík. *Papilionoideae*, známý pro své typické květy tvaru podobném motýlu, obsahují většinu důležitých druhů luštěnin včetně arašídů, sóji a lupiny, stejně jako hrachu setého (*Pisum sativum*), cizrna (*Cicer arietinum*), fazole (*Phaseolus vulgaris*), čočka (*Lens culinaris*) a kari koření pískavice řecké seno (*Trigonella foenumgraecum*) (Anonym, 2006).

Semena luskovin jsou důležité jako zdroj bílkovin, luštěninové klíčky a listy jsou konzumovány jako zelenina. Kromě toho, jsou zdrojem pro širokou škálu přírodních produktů, jako jsou příchutě, drogy, jedy a barviva. Obsah proteinu semen je vysoký a pohybuje se od 20 % do 45 % v sušině (Houba, et al., 2009). Vysoká nutriční hodnota semen v kombinaci s relativně nízkými výrobními náklady dělají luštěniny důležitou součástí každodenní lidské stravy.

U většiny pacientů se vyskytly příznaky alergie na více než jednu luštěninu, protože různé druhy obsahují strukturně homologní proteiny, které vedou ke křížové

reakci.

3.9.2.1 Podzemnice olejná

Arašídny nebo také podzemnice olejná (*Arachis hypogaea*), je původem z Jižní a Střední Ameriky, ale nyní se řadí mezi 13. celosvětově pěstovaných plodin. Je to jednoletá rostlina, lusky 3 až 7 cm dlouhé, které obsahují jeden až čtyři semena. Existují četné kultivary arašídů, ačkoli čtyři hlavní kultivarové skupiny stojí za většinou roční arašídové produkce na světě, která činí asi 34500000 tun: Spanish, Runner, Virginia a Valencia. Kromě toho, Tennessee red a white Tennessee skupiny mají určitou důležitost.

Arašídová semena jsou konzumována syrová, solená, pražená, vařená a smažená. Arašídové máslo se používá na sendviče nebo v cukrářských produktech a arašídová mouka je populární jako látka zvýrazňující chuť. Existuje několik typů arašídového oleje - za studena lisovaný, rafinovaný, aj. Kromě toho, arašídny jsou používány v kosmetice, při výrobě nitroglycerinu, plastů, barviv a nátěrových hmot.

Arašíd je považován za hlavní potravinový alergen s vysokou frekvencí závažných alergických incidentů v západních zemích. Prevalence alergií na arašídny je poměrně vysoká, týká se téměř 1 % populace Spojených států. V některých případech, vystavení i malému množství arašídového proteinu konzumací, vdechnutím nebo při styku s kůží, může způsobit fatální anafylaktický šok. Proto je označování arašídových složek v potravinách povinné v mnoha zemích (Fæste, 2011).

Prevalence

Přibližně 1,5 % a 0,8 % dětí (3 – 4 roky) ve Velké Británii a Spojených státech mají alergii na arašídny a zdá se, že prevalence zejména u dětí bude růst. V Číně míra prevalence alergií na arašídny je poměrně nižší (asi 0,3 % u malých dětí), než ve Spojených státech, i když míra konzumace arašídů je zhruba stejná (2,3 – 2,7 kilogramů / osobu v Číně a > 2,7 kilogramů / osobu ve Spojených státech). To dále podporuje názor, že rozdíly v prevalenci může být kvůli rozdílům ve způsobu vaření a přípravě pokrmů či některých dalších fyziologických nebo biosociálních faktorech (Rajamohamed, Boye, 2010).

Studie ukazují, že cca 1,5 milionů Američanů trpí alergií na arašídny a každý rok je zhruba 30000 pacientů hospitalizováno vzhledem k symptomům anafylaktického šoku, z čehož 150 – 200 případů se ukázalo jako fatální. Alergická reakce na burské oříšky

může být okamžitá (anafylaktický šok), nebo se může objevit až po několika hodinách. Ve většině případů, alergické reakce jsou pozorovány po konzumaci arašídů, i když v některých případech může být reakce vyvolána slinami (líbání, nádobí) nebo vdechováním alergenu. Bylo prokázáno, že hlavní arašídový alergen Ara h 1 je relativně snadno čistitelný z rukou a stolových desek běžnými čisticími prostředky a nezdá se, že je široce rozšířen v předškolních zařízeních nebo školách (Szymkiewicz, 2010 b).

Alergeny arašídů

Alergie na arašídů je způsobena proteiny v semenu. Stejně jako všechny semena, arašídů jsou bohaté na bílkoviny, zejména takzvané zásobní proteiny, které slouží jako výchozí materiál během růstu nové rostliny. Nejdůležitějšími alergeny z těchto zásobních proteinů jsou: viciliny a albuminy.

Doposud bylo identifikováno v arašíděch 9 alergenů. Hlavní arašídový alergen Ara h 1, který je vicilin, další hlavní alergen Ara h 2 (2S albumin). Tyto dva alergeny jsou příčinou 95 % alergických reakcí na arašídů. Minoritní arašídové alergeny jsou arachin (legumin) - Ara h 3 a Ara h 4, profilin - Ara h 5, 2S albuminy - Ara h 6 a Ara h 7, oleosin, aglutinin a Ara h 8 (Bet v 1 rodina). Přecitlivělost na burské oříšky se obecně vyskytuje během dětství a často přetrvává po celý život. V tomto ohledu se arašídové alergie liší od ostatních potravinových alergií, například na mléko nebo vaječné bílkoviny, které převažují u dětí, ale obvykle zmizí v dospělosti. Proto byly arašídové alergeny předmětem rozsáhlého výzkumu (Szymkiewicz, 2010 b).

Ara h 1

Ara h 1 je glykoprotein s molekulovou hmotností o 63,5 kDa. Obsahuje 521 – 523 aminokyselin a představuje 12 – 16 % z celkové zásobní bílkoviny v arašíděch. Je rozpoznán více než 90 % pacienty alergických na arašídů. Ara h 1 má sekvenční homologii se zásobními proteiny semen - viciliny (7S vicilin). Během ohřevu, Ara h 1, je schopná vytvořit stabilní homotrimer a větší komplexy, které jsou rezistentní na proteolytické štěpení pepsinem, trypsinem a chymotrypsinem (Maleki et al., 2000)

Ara h 2

Ara h 2 je glykoprotein s molekulovou hmotností 17,5. V současné době byly identifikovány dvě izoformy Ara h 2. Tvoří asi 5,9 % z celkového proteinu arašídů.

Trojrozměrná struktura Ara h 2 je stabilizována čtyřmi disulfidickými vazbami, a má strukturální homologii s konglutiny (2S) rodiny zásobních proteinů semen. Ara h 2 je špatně štěpen proteázami (tj., pepsinem, trypsinem, chymotrypsinem) v trávicím traktu (Rajamohamed, Boye, 2010).

Minoritní alergeny arašídů

Zbývající alergeny vyskytující se v arašíděch jsou méně významné. Dva z nich jsou **Ara h 3** a **Ara h 4**, jejichž sekvence jsou identické z 91 %, ale které byly pojmenovány nezávisle (normálně by byly pojmenované jako isoalergeny). Tyto alergeny jsou zásobní proteiny semen, které patří k 11S cupin superrodiny. Alergeny jsou rozpoznány přibližně 45% jedinci alergických na arašídů (Szymkiewicz, 2010 b).

Ara h 5 je 14 – 15 kDa protein obsahující 131 aminokyselin a patří do rodiny rostlinných profilinů. Je hlavní příčinou zkřížené reaktivity s alergeny pylu břízy, trávy a pšenice. **Ara h 6** a **Ara h 7** mají molekulovou hmotnost 14,5 a 15,8 kDa, v daném pořadí, a jsou oba klasifikovány jako patřící do konglutininové rodiny zásobních proteinů semene. Hlášená míra senzibilizace Ara h 6 a Ara h 7 ze strany jedinců alergických na arašídů byla 38 % a 43 % (Rajamohamed, Boye, 2010).

3.9.2.2 Sója

Sója (*Glycine max*) je jednoletá rostlina pocházející z východní Asie. Odrůdy sóji mohou být široce klasifikovány jako zeleninové nebo olejné typy. Sójové boby poskytují asi 35% celosvětové poptávky po bílkovinách. Jedná se o jednu z "biotechnologických potravin" - plodiny, které byly geneticky modifikovány.

Sója se používá ve stále větším počtu výrobků. Zájem o sóju a její komponenty se zvýšil především z důvodu zdravotní výhody stravy bohaté na sóju a potenciálního ochranného vlivu sóji na rozvoj onemocnění. Pro lidskou spotřebu, sójové boby musí být vařené, aby se zničily inhibitory proteázy. Typické produkty jsou sójové maso, sójová mouka, sójové mléko, sójové pasty, sójové omáčky, sójový olej, sójový lecitin, tofu, miso, tempeh, texturované rostlinné bílkoviny pro vegetariánské potraviny jako maso a mléčné náhražky, a kojenecké výživy na bázi sóji. Sójové boby jsou také použity v průmyslových výrobcích, včetně olejů, mýdel, kosmetiky, pryskyřice, plastů, barev, pastelek, rozpouštědel a oblečení.

Prevalence

Sója je počítána mezi osm hlavních alergenů a musí být označena jako složka potravin v mnoha zemích. Prevalence sójové alergie se odhaduje na 0,3 – 0,4 % v obecné populaci. Klinické reaktivita, označovaná také jako prahová dávka nebo vyvolávající dávka, se značně liší a je v rozmezí od 0,0013 až po 500 mg sójového proteinu (Boye, L'Hocine, Rajamohamed, 2010). Klinická reakce na sóju je podobná těm, která byla pozorována u kravského mléka a alergie na vejce. Alergie na sóju může mít vliv na kůži, trávicí ústrojí, dýchací cesty a způsobit systémovou anafylaxi. Potravinová alergie na sójové bílkoviny byla popsána hlavně u malých dětí s atopickou dermatitidou, která po 1 – 2 letech dietní eliminace zmizela. Jedinci s těžkou arašídovou alergií často reagují na sójové bílkoviny v důsledku strukturální podobnosti alergenů sóji a arašídů. Zkřížená reakce se vyskytuje v 3 – 6 % případů.

Alergeny sóji

Albuminy a globuliny jsou hlavní sójové bílkoviny. Globuliny, které tvoří až 80% sójových proteinů, jsou především frakce 7S (β - konglycinin) a 11S (glycinin) s molekulovou hmotností 140 – 180 a 320 – 360 kDa, v daném pořadí. Další globuliny nalezené v sóji jsou proteiny 15S, ale tyto jsou považovány za asociační produkty proteinů 11S. Albuminová frakce má průměrnou molekulovou hmotnost 26 kDa a obsahuje několik různých proteinů, včetně Kunitz-trypsin inhibitoru (KTI).

V sóji bylo zjištěno alespoň 17 alergenů. Tyto alergeny patří do rodiny proteinů a mají zachovány strukturální rysy ve vztahu k jejich biologické aktivitě, což vysvětluje široké imunochemické křížové rozpoznání pozorované mezi členy rodiny luštěniny.

Glycinin a β - konglycinin

Sójový glycinin (11S) a β - konglycinin (7S) byly identifikovány jako hlavní alergeny. Tyto proteiny jsou zvláště zajímavé pro potravinářský průmysl, protože tvoří až 80 % z celkového počtu proteinů sójových semen a jsou hlavní determinanty nutriční kvality a funkčnosti sóji. Glycinin a β - konglycinin jsou oba zásobní proteiny známé jako globuliny, které patří do rodiny cupin. Sdílejí sekvenční motivy, které obsahují stejné nebo chemicky podobné zbytky aminokyselin a společnou třídímenzionální (3D) konformaci (Breiteneder, Radauer, 2004).

Glycinin představuje více než 40 % z celkového globulinu semen. Jedná se o

heterogenní protein s polymorfním podjednotkovým složením, které se u jednotlivých odrůd liší. Každá z glycininová podjednotka (58 – 69 kDa) může být oddělena za redukčních podmínek na kyselé (A, 31 – 45 kDa) a základní (B, 18 – 20 kDa) polypeptidové řetězce. Studie uvádějí, že oba řetězce sójového glycininu se vážou na IgE pacientů alergických na sójové boby (Nielson, 1985).

β - konglycinin je trimer skládající se ze tří hlavních podjednotek, α , α' , a β , s molekulovou hmotností 76, 72 a 53 kDa, v daném pořadí. Další podjednotka, s názvem β'' , je přítomna pouze v některých odrůdách sóji. Všechny β - konglycininové podjednotky jsou glykoproteiny a obsahují 4 – 5 % sacharidů (Boye, L'Hocine, Rajamohamed, 2010).

Gly m Bd30K

Gly m Bd30K je imunodominantní sójový alergen vyskytující se v zásobních vakuolách semen. To ukazuje sekvenční podobnost s papainu podobné proteázy, ale postrádá jejich enzymatickou aktivitu. V klinické studii, asi 65 % pacientů reagovalo na Gly m 30K. Tepelné zpracování může snížit alergenitu a existují sójové kultivary s nízkou úrovní tohoto alergenu (Breiteneder, Radauer, 2004).

Gly m Bd28K

Gly m Bd28K protein je přítomen v globulinové frakci 7S a je glykoprotein podobný vicilinu a jenž má míru prevalence ve výši přibližně 25 % u jedinců citlivých na sóju. Nicméně, tento alergen není k přítomen v mnoha druzích sóji. Ve skutečnosti, testování ukázalo, že pouze 20 % z japonských odrůd sóji obsahovalo Gly m Bd28 (Baumgartner, Schubert - Ullrich, 2010).

Kunitz - trypsin inhibitor (KTI)

KTI patří do skupiny proteinů obranného systému rostlin, který má inhibiční aktivitu proti různým proteázám. Sójový KTI je zařazen do rodiny antiparalelních β - listů bílkovin, které jsou vysoce odolné vůči chemické a tepelné denaturaci. Ve studii bylo prokázáno, že sérum pacienta s profesní respirační poruchou obsahovalo IgE protilátky specifické pro sójový KTI (21 kDa) (Boye, L'Hocine, Rajamohamed, 2010).

Gly m 4

Sójový alergen Gly m 4 je stresem indukovaný 16,6 kDa PR - 10 protein (SAM22 - starvation - associated message 22) ze sójového semene. Patří do skupiny rostlinných obraných proteinů také známých jako PR - 10 proteiny. Gly m 4 má identitu sekvence ve výši přibližně 50 % s Bet v 1, břízovým alergenem, který je zodpovědný za IgE vazbu ve více než 95 % břízových polinóz (převažující alergická onemocnění v Severní a Střední Evropě a Severní Americe). Byly hlášeny těžké orofaryngeální a anafylaktické reakce u břízových polinóz po požití prášku obsahujícího 50 % izolátu sójového proteinu (SPI). 85 % z těchto pacientů mělo specifické IgE vůči Gly m 4. Z klinického šetření dále vyplynulo, že 96 % pacientů reagujících na Bet v 1 mělo také na Gly m 4 specifické IgE. Tyto studie poskytují důkazy, že Gly m 4 je hlavní sójový alergen u pacientů alergických na pyl břízy (Kleine – Tebbe et al., 2002).

3.9.2.3 Lupina

Lupina patří do rodu *Lupinus*, který zahrnuje 450 druhů. Je široce pěstována jako okrasná květina, nicméně, zahradní druh může obsahovat vysoké množství alkaloidů a je tak nevhodný pro lidskou spotřebu. Šlechtění vedlo k odrůdám lupiny s omezeným obsahem alkaloidů, tzv. "sladké lupiny." Čtyři jedlé druhy se pěstují v různých geografických regionech: Lupina bílá (*Lupinus albus*) ve středomořských zemích, modrá nebo úzká kadeřavá lupina (*Lupinus angustifolius*) v Austrálii, žlutá lupina (*Lupinus luteus*) ve střední Evropě, a Andská lupina (*Lupinus mutabilis*) v Jižní Americe (Anonym, 2010).

Celková celosvětová roční produkce lupiny je asi 2 miliony tun, z nichž 4 % jsou používány pro lidskou spotřebu a zbytek jako krmivo pro zvířata. Mezi produkty ze sladké lupiny patří mouka, lupinové otruby, tofu z lupiny a "mléko". Typické potraviny, které obsahují lupinu, jsou chleby, sušenky, těstoviny, omáčky, mléčné náhražky, sójové náhražky, čokoládové pomazánky, klobásy a pasty. Lupina se také používá, aby vyčistila víno a pro asijské fermentované potraviny jako tempeh a miso.

Při alergii na lupinu dochází k primární přecitlivělosti na požití lupinové bílkoviny, při vdechování a profesní expozici. Zdá se, že častěji vzniká zkřížená reaktivita na lupinu u pacientů s existující alergií na arašídů. Vzhledem k rostoucímu počtu případů lupinové alergie, lupina a odvozené složky ve zpracované potravíně musí být povinně označeny v Evropě od roku 2006 (Anonym, 2010).

Byla identifikována řada alergenů lupiny. Podle názvosloví jsou názvy alergenů

lupin: *Lupinus albus* - Lup a, *Lupinus angustifolius* - Lup an a *Lupinus luteus* - Lup l. Jsou homologní se známými luštěninovými alergeny z arašídů a sójových bobů.

Lupinové α -konglutiny jsou 11S leguminu podobné globuliny patřící do cupin rodiny. Lupinové α -konglutiny jsou považovány za hlavní lupinové alergeny. V klinické studii asi 40 % pacientů ukázalo IgE zprostředkované reakce na α -konglutin Lup a (Melo et al., 1994).

Lupinové β -konglutiny jsou 7S globuliny podobné vicilinu. Lupinové β -konglutiny jsou hlavní lupinové alergeny. Téměř 60 % pacientů v nedávné studii reagovalo na Lup a 1, Lup a β -konglutin (Melo et al., 1994).

Lupinové γ -konglutiny jsou základními proteiny s homogenními tetramery skládajícími se ze dvou různých disulfidicky vázaných monomerů. Alergení potenciál lupinového γ -konglutinu je zatím diskutován (Fæste, 2011).

3.10 Potravinové alergeny živočišného původu

3.10.1 Alergeny kravského mléka

Alergie na kravské mléko je jednou z nejčastějších na světě. Odhaduje se, že asi 2,5 % dětí ve věku do 3 let je alergických na kravské mléko. Symptomy se projevují do 3 měsíců věku a kolem 3 let u mnoha dětí mizí. U dětí se projevuje zvracením a průjmem, objevují se i kožní problémy. U dospělých je alergie na mléko velmi vzácná (Kvasničková, 1998).

Kravské mléko obsahuje mnoho proteinů, které jsou považovány za antigenní a jsou schopny vyvolat alergické reakce. Kravské mléko obsahuje 3 – 3,5 % bílkovin, které jsou rozděleny do dvou hlavních skupin: kaseiny (80 %) a syrovátkové bílkoviny (20 %). Hlavní alergické komponenty v rámci syrovátkové frakce jsou globulární proteiny, β -laktoglobulin (Bos d 5) a α -laktalbumin (Bos d 4) (Steinhoff, Paschke - Kratzin, 2011).

β -laktoglobulin

Z alergologického hlediska je důležitější β -laktoglobulin. Tento syrovátkový globulin je hyperalergenní, což znamená, že je schopen vyvolávat u člověka ve zvýšené míře alergickou odpověď. β -laktoglobulin je poměrně odolný vůči procesům trávení v žaludku i ve střevech, zvláště pak u malých dětí, avšak hůře odolává tepelnému zpracování (Fuchs, 2007).

Kaseiny

Kasein (Bos d 8) má molekulovou hmotnost 20 – 30 kDa. Jednotlivé složky jsou pak podle IUIS (International Union of Immunological Societies) pojmenovány Bos d 9 – Bos d 12. Při testování se prokázala IgE vazba u 63 % dětí (58 z 92). Kasein je odolnější než syrovátkové bílkoviny, a to jak vůči trávení, tak i vůči tepelné úpravě (Anonym, 2013).

3.10.2 Alergeny ryb, korýšů a měkkýšů

V českých zemích byla alergie na tyto živočichy až do 20. století omezena jen na počtem nevýznamnou skupinu lidí přecitlivělých jen na sladkovodní ryby. Bylo to dáno konzumací tradičních ryb – kaprů, pstruhů, úhořů, sumců, okounů, štik a candátů. Řeky a rybníky byly těchto ryb plné, a proto je logické, že se pravidelně objevovaly na talířích našich předků. Šlo o chutný a přitom nepříliš drahý pokrm. Obrat nastal koncem 20. století, kdy se nabídka výrazně snížila a cena naopak výrazně vzrostla. České ryby z jídelníčků, kromě vánočních svátků, téměř vymizely a nahradily je produkty z moře, např. filé, uzená makrela, zavináči a slanečci, tuňák nebo olejovky. Také mořské plody rychle našly cestu na české jídelníčky, a proto není překvapením, že u nás rychle roste počet nežádoucích reakcí po požití mořských živočichů. Reakcí na sladkovodní živočichy tolik nepřibývá, i když jsou stejně závažné.

Předpokládaná prevalence na vodní živočichy v České republice je asi 0,5 %. V přímořských státech, jako je Španělsko, Itálie, severské země nebo Japonsko, je prevalence na mořské produkty daleko vyšší, postihuje až 2 % populace (Fuchs, 2007).

Nežádoucí reakci mohou vyvolat tradiční potravinářské výrobky, jako jsou dochucovadla, polévky a jídla jako paella (španělské jídlo z rýže, která může obsahovat humra a krevety), bouillabaisse (tradiční provensálské dušené maso se zeleninou a různými druhy vařených ryb a korýšů), fritto misto (směs smažených ryb a korýšů populární v Itálii a pobřežních zemích Středomoří), asijská jídla (může obsahovat rybí omáčku a / nebo nakrájené kousky různých druhů ryb nebo měkkýšů), gumbo (tradiční guláš obvykle podávaný s rýží a zeleninou podél pobřeží Golfského zálivu Spojených států), výrobky typu surimi (vyrobené z bílých ryb a, nebo extraktů korýšů), Caesar zálivka a Worcestershire omáčka (obě mohou obsahovat ančovičky), kedgeree (jídlo připravené z rýže a ryb), rybí omáčky a rybí pasty (vyrábí se fermentací) a patum

peprium (jídlo připravené s ančovičkami) (Danquah et al., 2010).

Ryby jsou schopny vyvolat nežádoucí reakci zprostředkovanou imunoglobulinem E požitím, přímým kontaktem, inhalací rybích pachů a par vznikajících při vaření. Příznaky se obvykle objevují do 30 minut po požití ryb a sestávají z kožních, respiračních a gastrointestinálních příznaků. V některých případech může dojít také k životu ohrožující a fatální anafylaxi v důsledku požití ryb (Lee, Taylor, 2011).

Hlavním alergenem ryb je parvalbumin (Gad c 1) o molekulové hmotnosti 10 – 13 kDa. V podstatě jde o panalergen. Parvalbumin je bílkovina, vázající vápník, která tvoří asi 5 mg z každého gramu syrové bílé rybí svaloviny. Tato bílkovina je velmi stabilní, odolná vůči extrémnímu pH, tepelnému zpracování i vůči trávicím enzymům (Fuchs, 2007).

Tropomyosin je hlavním alergenem měkkýšů a koryšů, ale byl také rozpoznán jako hlavní alergen některých bezobratlých, jako jsou roztoči nebo švábi. Tropomyosin je zodpovědný za křížovou reaktivitu pozorovanou mezi různými druhy koryšů a měkkýšů. Tento panalergen je tepelně stabilní a je schopný vyvolat alergickou reakci u až 80 % jedinců alergických na krevety (Lee, Taylor, 2011).

3.10.3 Alergeny vajec

Alergie na slepičí vejce patří k nejčastějším alergickým reakcím na potraviny u dětí v USA i v Evropě. Alergie často mizí ve čtvrtém nebo pátém roce života, do deseti let téměř zmizí (Kvasničková, 1998). Ve střední Evropě je prevalence alergie na vaječné bílkoviny u dětí asi 2 %. U poloviny dětí s atopickým ekzémem jsou zjištěny zvýšené protilátky proti vajíčku, respektive proti ovalbuminu, avšak v polovině těchto případů jde o pouhou senzibilizaci, nikoliv o alergii. V souvislosti s alergií na vaječné bílkoviny se upozorňuje na možné nežádoucí reakce po podání očkovacích látek, které obsahují vaječné komponenty. Jde o virové vakcíny, které byly připraveny ve vaječném médiu - u nás například očkování proti encefalitidě nebo chřipce, ve světě očkování proti spalničkám, příušnicím nebo zarděnkám (Fuchs, 2007).

Chemické složení vajec slepic (*Gallus domesticus*) bylo rozsáhle zkoumáno. Slepičí vejce se zdají být alergenní více než kachní vejce. Vaječný bílek je více alergenní než vaječný žloutek.

Alergeny vaječného bílku

Hlavní alergenní vaječné proteiny jsou ovalbumin (Gal d 2), konalbumin (= ovotransferrin; Gal d 3), ovomukoid (Gal d 1) a lysozym (Gal d 4). Tyto proteiny tvoří 80 % z celkového obsahu proteinu vaječného bílku. Pokud jde o alergenní účinnosti těchto proteinů, byly popsány různé výsledky. Ovomukoid byl jako první shledán, že je nejvíce alergenním proteinem syrových a vařených vajec. Pozdější studie zjistila, že hlavním vaječným alergenem je konalbumin.

Ovomukoid

Ovomukoid nebo Gal d 1 tvoří asi 11 % vaječného bílku. Jedná se o vysoce glykosylovaný protein, 25 % jeho hmotnosti je přičítána sacharidům a působí jako inhibitor trypsinu. Je tvořen 186 aminokyselinovými zbytky a má molekulovou hmotnost 28 kDa (Schubert - Ullrich, Baumgartner, 2010).

Ovalbumin

Nejrozšířenější a nejstudovanější protein ve vaječném bílku je ovalbumin. Tento protein, nazývaný také Gal d 2, je monomerní fosfoglykoprotein o molekulové hmotnosti 44 kDa. Jeho biologická funkce ve skutečnosti není známa (Steinhoff, Paschke - Kratzin, 2011).

Ovotransferrin

Také se nazývá Gal d 3 nebo konalbumin, ovotransferrin patří do skupiny homologních transferinů. Ovotransferrin je tvořen 686 aminokyselinami. Jeho antimikrobiální aktivita vzhledem k jeho vlastnosti vázat železo je dobře prozkoumána (Schubert - Ullrich, Baumgartner, 2010).

Lysozym

Lysozym nebo Gal d 4 je jednoduchý polypeptidový řetězec složený ze 129 aminokyselin, zesíťovaný čtyřmi disulfidickými můstky. To může katalyzovat hydrolýzu určitých druhů polysacharidů, které jsou obsaženy v buněčných stěnách bakterií. Je tedy široce používán jako konzervační látka v různých potravinách a lécích (Steinhoff, Paschke - Kratzin, 2011).

3.11 Minoritní a nově objevené alergeny

Kromě takzvaných "velkých" osmi hlavních alergenů, které získaly největší pozornost, bylo ve vědecké literatuře zdokumentováno již více než 170 dalších potravin způsobujících alergické reakce. Toto číslo se může pravděpodobně zvýšit v důsledku následujících faktorů:

1. lidé mohou být alergičtí na téměř jakýkoliv potravinářský výrobek a kdykoliv v životě
2. všudypřítomná přítomnost bílkovin v potravinách
3. zvýšené používání konvenčních a nových bílkovinných složek ve vývoji výrobků
4. potravinová globalizace a migrace vede ke změnám ve stravovacích návycích (Achouri, Boye, 2010).

3.11.1 Sezam

Sezam je olejnína z čeledi *Pedaliaceae*, pocházejícího ze savany střední Afriky a šířící se do Egypta, Indie, na Střední východ, do Asie, na Balkán, Latinské Ameriky a do Spojených států. Existují čtyři druhy sezamu, z nichž *Sesamum indicum* je nejvýznamnější. V posledních letech ve světě produkce a spotřeba sezamových semínek výrazně vzrostla z důvodu jejich vysokého obsahu oleje, bílkovin a železa. Sezamová semínka mohou být konzumována jako celá semena, nebo mohou být zpracována na sezamový olej nebo sezamové pasty. Sezamová semínka jsou často používány v pekařských výrobcích, do salátových dresinků, dipů a vegetariánských jídel. Kromě toho, sezamový olej je použit ve farmaceutickém a kosmetickém průmyslu na základě jeho předpokládané nízké antigenicity.

K dnešnímu dni bylo identifikováno nejméně sedm potenciálních alergenů sezamu, včetně Ses i 1, Ses i 2 a Ses i 3 s molekulovou hmotností 9 – 14, 7 a 45 kDa. Byly nalezeny dva oleosiny, které vázaly IgE jedinců alergických na sezam. Tyto oleosiny byly sekvencovány a pojmenovány Ses i 4 (17 kDa) a Ses i 5 (15 kDa), v souladu s nomenklaturou Mezinárodní unie imunologických společností (IUIS). Byla hlášena křížová reaktivita mezi sezamem a dalšími rostlinnými semeny, jako je sója a arašídy, lískové oříšky a žito, a v poslední době i s vlašskými ořechy (Anonym, 2013).

3.11.2 Hořčice

Semena hořčice (*Brassica spp.*) je jednoletá plodina, která patří do čeledi

Brassicaceae. Hořčice bývá použita pro kuchyňské účely, zejména v omáčkách, jako koření do hlavních jídel, nebo jako přísada do tradiční zálivky. Pro použití hořčice v potravinách je typická směs *Sinapis alba* L. (žlutá hořčice) a *Brassica juncea* (orientální hořčice). Ta je nejvíce běžně používaná v Evropě, Spojených státech, Japonsku a Indii podle místních stravovacích návyků.

Navzdory svému širokému využití, hořčičná alergie byla dobře dokumentována v klinických a laboratorních studiích, kde bylo několik závažných anafylaktických reakcí hlášených u dospělých i dětí. Velká část dokumentace o hořčičné alergii byla zveřejněna ve Francii, Španělsku, Švédsku, Finsku, Itálii a Indii. Obavy o bezpečnost spotřebitelů trpící alergiemi na hořčičné potraviny vedla Evropskou komisi, aby zahrнула hořčici na seznamu 12 prioritních alergenních složek, které vyžadují povinné označování.

Hlavní alergen bílé hořčice, Sin a 1, je charakterizován jako zásobní protein semen, který patří do rodiny 2S albuminů, s molekulovou hmotností 14 kDa. Sin a 1 má úzkou podobnost s jinými 2S albuminy, které byly izolovány z řepky, skočce obecného a para ořechů. Druhý hlavní alergen orientální hořčice, Bra j 1, byl také identifikován jako zásobní protein semen z rodiny 2S albuminů, s molekulovou hmotností přibližně 16 kDa. V poslední době, protein o 51 kDa (Sin a 2) byl uznán jako třetí hořčičný alergen (Anonym, 2013).

3.11.3 Alergie na cizrnu

Cizrna je důležitou součástí středomořské stravy a velmi časté jídlo pro západní asijské a indické populace. Velmi málo studií existuje na alergenitu cizrny. Byly zaznamenány i případy přecitlivělosti na cizrnu, a to zejména u dětské populace ve Španělsku. U španělských dětí mladších 5 let, alergie na luštěniny, včetně cizrny je pátou nejčastější potravinovou alergií.

Přecitlivělost na cizrnu byla diagnostikována pomocí DBPCFC (double blind placebo controlled food challenge) a ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay) u 59 pacientů, kteří uvedli, pozitivní reakci na cizrnu už v minulosti. Imunoblotová analýza ukázala, že 70 -, 64 -, 35 - a 26 - kDa proteiny byly hlavními alergeny. Byla také hlášena unikátní klinická křížová reaktivita mezi latexem a cizrnou (Achouri, Boye, 2010).

3.11.4 Alergie na čočku

Čočka je druhou nejčastěji konzumovanou luštěninou v oblasti Středozemního moře a v některých asijských zemích. Výzkum alergenů čočky je překvapivě minimální, a v literatuře lze nalézt velmi málo případů. Byl hlášen těžký případ bronchiálního astma vyvolaného vdechováním výparů z vaření buď čočky nebo cizrny. Později byl popsán další případ u 8 leté dívky, která utrpěla čtyři anafylaktické reakce spojené s čočkou ve věku od 3 do 7 let. První tři reakce byly spojeny s požitím malého množství vařené čočky a čtvrtá nastala inhalací při vaření čočkové polévky. Pacientka také trpěla přecitlivělostí na cizrnu. Alergická reakce na čočku začíná v raném věku, obvykle pod 4 roky, nejčastěji s orofaryngeálními příznaky nebo akutní kopřivkou a / nebo angioedémem a těžkou anafylaxí u 20 % pacientů (Pascual et al., 1999).

Dva různé druhy alergenů byly zjištěny ve vařené čočce. Jeden z nich byl Len c 1, s molekulovou hmotností 12 – 16 kDa, odpovídající γ - vicilinové podjednotce a druhý byl 66 - kDa protein navržený jako Len c 2. V nedávné době byl identifikován čočkový alergen s molekulovou hmotností o přibližně 50 kDa. Tento alergen byl pojmenovaný jako Len c 1.01 a byl rozpoznán 77 % (17/22) pacientů. Byly zjištěny tři genetické varianty tohoto alergenu a byly pojmenovány Len c 1.0103, 1.0101 Len c, a Len c 1.0102 (Anonym, 2013).

Zkřížená reaktivita mezi čočkou, cizrnou a hrachem byla také hlášena. Sekvence aminokyselin odvozena od Len c 1.0101 (nebo Len c 1.0102) potvrdila homologii s několika alergenními viciliny z jiných rostlinných zdrojů, jako je například arašídový Ara h 1 (50 % shoda), anglický vlašský ořech Jug r 2 (38 % shoda), kešu Ana o 1 (32 % shoda), sezamový Ses i 3 (31 % shoda), a β - podjednotky sójového konglycininu (56 % shoda). Zda křížová reaktivita mezi arašídou a těmito luštěninami má klinický význam je stále předmětem diskuse (Achouri, Boye, 2010).

3.11.5 Alergie na hrách

Na rozdíl od cizrny a čočky byly vzácně hlášeny nežádoucí účinky na hrách. Jako dva hlavní alergeny hrachu byly identifikovány konvicilin (63 kDa, Pis s 2) a vicilin (44 kDa, Pis s 1) a zejména jeho proteolytické fragmenty, Pis s 1.01 (32 kDa). Další proteolytické podjednotky vicilinu (36, 16, a 13 kDa), byly nalezeny jako příslušné složky hrachu. Tyto proteiny ukázaly zkříženou reaktivitu s hlavním alergenem čočky Len c 1 a s arašídovým alergenem Ara h 1 (Achouri, Boye, 2010).

Byl studován vliv různých úrovní zrání zelených semen hrachu na jejich alergenicitu. Výsledky prokázaly alergenní účinnost hrachu na všech úrovních zrání, a to i nezralých semen. Nejvyšší alergenní účinnost byla způsobena frakcí albuminu, jakož i frakcí globulinu a glutelinu (Sell, Steinhart, Paschke, 2005).

3.12 Ochrana spotřebitelů před alergenními složkami

Statistiky, které se zabývají problematikou alergií na potraviny, uvádí, že potravinovou alergií nebo intolerancí trpí celosvětově 1 – 3 % dospělé populace a 4 – 6 % dětské populace.

Pro spotřebitele s alergií nebo intolerancí je jedinou účinnou ochranou vyloučení alergenních potravin z jídelníčku, a to včetně jejich různých forem. Prioritou pro zaručení ochrany spotřebitelů je tedy označování potravin, které spotřebitelům s alergií a intolerancí umožňuje bezpečný a informovaný výběr potravin (Gamlin, 2003).

Nabídka potravin speciálně vyrobených pro osoby s potravinovou alergií nebo intolerancí je stále ještě poměrně omezená. Na trhu jsou dnes běžně dostupné speciální „bezlepkové“ nebo „bezlaktózové potraviny“, v zahraničí se ale velmi často můžeme setkat i s potravinami, u kterých výrobce garantuje například nepřítomnost ořechů nebo arašídů. Jedná se třeba o označení „nut-free“, logo přeškrtnutého arašídů apod. Pro tyto potraviny obecně platí, že tímto označením výrobce poskytuje spotřebiteli vyšší záruku, že výrobek neobsahuje daný alergen. Nezbytným předpokladem pro použití označení zaručujícího nepřítomnost alergenů je zavedení důsledného systému preventivních opatření, aby se zamezilo nepřítomnosti alergenní složky, také pravidelná verifikace těchto opatření, pravidelná vstupní kontrola surovin a výstupní kontrolu finálních výrobků atd. (Hattersley, 2009).

Lidé s potravinovou alergií nebo intolerancí však nemohou být odkázáni pouze na speciálně vyrobené potraviny. Proto je vhodné zařazování určitých běžných potravin, což obecně přispívá k větší rozmanitosti stravy osob s potravinovou alergií nebo intolerancí. Spotřebitele s potravinovou alergií nebo nesnášenlivostí lepku však musí při výběru vhodných běžných potravin bedlivě sledovat označení výrobku, zejména deklarované složení (Pavelková, 2015).

3.12.1 Označování alergenních složek

O označování alergenních složek se stará potravinové právo EU, konkrétně nařízení č.1169/2011 o poskytování informací spotřebitelům. Toto nařízení stanovuje povinnost poskytnout spotřebitelům informace o alergenních látkách a produktech, které byly použity při výrobě potravin. Tato informační povinnost se vztahuje na 14 potravinových alergenů, které jsou nejčastější příčinou alergických reakcí u spotřebitelů (kapitola 3.5).

3.12.1.1 Informace o alergenních složkách na obalech výrobků

Informace o alergenních látkách se na obale potravin uvádí:

- ve složení, přičemž název alergenní látky nebo produktu musí být zvýrazněn tak, aby byl jasně odlišen od ostatních složek (např. typem či stylem písma nebo barvou pozadí)
- jako výčet alergenních látek za slovem „obsahuje“ - není-li na obale výrobku uveden seznam složek.

Další označení alergenu není již povinné, pokud název potravin jasně odkazuje na danou alergenní látku (např. mléčná rýže).

Nová právní úprava zpřísnila požadavky na označování nebalených potravin, při jejichž nákupu měli spotřebitelé s potravinovou alergií dříve velmi omezené možnosti výběru potravin. Od 13. prosince 2014 však musí být informace o alergenních složkách zpřístupněny rovněž u nebalených potravin a potravin zabalených bez přítomnosti spotřebitele pro účely bezprostředního prodeje. V těchto případech musí být informace o alergenních látkách uvedeny v blízkosti místa nabídky nebalené potravin nebo na obalu potravin zabalené bez přítomnosti spotřebitele (Chýlková, 2014).

Také v restauracích, jídelnách, rychlém občerstvení a ostatních zařízeních společného stravování musí být spotřebiteli zpřístupněny informace o alergenních látkách použitých při přípravě pokrmů, např. uvedením výčtu alergenů v nabídce pokrmů nebo na vyžádání spotřebitele u obsluhy, případně jiným vhodným způsobem (Pavelková, 2015).

3.12.1.2 Výjimky z označování alergenních složek

Složky získané z alergenních zdrojů nemusí vždy obsahovat rezidua alergenů.

Požadavek na deklaraci alergenní složky se nevztahuje na některé potraviny, u

kterých bylo prokázáno, že v důsledku použité technologie výroby nebo zpracování již výsledná potravina neobsahuje rezidua alergenních látek původně obsažených v surovině. Tyto výjimky jsou uvedené v příloze II nařízení (EU) č. 1169/2011 a jsou podloženy stanoviskem Evropského úřadu pro bezpečnost potravin (EFSA). Jedná se například o:

- glukózový sirup z pšenice
- rybí želatina používaná jako čedič při výrobě piva a vína
- zcela rafinovaný sójový olej (Anonym, 2011).

3.12.1.3 Preventivní označování alergenních látek

Spotřebitelé se velmi často mohou setkat na obalech potravin se sděleními typu: „Může obsahovat arašídů.“, „Může obsahovat stopy lepku.“ apod. Jsou to tzv. preventivní označení, což jsou vlastně dobrovolné informace, které provozovatel poskytuje v rámci odpovědného přístupu. Cílem těchto preventivních značení je spotřebitele upozornit na riziko nezáměrné kontaminace alergenní složkou a umožnit tak osobám s alergií nebo nesnášenlivostí informovaný a bezpečný výběr potravin a možnost předcházení nežádoucí reakce na potravinu. Preventivní značení se používá pouze v případě, kdy alergenní složka nebyla vědomě použita při výrobě potraviny, ale potravina přesto obsahuje malá množství alergenní složky, která zůstanou ve výrobku i přes realizaci všech preventivních opatření k zabránění kontaminace alergenní složky (Fleming et al., 2010).

Příčinou nezáměrné kontaminace potraviny alergenní složkou je nejčastěji použití surovin kontaminovaných alergenní složkou nebo křížová kontaminace při výrobě. Rizika nezáměrné kontaminace nelze v některých případech s ohledem na objektivní technologická omezení nebo technologické podmínky zcela vyloučit i přesto, že provozovatel přijme vhodná preventivní opatření.

Deklarace preventivního značení však provozovatele potravinářského podniku nezbavuje veškeré odpovědnosti za bezpečnost potraviny. Uvedení preventivního značení neznamena, že potravina může obsahovat alergenní složku v jakémkoliv množství. Preventivní označení nezbavuje provozovatele odpovědnosti za dodržování správné hygienické a výrobní praxe (Fleming et al., 2010).

Kromě pozitivního přínosu pro spotřebitele může mít preventivní označení i negativní dopad na rozmanitost stravy osob trpících alergií nebo intolerancí. Preventivní

značení by mělo být provozovateli potravinářských podniků používáno pouze při splnění uvedených podmínek:

- použití preventivního označení musí být odůvodněné (např. na základě analýzy rizika, screeningu výrobního zařízení nebo výstupní kontroly)
- provozovatel musí přijmout vhodná preventivní opatření k zamezení kontaminace alergenní složkou (Pavelková, 2015).

3.12.2 Prahové hodnoty alergenů

Komise Codex Alimentarius (CAC) vydala v r. 1999 seznam potravin a výrobků, které musí být uvedeny na obalu, protože mohou vyvolávat alergickou reakci.

S výjimkou Japonska a Švýcarska nejsou nikde kromě lepku (bezlepkový podle nařízení 41/2009/ES max. 20 mg lepku/kg) a oxidu siřičitého (10 mg/kg) stanoveny prahové hodnoty alergenů. Ve Švýcarsku se označují jako alergenní složky ty, které obsahují alergizující potraviny v množství vyšším než 1000 mg/kg. V Japonsku je povinnost označování, pokud alergenní bílkovina dosahuje 10 mg/kg.

V Austrálii a na Novém Zélandu zavedli pro označování „skrytých“ alergenů zatím dobrovolně používanou koncepci VITAL. Ta neplatí pro recepturně přidávané alergenní složky, ale pro alergeny, které se dostanou do potraviny nezáměrně křížovou kontaminací nebo v rámci určité přísady. Podle koncepce VITAL je pro každou alergenní potraviny stanovena „akční hodnota“, která leží mezi 2 a 200 mg bílkoviny/kg potraviny. V seznamu alergenních potravin nejsou zahrnuty: siřičitany, lupina, celer, hořčice a měkkýši. Pokud není akční hodnota překročena, nic se nemusí označovat, pokud je překročena, uvádí se „obsahuje stopy ...“. Záměrně přidané alergenní složky se uvádějí vždy.

Koncepce VITAL je také podporována EU-VITAL (Suková, 2011).

3.12.2.1 Koncept EU-VITAL

Evropská legislativa pro potraviny uvádí výčet některých potenciálně alergizujících látek ve směrnicích 2007/68/ES a 2000/13/ES. Tyto směrnice nedefinují žádné prahy / akční limity pro prohlášení o alergenech. Tato nulová tolerance se nezdá být praktická. V praxi nulová tolerance je mez detekce analytické metody používané pro detekci alergenů. To vedlo ke zbytečnému označování stopového množství alergenů. Tato situace není přijatelná pro všechny zúčastněné strany. EU-VITAL je

standardizovaný postup pro výrobce potravin s cílem získat jasnou deklaraci pro alergeny. EU-VITAL definuje prahové hodnoty pro označování či neoznačování. Navrhované prahové hodnoty jsou založeny na výsledcích evropských a mezinárodních expertních vědeckých skupin, které tento problém intenzivně studovaly (Anonym, 2008).

EU-VITAL používá tři úrovně opatření s cílem stanovit, zda je požadováno značení u alergenní látky či nikoliv. EU-VITAL používá specifické barvy pro různé úrovně akčních limitů: bílou, modrou a červenou. Barva se používá pro lepší orientaci a nebude na etiketách potravin (tab. 1 a tab. 2).

Tab. 1 Akční hladiny (mg alergenní látky / kg potravy [ppm])

	označování	prohlášení
akční hladina 1	není požadováno	-
akční hladina 2	požadováno	obsahuje stopy
akční hladina 3	potřebné jako složka	obsahuje... (jako složka)

Tab. 2 Hodnoty pro stanovení akčních hodnot některých potravinových alergenů v jednotce / rozměr mg alergenní látky / kg potravy [ppm]

Alergen	Akční hladina 1	Akční hladina 2	Akční hladina 3
mléko	<50	50 - 500	>500
vejce	<20	20 - 200	>20
sója	<25	25 - 250	>250
ryby	<100	100 - 1000	>1000
arašidy	<8	8 - 80	>80
ořechy	<10	10 - 100	>100
sezam	<10	10 - 100	>100
korýši	<10	10 - 100	>100
lepek	<20	20 - 200	>200
celer	<20	20 - 200	>200
lupina	<20	20 - 200	>200
měkkýši	<20	20 - 200	>200
hořčice	<20	20 - 200	>200
SO ₂	<10	10 - 100	>100

3.12.3 Označování potravin s nízkým obsahem laktózy nebo bezlaktózových

Vyhláška č.54/2004 o potravinách určených pro zvláštní výživu uvádí údaje, které musí být uvedené na obalech potravin bezlaktózových nebo s nízkým obsahem laktózy. Údaje o:

- energetické hodnotě v kJ nebo kcal,
- obsahu vitamínů, minerálních látek a dalších látek v hmotnostních jednotkách mikrog, mg, g na 100 g nebo 100 ml potravin, nebo na jiné vhodné množství, odpovídající denní dávce,
- obsahu laktózy v g ve 100 g nebo 100 ml potravin (Anonym, 2004).

3.12.4 Označování potravin z hlediska lepku

Od 1. ledna 2012 platí nařízení ES č.41/2009 složení a označování potravin vhodných pro osoby s nesnášenlivostí lepku. Toto nařízení nahrazuje požadavky na bezlepkové potraviny stanovené vyhláškou č.54/2004, o potravinách určených pro zvláštní výživu a o způsobu jejich použití.

Označení „*velmi nízký obsah lepku*“ je používáno u potravin ze speciálně upravených složek vyrobených z pšenice, žita, ječmene, ovesa nebo jejich kříženců, u kterých byl obsah lepku zpravidla snížen technologickou úpravou. Obsah lepku musí činit max. 100 mg/kg v potravine ve stavu, v němž je prodávána konečném spotřebiteli.

Označení „*bez lepku*“ je určeno pro potraviny, které neobsahují pšenici, ječmen, žito, oves nebo jejich křížence a obsahují jiné složky, které nahrazují pšenici, ječmen, žito a oves. Obsah lepku musí činit max. 20 mg/kg v potravine ve stavu, v němž je prodávána konečném spotřebiteli (Anonym, 2009).

3.13 Zabránění kontaminace potravin alergeny

V dnešní době jsou nežádoucí reakce na potraviny stále rostoucí obavou spotřebitelů i potravinářského průmyslu. Informace jsou zásadní potřebou v potravinářském průmyslu pro řízení rizik spojených s potravinovými alergiemi. Tyto informace zahrnují znalecké posudky, vědecké poznatky o alergenních potravinách a surovinách, dále prevalenci alergických reakcí a klinické studie o prahových dávkách. Průmysl potřebuje tyto informace pro zlepšení stávajících výrobních postupů, ale také pro rozvoj nových potravin určených pro alergické spotřebitele. Je rovněž nutné rozvíjet pokročilé a ověřené techniky pro detekci potravinových alergenů. Důležité je také zlepšení vědeckých poznatků o dávkách vyvolávajících nežádoucí reakce, což je základ pro stanovení prahových hodnot, které jsou bezpečné pro alergického spotřebitele a proveditelné pro výrobce. Pro zajištění bezpečných potravin je třeba spolupráce výrobců, regulačních orgánů, výzkumných středisek i konzumentů.

3.13.1 Systém HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point)

Jedná se o systém, jehož používání vede k minimalizaci popřípadě až k vyloučení možných onemocnění či zdravotních poškození konzumentů potravin. Systém je budován týmem kvalifikovaných odborníků v oblasti potravních řetězců a to ze všech pohledů - technologie, zdravotního zabezpečení, managementu a vlastního provozovatele - výrobce, prodejce apod. (Stone, Yeung, 2010).

3.13.2 Řízení potravinových alergenů

Pro řízení potravinových alergenů nejsou specifikované konkrétní požadavky v normě pro HACCP ani v ISO 22000, ale vždy jsou součástí analýzy nebezpečí a následně stanovených postupů pro ovládání nebezpečí. Společné požadavky norem ISO 22002-1, BRC a IFS jsou:

- postupy pro identifikaci alergenů
- deklarace alergenů v surovinách a produktech
- zabránění křížové kontaminaci
- postupy pro přepracování produktů
- ověřování efektivnosti procesů
- školení pracovníků

Deklarace alergenů v surovinách a produktech

Dodavatel musí specifikovat složení suroviny z pohledu všech alergenních komponent, které stanoví příslušná evropská směrnice. Toto musí být vyjádřeno a potvrzeno ve specifikacích pro všechny nakupované suroviny. O případných změnách ve složení suroviny musí dodavatel vždy informovat a žádat souhlas odběratele. Vhodné je porovnat skutečné složení surovin se specifikací například pomocí deklarace složení suroviny na obale například při vstupní kontrole surovin a při interních inspekcích nebo auditech (Stone, Yeung, 2010).

Plánování výroby s ohledem na alergeny

Výrobky obsahující stejné alergeny je vhodné vyrábět na jedné lince a / nebo výrobek obsahující alergeny zařadit ve výrobní sekvenci jako poslední. Mezi jednotlivými výrobami by mělo dojít k čištění zařízení. U technologických procesů,

které nepoužívají při přechodu mezi jednotlivými výrobami čištění, pouze se protlačuje jeden produkt druhým, je nutné přesně stanovit množství, které je nezbytné k úplnému odstranění starého produktu. Ke kontaminaci může dojít nejen ve fázi výrobní, ale i v jiných částech celého technologického postupu, proto musí být alergeny součástí analýzy nebezpečí ve všech krocích od příjmu surovin až po expedici (Johnson et al., 2011).

Detekce alergenních složek potravy

Detekční metody mohou být použity k vyhodnocení přítomnosti alergenních materiálů v surovinách, hotových výrobcích a výrobních zařízeních. Testování na potravinové alergeny by se mělo stát v potravinářském průmyslu součástí správné laboratorní praxe a HACCP plánů. Nejběžnější souprava pro detekci potravinových alergenů je enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), která používá protilátky navázané na pevný nosič (Williams et al., 2012).

Školení

Všichni zaměstnanci podílející se na výrobě potravin v továrně, která zpracovává alergenní složky, by měly absolvovat školení o potravinových alergenech. Školení může být součástí zapracování nového zaměstnance, jakož i dalšího vzdělávání, která mohou být v případě potřeby často opakována. Pozornost by měla být věnována tomu, že zaměstnanci mají různé zázemí, znalosti, schopnosti a jazykové znalosti. Informace, které by mohly být pokryty pro většinu zaměstnanců zahrnují - co jsou potravinové alergie a alergeny, zdravotní důsledky neúmyslného vystavení alergického spotřebitele alergenům, otázky týkající se křížového kontaktu, otázky označování a chybného označení, strategie řízení alergenů.

Členové řídicího týmu alergenů by se měli zúčastnit školení s obsahem více orientovaným na otázky regulace, aktuálního výzkumu o alergenech, vyhodnocení rizik a testování alergenů (Stone, Yeung, 2010).

4 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo podat určitý přehled dosavadních poznatků o potravinových alergenech.

Množství alergických reakcí na potravinové alergeny narůstá, a proto je potřeba jim věnovat pozornost. V dnešní době, kdy je většina potravin průmyslově vyráběna a upravována, je pro alergické jedince velmi těžké vyhnout se alergenům. Zatím neexistuje ještě léčba. Jedinou možností jak zabránit nežádoucí reakci je vyhýbání se alergenům, což znamená pozorné čtení etiket na obalech potravin. V tomto ale musí spoléhat na výrobce potravin, že alergeny jsou řádně označeny a v provozu jsou zavedena vhodná opatření pro zabránění kontaminace potravin.

Alergici si také musí dávat pozor v provozovnách veřejného stravování, kdy by si měli u obsluhy zjistit, zda alergen může být přítomen v jídle. Nejlepší možností pro alergického jedince je proto připravit si jídlo sám, protože i stopové množství alergenu může způsobit nežádoucí reakce. V lehčích případech jde o otok rtů, jazyku nebo víček. V horších případech nastává anafylaktický šok, což se projeví selháním důležitých orgánů a může nastat i smrt.

U dětí mezi nejčastější alergie patří alergie na mléko a vejce, které ale v téměř ve většině případů v průběhu let vymizí. Mezi další potraviny, způsobující alergie, patří ryby, ořechy, měkkýši, sezam, sója, korýši, arašídy a jiné.

Stále se objevují nové alergeny, a proto je důležité také vyvíjet i nové metody stanovení a rozvíjet ty stávající.

5 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ACHOURI A., BOYE J. I., 2010: Emerging Allergens and the Future, 495 – 536. In: *Allergen management in the food industry*, New York: Wiley, s. 593

ANONYM, 2002: Alergie: Problémy s imunitou, příznaky, léčba. Praha: Fragment, s. 240

ANONYM, 2004: Vyhláška MZ č. 54/2004 Sb., O potravinách určených pro zvláštní účely

ANONYM, 2005: Vyhláška č. 113/2005 Sb., O způsobu označování potravin a tabákových výrobků

ANONYM, 2006: International Legume Database and Information Service, [cit. 2016-03-10]. Dostupné na: <http://www.ildis.org/>

ANONYM, 2008 : *EU-VITAL*, [cit. 2016-03-20]. Dostupné na: <http://www.eu-vital.org/>

ANONYM, 2009: Nařízení Komise (ES) č. 41/2009, o složení a označování potravin vhodných pro osoby s nesnášenlivostí lepku

ANONYM, 2010: *Lupin allergens*, [cit. 2016-03-12]. Dostupné na: <http://toxinology.nilu.no/>

ANONYM, 2011: Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011, o poskytování informací o potravinách spotřebitelům

ANONYM, 2013: *Allergen nomenclature*, [cit. 2016-03-10]. Dostupné na: <http://allergen.org/>

ARENDT E. K., NUNES M. H. B., 2010: Processing gluten - free foods, s. 333 - 354. In: *Allergen management in the food industry*, New York: Wiley, s. 593

ASERO R., PRAVETTONI V., 2013: *Anaphylaxis to plant-food and pollen allergens in patients with lipid transfer protein syndrome*. *Curr Opin Allergy Clin Immunol*, 13 (4): 379 - 385.

BAUMGARTNER S., SCHUBERT - ULLRICH P., 2010: Soy (Glycine max) allergens,

s. 281 - 292. In: *Chemical and biological properties of food allergens*. Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis, s. 413

BOYE J. I., L'HOCINE L., RAJAMOHAMED S. H., 2010: Processing Foods Without Soybean Ingredients, s. 355 - 392. In: *Allergen management in the food industry*, New York: Wiley, s. 593

BREITENEDER H., RADAUER C. A., 2004: Classification of plant food allergens. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 113, s. 821 - 830

ČÁP P., PRŮCHA M., 2006: *Alergologie v kostce*. Praha: Triton, 142 s.

DANQUAH A. O., BOYE J. I., SIMPSON B. K., 2010: Fish and shellfish allergens, s. 271 - 288. In: *Allergen management in the food industry*, New York: Wiley, s. 593

FÆSTE CH. K., 2011: Allergens in Peanut, Soybean, and Lupin, s. 29 - 72. In: *Food allergens: analysis instrumentation and methods*. Boca Raton: Taylor & Francis, s. 205

FLEMING F., GRINTER K., LEIGHTON K., NORMAN K., PRESTON CH., SAID M., 2010: The challenges of precautionary labelling, s. 453 - 452. In: *Allergen management in the food industry*, New York: Wiley, s. 593

FUCHS M., 2002: *Anafylaktická reakce*, [cit. 2016-03-12]. Dostupné na: <http://www.tigis.cz/>

FUCHS M., 2007: *Alergie číhá v jídle a pití*, 2. vydání, Plzeň: Adéla, s. 267

GAMLIN L., 2003: *Alergie od A do Z*. Praha: Reader's Digest Výběr, s. 256

HATTERSLEY S., 2009: Finished product labelling and legislation, s. 197-211. In: *Management of food allergens*, Chichester, West Sussex: Blackwell, s. 254

HOLZHAUSER T., RÖDER M., 2011: Allergens in Tree Nuts, Sesame Seeds, Mustard, and Celery, s. 77 - 128. In: *Food allergens: analysis instrumentation and methods*. Boca Raton: Taylor & Francis, s. 205

HOUBA M., HOCHMAN M., HOSNEDL V., 2009: *Luskoviny: pěstování a užití*. České Budějovice: Kurent, s. 133

CHAPMAN M. D., 2004: Allergen nomenclature. *Allergens and Allergen*

Immunotherapy, 18, s. 51 - 64

CHÝLKOVÁ M., 2014: *Otázky a odpovědi k nařízení (EU) č. 1169/2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům*, [cit. 2016-03-28]. Dostupné na: <http://www.foodnet.cz/>

JESEŇÁK M., SZÉPEOVÁ R., 2012: *Potravinová alergie: mýty, fakta, realita*. Samedi s.r.o., s. 57 - 64

JOHANSSON S. G. O., HOURIHANE JO'B., BOUSQUET J., BRUIJNZEEL-KOMEN C., DREBORG S., HAAHTELA T., KOWALSKI M. L., MYGIND N., RING J., VAN CAUWENBERGE P., VAN HAGEHAMSTEN M., WUTRICH B., 2001: A revised nomenclature for allergy: An EAACI position statement from the EAACI nomenclature task force. *Allergy – European Journal of allergy and clinical immunology*. Vol. 56, Issue 9, s. 813 - 824.

JOHNSON P. E., SANCHO A. I., CREVEL R. W. R., MILLS E. N. C., 2011: Detection of allergens in foods, s. 13 - 28. In: *Food allergens: analysis instrumentation and methods*. Boca Raton: Taylor & Francis, s. 205

KLEINE - TEBBE J., VOGEL L., CROWELL D. N., HAUSTEIN U. F., VIETHS S., 2002: Severe oral allergy syndrome and anaphylactic reactions caused by a Bet v 1 – related PR - 10 protein in soybean, SAM22. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 110, s. 797 - 804

KVASNIČKOVÁ A., 1998: *Alergie z potravin*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 60 s.

LEE P., TAYLOR S. L., 2011: Fish, crustaceans and mollusks, s. 177 - 205. In: *Food allergens: analysis instrumentation and methods*. Boca Raton: Taylor & Francis, s. 205

MALEKI S. J., KOPPER R. A., SHIN D. S., PARK CH., COMPADRE C. M., SAMPSON H., BURKS A. W., BANNON G. A., 2000: Structure of the major peanut allergen Ara h 1 may protect IgE - binding epitopes from degradation. *The Journal of Immunology*, 164, s. 5844 – 5849

MELO T. S., FERREIRA R. B., TEIXEIRA A. N., 1994: The seed storage proteins from *Lupinus albus*. *Phytochemistry*, 37, s. 641 – 648

NIELSON N. C., 1985: Structure of soy proteins. In: *New Protein Food, V. Seed Storage Proteins*, Orlando: Academic Press, s. 27 - 64

PASCUAL C. Y., CRESPO J. F., SANCHEZ - PASTOR S., PADIAL A., DIAZ - PENA J. M., MARTIN - MUNOZ F., MARTIN - ESTEBAN M., 1999: Allergy to lentils in Mediterranean pediatric patients. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 103, s. 154 -158

PAVELKOVÁ K., 2015: *Ochrana spotřebitelů před alergenními potravinami - označování alergenních složek*, [cit. 2016-03-13]. Dostupné na: <http://www.szpi.gov.cz/>

PAVELKOVÁ K., BUREŠOVÁ P., 2015: *Potravinová alergie, intolerance a přecitlivělost na potraviny*, [cit. 2016-02-25]. Dostupné na: <http://www.szpi.gov.cz/>

PETRŮ V., 2012: *Dětská alergologie*. Praha: Mladá fronta, s. 418 - 426

RAJAMOHAMED S. H., BOYE J. I., 2010: Processing Foods Without Peanuts and Tree Nuts, s. 289 - 332. In: *Allergen management in the food industry*, New York: Wiley, s. 593

SELL M., STEINHART H., PASCHKE A., 2005: Influence of maturation on the alteration of allergenicity of green pea (*Pisum sativum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, s. 1717 - 1722

SCHMIDT S., LINNEMANN J., 2016: *Orales Allergiesyndrom (OAS)* [cit. 2016-04-07]. Dostupné na: <http://www.allum.de/>

SCHUBERT - ULLRICH P., BAUMGARTNER S., 2010: Egg allergens, s. 213 - 222. In: *Chemical and biological properties of food allergens*. Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis, s. 413

STEINHOFF M., PASCHKE - KRATZIN A., 2011: Allergens in milk and eggs, s. 129 – 153. In: *Food allergens: analysis instrumentation and methods*. Boca Raton: Taylor & Francis, s. 205

STONE W. E., YEUNG J. M., 2010: Principles and practices for allergen management and control in processing, s. 145 - 166. In: *Allergen management in the food industry*, New York: Wiley, s. 593

SUKOVÁ I., 2011: *Prahové hodnoty alergenů* [cit. 2016-03-16]. Dostupné na: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/>

SZYMKIEWICZ A., 2010 a: Nut allergens, s. 267 - 280. In: *Chemical and biological properties of food allergens*. Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis, s. 413

SZYMKIEWICZ A., 2010 b: Peanut (*Arachis hypogea*) allergens, s. 259 - 266. In: *Chemical and biological properties of food allergens*. Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis, s. 413

ŠPIČÁK V., PANZNER P., 2004: *Alergologie*. Praha: Galen: Karolinum, 348 s.

TEUBER S. S., SATHE S. K., PETERSON W. R., ROUX K. H., 2002: Characterization of the soluble allergenic proteins of cashew nut (*Anacardium occidentale* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, s. 6543 - 6549

TEUBER S. S., DANDEKAR A. M., PETERSON W. R., SELLERS C. L., 1998: Cloning and sequencing of a gene encoding a 2S albumin seed storage protein precursor from English walnut (*Juglans regia*), a major food allergen. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 101, s. 807 – 814

TEUBER S. S., JARVIS K. C., DANDEKAR A. M., PETERSON W. R., ANSARI A., 1999: Identification and cloning of a complementary DNA encoding a vicilin - like proprotein, Jug r 2, from English walnut kernel (*Juglans regia* L.) a major food allergen. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 104, s. 1311 – 1320

WILLIAMS K. M., TRUCKSESS M. W., RAYBOURNE R. B., ORLANDI P. A., LEVY D., LAMPEL K. A., WESTPHAL C. D., 2012: Determination of food allergens and genetically modified components, s. 349 - 373. In: *Methods of analysis of food components and additives*. Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis, s. 513