



## Vědecký výbor pro potraviny

**Klasifikace:** Draft  *Pro vnitřní potřebu VVP*  
Oponovaný draft  *Pro vnitřní potřebu VVP*  
Finální dokument  *Pro oficiální použití*  
Deklasifikovaný dokument  *Pro veřejné použití*

**Název dokumentu:**

**Vliv zpracování potraviny na alergenicitu**

**Poznámka:**

Veřejně dostupný dokument VVP.

## Preambule

Vědecký výbor pro potraviny zahrnul do plánu na rok 2004 studii o vlivu zpracování potravin na alergenicitu. Studie navazuje na veřejně dostupný dokument Vědeckého výboru pro potraviny ALERG/2003/3/deklas: „Potravinová přecitlivělost: alergie a intolerance“. Cílem studie bylo podat základní informace o dané problematice a úrovni současných znalostí v této oblasti. Tyto informace a další výsledky výzkumu mohou ukázat cesty, jak snížit alergenicitu zavedením vhodných zpracovatelských postupů v potravinářském průmyslu, ale i účinnou domácí úpravou potravin samotným spotřebitelem s potravinovou alergií.

## Seznam členů Vědeckého výboru pro potraviny v abecedním pořadí:

J. Drápal, K. Ettlerová, J. Hajšlová, P. Hlúbik, M. Jechová, M. Kozáková, F. Malíř, V. Ostrý, J. Ruprich, J. Sosnovcová, V. Špelina, D. Winklerová.

## Seznam osob/institucí, které se podílely na přípravě podkladů:

Květa Ettlerová

## Klíčová slova:

Přecitlivělost, alergie, alergen, neoalergen, alergenicita, potravina

## Právní odpovědnost

Podle článku 1, odstavec 2, Statutu, Výbor nemá právní subjektivitu. Jeho závěry a usnesení mají charakter doporučení a signálních informací pro členy a sekretariát KS. Výbor sám proto nenese právní odpovědnost za jakékoli škody způsobené jako důsledek použití jeho závěrů a usnesení.

## © Vědecký výbor pro potraviny (reprezentovaný majoritou členů)

Všechna práva rezervována. Tento dokument Vědeckého výboru pro potraviny může být jako celek nebo jeho část reprodukován nebo překládán, pro nekomerční nebo komerční použití, pouze se souhlasem Vědeckého výboru pro potraviny (Státní zdravotní ústav, Palackého 3a, 612 42 Brno, tel/fax +420541211764, email: sekretariat@chpr.szu.cz). Další využití dokumentu není omezeno. Při citaci dokumentu by měl být vždy uveden kód publikace ze záhlaví tiskové strany. Za autory dokumentu se považují všichni členové Výboru bez určení prvního autora. Proto by měli být citováni všichni členové Výboru.

**Obsah:**

	<b>Kapitola</b>	<b>str.</b>
1.	Vysvětlení použitých zkratk a pojmů	4
2.	Souhrn	8
3.	Alergenicit a potravinové alergen	8
4.	Změna alergenicity při zpracování potravin	9
4.1	Skladování potravin	9
4.2	Mechanické postupy, izolace a čištění potravin	10
4.3	Tepelné zpracování	10
4.3.1	Podstata změn alergenicity vlivem tepelného zpracování	10
4.3.2	Dělení potravin podle odolnosti vůči tepelnému zpracování	10
4.3.3	Potravin rostlinného původu a tepelné zpracování	11
4.3.4	Potravin živočišného původu a tepelné zpracování	13
4.4	Fermentační a jiné postupy	15
4.5	Fyzikální a chemická konzervace	15
4.6	Genetická modifikace	15
5.	Vliv matrice na alergenicitu	16
6.	Závěr	16
7.	Literatura	17

## **1. Vysvětlení použitých zkratk a pojmů**

### **Seznam použitých zkratk:**

IgE	Imunoglobulin E.
Bet v 1	Hlavní alergen pylu břízy
LTP	Lipid transfer protein (lipidy přenášející protein)

### **Vysvětlení pojmů:**

#### **Antigen**

1.

Antigen je označení látky, nejčastěji bílkovinné povahy, která je schopna vyvolat specifickou imunitní odpověď.

#### **Alergen**

2.

Alergen je antigen schopný provokovat alergickou reakci, to znamená specifickou, abnormální (nadměrnou) imunitní reakci.

#### **Potravinový alergen**

3.

Potravinové alergeny jsou nejčastěji glykoproteiny o molekulové hmotnosti 5 – 70 kDa. Nejrizikovější alergeny se vyznačují vysokým stupněm odolnosti vůči tepelnému zpracování, vůči nízkému pH a enzymatické degradaci. Labilní alergeny nepatří k významným alergenům s výjimkou alergenů rostlinného původu zkříženě reagujících s pylem, které vyvolávají potíže po kontaktu se sliznicí dutiny ústní.

4.

U zdravých jedinců s nenarušenou střevní bariérou přechází asi 1 % potravinových alergenů z požitých potravin v nezměněné podobě do krve a může vyvolat imunitní odpověď.

5.

Alergizující potence jednotlivých bílkovin v potravinách je velmi odlišná. Rozdělujeme proto hlavní alergeny, které senzibilizují nejméně 50 % jedinců alergických na danou potravinu a vedlejší alergeny, které jsou příčinou alergických obtíží u menšího počtu alergiků.

#### **Atopie**

6.

Atopie je vrozená tendence k nadměrné produkci protilátek třídy IgE jako odpověď na nízké dávky alergenů, obvykle proteinů. Výsledkem je vznik alergického zánětu s rozvojem typických atopických onemocnění, kam patří průduškové astma, alergická rýma a zánět spojivek nebo atopický ekzém.

#### **Senzibilizace**

7.

Senzibilizace je proces, při kterém dochází na základě opakovaného kontaktu s alergenem k rozvoji abnormální imunitní reakce, nejčastěji k nárůstu hladin protilátek třídy IgE (imunoglobulin E). Tato protilátka se u zdravých jedinců nachází v neprokazatelném nebo stopovém množství.

## **Alergická reakce**

8.

Nejběžnější alergický mechanismus je reakce zprostředkovaná protilátkami třídy IgE (I. typ imunitní přecitlivělosti). Protilátky IgE, tvořené v procesu senzibilizace, se vážou na povrch tkáňových žírných buněk a krevních bazofilů (druh bílých krvinek). Po přemostění navázaných protilátek IgE alergenem se z žírných buněk a z bazofilů uvolní histamin a další mediátory alergické reakce. Tato fáze nastupuje velmi rychle, mluvíme proto o časně reakci. Uvolněný histamin a další mediátory mohou vyvolat kožní potíže (kopřivku, angioedém), příznaky na dýchacím systému (spasmus průdušek, otok hrdla, rýmu) a zažívací potíže (bolest břicha, průjem, zvracení). U těžkých reakcí dochází k postižení oběhového systému s poklesem krevního tlaku a s rizikem selhání oběhu. Po časně fázi reakce dochází k rozvoji alergického zánětu. Opakovaný kontakt s alergenem vede ke chronickému průběhu onemocnění, jako je průduškové astma, atopický ekzém, chronické zažívací potíže.

## **Anafylaktická reakce**

9.

Anafylaxe je těžká, život ohrožující reakce z přecitlivělosti. Postihuje často několik systémů současně: systém dýchací, trávicí, kožní a oběhový a projevuje se typicky kopřivkou, otoky, spastickou dušností s pískoty, dušením z neprůchodnosti horních cest dýchacích, bolestí břicha a poklesem krevního tlaku s poruchou vědomí. V nejzávažnějších případech dochází k selhání krevního oběhu. Anafylaktická reakce se vyznačuje rychlým nástupem a pokud není ihned podána léčba, někdy i přesto může vést k úmrtí v důsledku selhání krevního oběhu (nejtěžší formou je anafylaktický šok) nebo/a udušení vlivem otoku hrdla či těžkého spasmu průdušek. Anafylaktická reakce je nejčastěji zprostředkována IgE protilátkami. V širším slova smyslu může být anafylaxe vyvolána i jiným alergickým nebo nealergickým mechanismem. U potravinové anafylaxe je příčinou potravinová (potravinový alergen, popřípadě jiná složka potravin či potravinářského výrobku).

## **Potravinová přecitlivělost**

10.

Potravinová přecitlivělost způsobuje objektivně reprodukovatelné příznaky, provokované expozicí definované potravině (potravinovým alergenům a/nebo jiným složkám potravin či potravinářského výrobku) v dávce tolerované zdravými jedinci.

11.

Potravinovou přecitlivělost dělíme na potravinovou alergii a nealergickou potravinovou přecitlivělost.

## **Potravinová alergie**

12.

Potravinová alergie je přecitlivělost spuštěná imunitním mechanismem. Patří sem především protilátkami IgE zprostředkovaná potravinová alergie. Protilátky třídy IgE, specifické pro potravinové antigeny, se u zdravého jedince nevyskytují nebo jen ve stopovém množství. Viz pojem alergická reakce.

13.

Jiné patogenetické mechanismy potravinové alergie jsou nazývány „non IgE“ potravinová alergie. Předpokládaným mechanismem „non IgE“ potravinové alergie je hlavně pozdní, buňkami zprostředkovaná alergie (IV. typ imunitní přecitlivělosti), která se vyznačuje pozvolným nástupem

reakce po požití potravin (hodiny až dny) a pravděpodobně má význam u chronických obtíží, hlavně kožních a zažívacích.

### **Nealergická potravinová přecitlivělost (potravinová intolerance)**

14.

Nealergická přecitlivělost je přecitlivělost, u které nejsou zapojeny imunitní mechanismy. Dosud se běžně pro nealergickou potravinovou přecitlivělost používalo označení potravinová intolerance. Nealergickým mechanismem potravinové přecitlivělosti může být metabolický defekt, např. nedostatečnost enzymů odbourávajících jednotlivé složky potravin. Nejčastějším příkladem je intolerance laktózy. Jiným mechanismem nealergické potravinové přecitlivělosti je nadměrná reaktivita na látky s farmakologickým účinkem, které se přirozeně vyskytují v potravině. Mezi tyto látky patří biogenní aminy (histamin, tyramin, fenyletylamin, serotonin, dopamin), dále metylxantiny (kofein, teobromin, teofylin) a etanol. V mnoha případech nealergické potravinové přecitlivělosti je patogenetický mechanismus neznámý.

### **Zkřížené reakce**

15.

Zkřížená reakce je jev, při kterém IgE protilátky, vytvořené proti určitému alergenu, reagují na základě podobnosti v sekvenci aminokyselin s alergenem jiným. Zkřížená reakce se může projevovat mezi potravinami, ale i mezi potravinou a inhalačním alergenem (pyl, roztoči) nebo latexem a potravinou.

16.

Mezi alergeny, které mají na svědomí zkřížené reakce patří profiliny, Bet v 1 homologní alergeny a alergeny typu LTP, popsané níže v textu. V důsledku jejich rozšířeného výskytu v různých živočišných a rostlinných druzích se nazývají panalergeny. Jiným příkladem takových alergenů je parvalbumin, který vyvolává zkříženou reakci na alergeny ryb, dále tropomyosin, který způsobuje zkříženou reakci na alergeny korýšů, měkkýšů, roztočů a dalších organismů.

17.

Zkřížená reaktivita se může projevovat klinicky, mluvíme pak o zkřížené alergii nebo je klinicky nemá a projevuje se pouze pozitivitou v diagnostických testech (kožní testy, laboratorní metody stanovení specifického IgE).

### **Profiliny**

18.

Profiliny jsou obecně se vyskytující nízkomolekulární proteiny (15 kDa), které se uplatňují při polymeraci aktinu a jeho odpovědi na signály předávané mezi buňkami. Vyskytují se v širokém spektru rostlin. Mají na svědomí zkříženou reakci mezi pylem celé pylové sezony (pyl stromů, trav i plevelů) a potravinami (ovoce, zelenina a koření).

### **Bet v 1 homologní alergeny**

19.

Tyto alergeny patří mezi bílkoviny, které chrání rostlinu před poškozením patogenními mikroorganismy. Hlavním zástupcem této skupiny alergenů je hlavní alergen pylu břízy Bet v 1 a dále sem patří homologní alergeny v ovoci a zelenině. Jsou zodpovědné za zkříženou reakci mezi pylem břízy a lískovými ořechy, jablkem, mrkví, celerem a dalšími potravinami.

**Lipidy přenášející proteiny (Lipid transfer proteins - LTPs)**

20.

Tyto bílkoviny patří mezi ochranné proteiny, chrání rostlinu proti poškození patogenními mikroorganismy. Vyskytují se v širokém spektru potravin rostlinného původu a mají na svědomí zkříženou reakci mezi nimi (broskev, kukuřice, obilí, sezamová semena, ořechy, kiwi atd.). Do těchto zkřížených reakcí zpravidla nejsou zahrnuty pyly.

**Označování alergenů**

21.

Alergeny jsou označovány zkratkou odvozenou z názvu botanického nebo zoologického druhu. Z prvního slova druhového jména jsou vzata první tři písmena, z druhého slova jedno písmeno a následuje pořadové číslo alergenů. Např.: Bet v 1 je hlavní alergen pylu břízy *Betula verrucosa* s pořadovým číslem 1.

**Maillardova reakce**

22.

Maillardova reakce je soubor chemických reakcí redukcujících sacharidů s aminosloučeninami. V průběhu těchto reakcí vzniká řada velmi reaktivních karbonylových sloučenin, které reagují vzájemně a také s přítomnými aminosloučeninami (tzv. neenzymatické hnědnutí potravin).

**Genetická modifikace**

23.

Genetická modifikace je cílená změna dědičného materiálu spočívající ve vnesení cizorodého dědičného materiálu do dědičného materiálu organismu nebo vynětí části genetického materiálu z organismu způsobem, kterého se nedosáhne přirozenou rekombinací.

# Vliv zpracování potravin na alergenicitu

## 2. Souhrn

24.

V posledním desetiletí dochází v rozvinutých průmyslových státech k nárůstu potravinových alergií se závažnými klinickými projevy. Tyto nejzávažnější reakce jsou v centru pozornosti nejen lékařů kliniků, ale také výzkumníků a odborníků, kteří se zaměřují na bezpečnost potravin produkovaných potravinářským průmyslem. Potvrzuje se, že zpracování potravin v potravinářském průmyslu, zavádění nových zpracovatelských technologií a způsob domácí přípravy pokrmu ovlivňuje alergenicitu potravin. Může jít o jeden z faktorů, který se podílí na nárůstu prevalence potravinových alergií.

25.

Konkrétní příklady ukazují, že neexistuje žádné všeobecně platné pravidlo ovlivnění alergenicity pro jednotlivé zpracovatelské postupy, které by bylo možné vztáhnout na všechny druhy potravin. Vysoká teplota může vést v jednom případě ke ztrátě alergenicity, v druhém případě ke vzniku nových alergenů, tzv. neoalergenů. Pro výsledný efekt je důležité, na jaké konkrétní alergeny v dané potravíně je jedinec senzibilizován, jaké vlastnosti (termostabilita, atd.) tyto alergeny mají a jak se do alergenicity promítne interakce alergenu (bílkoviny) s ostatními složkami v potravíně. Stejně tak je pro alergenicitu důležité, jak jsou alergeny v potravíně odolné vůči extrémnímu prostředí (pH, enzymy) v trávicím traktu.

26.

Informace uvedené v textu je třeba vnímat jako úvod do problematiky, umožňující představu o složitosti těchto otázek a shrnující některé již známé výsledky. Úroveň znalostí v této oblasti je v počátcích a úkolem dalšího výzkumu je podat kompletnější informace s dopadem na postupy při výrobě potravin i na chování samotného spotřebitele s potravinovou alergií.

## 3. Alergeničita a potravinové alergeny

27.

Pojem "alergeničita" zahrnuje jednak schopnost určité potravině nebo složky potravině senzibilizovat jedince a jednak vyvolat alergickou odpověď u jedince již senzibilizovaného. Základní imunoreaktivní strukturou, která je schopna senzibilizace a následné provokace alergické reakce je alergen. Potravinové alergeny jsou většinou glykoproteiny s molekulovou hmotností 5-70 kDa, s různými fyzikálně chemickými vlastnostmi. Teoreticky se každá bílkovina může stát alergenem. Ve skutečnosti se alergeničita jednotlivých bílkovin, potažmo potravin, velmi odlišuje. Je známo, že nejzávažnější alergické reakce jsou na potravinové alergeny s vysokou odolností vůči tepelnému zpracování, vůči enzymatické proteolýze a změnám pH, tedy vůči trávení. V úvahu je třeba vzít skutečnost, že každá potravina obsahuje více alergenů. Přitom jen málo potravin má v současné době definovanou skladbu alergenů, jejich strukturu a vlastnosti. Podle výsledků projektu EU s názvem PROTALL (FAIR-PL98-4356, 2002) lze např. všechny rostlinné proteiny rozdělit do tří podtříd podle účelu v rostlině. Strukturální a metabolické slouží k výstavbě těla rostliny, ochranné proteiny slouží k ochraně rostliny před škůdci a zásobní proteiny, které slouží jako zásoba např. pro klíčení semen. Zdá se, že většina alergenů patří právě mezi ochranné nebo zásobní proteiny. Další studium odhalilo, že z hlediska



chemické struktury tyto alergeny patří především do skupiny prolaminů a cupinů. K pochopení dalších detailů a vztahů je však ještě dlouhá cesta. Jedinec, který je alergický na danou potravinu, je většinou senzibilizován vůči více alergenům současně a spektrum zapojených alergenů se liší u jednotlivých jedinců či u určité definované populace alergické na danou potravinu (např. populace pylových alergiků). Je však známo, že některé alergeny senzibilizují více než 50 % jedinců alergických na danou potravinu (jde o tzv. hlavní alergeny) a některé se uplatňují méně často.

#### **4. Změna alergenicity při zpracování potravin**

28.

Potravinové alergeny mohou během tepelného i netepelného zpracování v potravinářském průmyslu, během skladování a během úpravy potravin doma podléhat změnám, které mohou vést ke změně alergenicity. Změna může být ve smyslu redukce alergenicity v důsledku inaktivace a destrukce alergenu nebo mohou ve zpracované potravíně vznikat nové alergeny, tzv. neoalergeny. Neplatí žádná všeobecně platná pravidla pro všechny potraviny a pro určitý zpracovatelský postup. Tyto změny jsou velmi komplexní a nejsou snadno předvídatelné. Vliv technologií na odstranění nebo snížení množství alergenů je spojen s odstraněním či narušením aktivních míst alergenních proteinů, které se nazývají epitopy. Obecně lze využít tři základní postupy: odstranění epitopů (např. loupáním broskví se podstatně sníží obsah některých alergenů), narušení epitopů (např. tepelný záhřev nebo enzymatické štěpení vyvolá změnu epitopu tak, že se sníží alergenní potenciál) a konečně tzv. maskování epitopů (např. zablokování epitopů navázáním jiné látky).

29.

Pozornost se zaměřuje zvláště na potraviny, které se ukázaly nejrizikovější z pohledu alergenního potenciálu. Směrnice Evropské komise (Directive 2003/13/EC [4])<sup>1</sup>, která se týká označování potravin, zahrnuje seznam potravin, které nejčastěji senzibilizují a vyvolávají nejzávažnější alergické reakce. Přítomnost těchto potravin je nutné označit na obalu bez ohledu na jejich množství. Na seznamu jsou uvedeny vedle jediné přídatné látky (oxid siřičitý a siřičitany) tyto potraviny: obiloviny obsahující gluten, koryši, vejce, ryby, arašidy, sójové boby, mléko, ořechy, celer, hořčičná a sezamová semena. Kromě tohoto spektra alergizujících potravin je v naší zeměpisné oblasti věnována pozornost nárůstu alergie na ovoce a zeleninu, zvl. u pylových alergiků. U posledně jmenované skupiny potravin není problémem ani tak závažnost reakcí jako častost těchto alergií.

##### **4.1 Skladování potravin**

30.

Doba a podmínky skladování mohou ovlivnit zastoupení alergenů v potravíně. Např. se zjistilo, že relativní množství hlavního alergenu jablka se zvýšilo během dozrávání a třítýdenním skladování při teplotě 4 °C.

---

<sup>1</sup> V ČR by zákonná úprava měla být zapracována do vyhlášek souvisejících se značením potravin podle zákona č. 110/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

## **4.2 Mechanické postupy, izolace a čištění potravin**

31.

Mechanické postupy, jako jsou rozbíjení, krájení, drcení, míchaní mohou způsobit rozrušení bílkovinných agregátů nebo oxidaci bílkovin. Při těchto změnách nelze vyloučit změnu alergenicity. Detailněji byla zkoumána homogenizace kravského mléka. Vliv homogenizace na změnu alergenicity kravského mléka však nebyl prokázán.

32.

Loupání a odstraňování slupek u jablek a broskví vede ke snížení alergenicity, protože nejvíce alergenů je obsaženo pod slupkou.

33.

Ke změně alergenicity vedou postupy, při kterých je odstraněna část proteinů a tedy alergenů od základní potraviny (např. oddělení syrovátky při výrobě tvarohu).

34.

Alergenicitá olejů velmi záleží na použité technologii a stupni izolace. Za studena lisované oleje obsahují bílkoviny a jsou pro alergiky rizikové. Vysoce rafinované oleje jsou alergickými jedinci snášeny bez alergických projevů.

## **4.3 Tepelné zpracování**

### **4.3.1 Podstata změn alergenicity vlivem tepelného zpracování**

35.

Tepelné zpracování zahrnuje např. sušení, odpařování, zahřívání (vaření, pečení, grilování, pražení), působení horké páry, pasterizaci, sterilizaci, ale i chlazení a mražení. Působením tepla dochází ke změnám imunoreaktivity v důsledku významné změny proteinů. Dochází ke ztrátě struktury bílkoviny (denaturace), vznikají změny na vedlejších řetězcích aminokyselin, dochází k tvorbě agregátů, objevují se chemické změny včetně interakcí mezi bílkovinami, cukry a lipidy. Neplatí všeobecná pravidla vlivu tepelného zpracování na alergenicitu potraviny. Může dojít jak ke snížení alergenicity, tak k nárůstu v důsledku vzniku neoalergenů. Předpokládá se, že neoalergeny jsou často produktem Maillardovy reakce, při které reagují aminokyseliny s cukry během neenzymatického hnědnutí potravin. Hlubší porozumění těmto tepelně indukovaným chemickým změnám je důležité pro kroky směřující k zavedení opatření k minimalizování alergenního rizika potravinových výrobků.

### **4.3.2 Dělení potravin podle odolnosti vůči tepelnému zpracování**

36.

Potraviny jsou podle převažujícího chování vůči tepelnému zpracování považovány za víceméně tepelně stabilní (kravské mléko, vejce, ryby, arašíd), zatímco jiné za částečně labilní (sója, obilí, celer, ořechy) nebo labilní (mrkev, jablko, třešně švestky, meruňky, atd.). Jak je ukázáno níže, neplatí toto dělení absolutně. Konečný efekt tepelného zpracování určité potraviny na provokaci alergické reakce závisí na stabilitě alergenů, vůči kterým je konkrétní jedinec senzibilizován a na intenzitě tepelného podnětu.

### 4.3.3 Potravinový rostlinného původu a tepelné zpracování

37.

Potravinové alergeny se dělí na alergeny I. a II. třídy. Potravinové alergeny I. třídy jsou tradiční alergeny, které senzibilizují cestou přes trávicí trakt. Jde většinou o alergeny odolné vůči tepelnému zpracování, enzymům a extrémnímu pH v trávicím traktu. Takové alergeny provokují často závažné anafylaktické reakce.

38.

Potravinové alergeny II. třídy senzibilizují jedince cestou inhalační. Typickým zástupcem těchto alergenů jsou alergeny podobné pylovým alergenům. Primárně dojde k senzibilizaci na pylové alergeny inhalační cestou a následně, na základě podobnosti pylového alergenu s alergenem v potravinách, dojde ke klinické manifestaci potravinové alergie po požití potravin. Mluvíme o tzv. zkřížené alergii s pylovými alergeny. Příkladem alergenů II. třídy jsou profiliny a alergeny podobné (homologní) s hlavním alergenem pylu břízy označeného Bet v 1 (Bet v 1 homologní alergeny). Tyto potravinové alergeny podobné alergenům pylovým se nacházejí v širokém spektru potravin rostlinného původu. Typickým příkladem zkřížené alergie je alergie na jablko, mrkev, celer a lískový ořech u jedinců alergických na pyl břízy. Alergeny zkříženě reagující s pylem jsou labilní vůči tepelnému zpracování. Navíc rychle a významně podléhají degradaci vlivem enzymů v trávicím traktu a jen zřídka vyvolávají závažnější celkové alergické reakce. Klinické projevy se většinou omezují na sliznicí dutiny ústní (svědění, otok) po kontaktu se syrovou, tepelně nezpracovanou potravinou. Tento typ zkřížené alergie s pylem je velmi rozšířený v našich zeměpisných podmínkách, v oblasti střední i severní Evropy, zatímco alergická populace zemí kolem Středozemního moře je velmi často senzibilizována na jiný druh alergenů v ovoci a zelenině a vůbec v potravinách rostlinného původu. Jde o tzv. LTPs (lipid transfer proteins, lipidy přenášející proteiny), který se řadí k alergenům I. třídy.

39.

Alergeny typu LTP, na rozdíl od alergenů homologních s pylovými alergeny, jsou odolné vůči tepelnému působení a jsou odolné vůči degradaci proteolytickými enzymy během trávení. Pokud je jedinec senzibilizován na takový alergen, proběhne alergická reakce i po požití tepelně upravené potravin a jedná se často o velmi závažné reakce. Tento jedinec musí velmi přísně vyloučit potraviny, i tepelně zpracované, z jídelníčku.

40.

Odolnost alergenů typu LTP vůči tepelnému zpracování dokládají některé studie:

V klinické studii s jedinci alergickými na broskev bylo potvrzeno, že pokud byl jedinec senzibilizován na LTP, tento alergenní potenciál broskve nebyl změněn ani tepelným ošetřením broskve při 121°C. Vazba IgE protilátek na všechny ostatní alergeny v broskvi byla tímto tepelným ošetřením zrušena.

41.

Jiná studie hodnotila vliv tepelného zpracování na alergenicitu kukuřice u jedinců s prodělanou anafylaktickou reakcí. Po působení teploty 100 °C po dobu 160 min nedošlo ke změně imunoreaktivit LTP v kukuřici. Senzibilizace na LTP je tedy nejpravděpodobnější příčinou těžké anafylaktické reakce na syrovou i vařenou kukuřici. Zkoumáno bylo pět hybridů kukuřice pěstovaných v různých oblastech světa se stejným negativním výsledkem.

## **Ořechy**

42.

Lískové ořechy patří k nejčastějším příčinám závažné alergické reakce. Přitom se nacházejí často ve skryté formě v různých potravinářských výrobcích. Otázka bezpečnosti pro alergického spotřebitele je zde velmi důležitá.

43.

Hlavní alergen lískového ořechu patří do skupiny Bet v 1 homologních alergenů. Vedle tohoto hlavního, termolabilního alergenu, obsahuje lískový ořech jiné alergeny, které jsou odolnější a odolné vůči tepelnému působení. Ve studiích bylo zjištěno, že alergenita lískového ořechu byla zredukována pražením (140 °C po dobu 40 min). Redukována je zvláště alergenita alergenů příbuzných s pylovými alergeny (Bet v 1 homologní alergeny a profiliny). Nicméně určitá zbytková imunoreaktivita těchto alergenů zůstává a je významné, že asi u 30 % pylových alergiků alergických na lískový ořech přetrvávají klinické projevy alergie i na pražený lískový ořech.

44.

Podobný závěr platí pro vlašský ořech, který obsahuje jak tepelně odolné alergeny (zásobní proteiny semen), tak termolabilní alergeny příbuzné s pylovými.

## **Arašídý**

45.

Arašídý jsou v rozvinutých, průmyslových státech nejvýznamnějším rizikem pro potravinové alergie. Přecitlivělost na ně narůstá a jsou nejčastější příčinou úmrtí po požití alergickým jedincem.

46.

Hlavní alergeny arašídů patří k zásobním proteinům semen, které se vyznačují odolností vůči tepelnému zpracování a vlivem tepelného podnětu nedochází k redukci jejich alergenit. Navíc jde o alergeny odolné vůči enzymatické degradaci v trávicím traktu.

47.

V kontrastu s účinkem pražení na alergenitu lískového ořechu, kdy dochází k významné redukci alergenit, jsou výsledky studií s arašídý. Alergenita arašídů při pražení vzrůstá. Za tento jev je zodpovědný vznik neoalergenů při Maillardově reakci. Při pražení se také zvyšuje odolnost vůči degradaci trávicími enzymy. Zajímavé je, že tepelné působení při nižších teplotách (100 °C, 120 °C) alergenitu arašídů neovlivnilo. To zřejmě vysvětluje, proč výskyt alergie na arašídý závisí na dietních zvycích a na způsobu úpravy arašídů v různých oblastech. V oblastech (Afrika), kde jsou arašídý velmi často v jídelníčku, ale jsou upravovány vařením, není alergie na arašídý častá, na rozdíl od zemí západní Evropy a USA, kde se konzumují arašídý pražené.

## **Sója**

48.

Sója se řadí k potravinám s významným alergizujícím účinkem. Obsahuje jak alergeny stabilní vůči tepelnému zpracování a vůči enzymatické degradaci (alergeny I. třídy), tak alergeny II. třídy zkříženě reagující s pylovými alergeny (Bet v 1 homologní alergeny a profiliny). Podobně jako u pražených lískových ořechů a vařeného celeru, byla i u sóji popsána zbytková alergenita u jedinců alergických na pyl, dokonce i tehdy, když byli senzibilizováni výhradně na labilní alergen (Bet v 1 homologní alergen) a sója byla vařena 2 hodiny. Sója vařená 4 hodiny, pražená sója a fermentované výrobky (miso, sójová omáčka) neobsahovaly již žádný alergen příbuzný s Bet v 1, v tofu byla nalezena nízká hladina, ale v sójových nápojích vyrobených na bázi izolace proteinů

byl obsah tohoto alergenu vysoký. Z toho lze vyvodit, že jedinci alergičtí na pyl břízy jsou vystaveni většímu riziku senzibilizace na sóju, pokud konzumují výrobky na bázi izolovaných proteinů, které jsou nedostatečně tepelně zpracovány. Riziko, že dojde k nárůstu alergie na sóju je reálné vzhledem k určitému příklonu k asijské kuchyni a vzhledem k zvyšujícímu se využití nutriční hodnoty sójových bílkovin. Potravinová výroba by v tomto případě mohla zredukovat riziko intenzivnějším tepelným ošetřením.

49.

Schopnost bílkovin sóji agregovat a vytvořit gel po zahřátí je využívána v potravinářském průmyslu, změna alergenicity spojená s těmito postupy však nebyla studována.

### **Celer**

50.

Na seznamu potravin s významnou alergenicitou, zvláště v evropských zemích, je celer. Celer je široce používán jak syrový, tak vařený, a to mnohdy ve skryté formě v omáčkách, polévkách a kořenících směsích. Alergie na celer je často projevem zkřížené alergie s pylem, zvláště s pylem břízy a pylem plevelů. Ukázalo se, že jedinci alergičtí na celer a pyl břízy jsou přednostně senzibilizováni na alergen labilní vůči teplu (Bet v 1 homologní alergen) a jedinci alergičtí na pyl plevelů a celer jsou senzibilizováni na tepelně poněkud odolnější alergen (profilin). Po 10 minutách varu při 100 °C zmizely vazby IgE s Bet v 1 homologním alergenem, přetrvávaly s profilinem. Ty zmizely až po 30 min varu při 100 °C. Žádné neoalergeny při tepelné úpravě nevznikaly, to znamená, že nebylo zjištěno, že by někdo reagoval na tepelně upravený celer a přitom by nereagoval na syrový celer. Většina jedinců reagujících na vařený celer reagovala na celer i po intenzivním zahřátí na 100 °C po dobu 76 minut. Studie prokázaly, podobně jako u lískového ořechu, že vlivem vaření nebo mikrovlnného záření si celer ponechává určitou alergenicitu a to i u jedinců, kde alergie na celer je výrazem zkřížené alergie s pylem břízy.

51.

U testů zaměřených na koření, které obsahuje sušený a rozmělněný celer, bylo zjištěno, že všichni jedinci alergičtí na celer měli v provokačních testech s kořením reakci srovnatelnou se syrovým celerem. To znamená, že komerčně použitý celerový prášek není bezpečný pro pacienty, kteří reagují na syrový celer. Všechny nejdůležitější alergeny byly v tomto materiálu zachovány.

### **Obilí**

52.

Důležitými alergeny v obilí jsou zásobní proteiny semen (prolaminy), které jsou odolné vůči tepelnému působení a zachovávají si alergenní aktivitu po pečení v chlebu i po vaření v těstovinách. Jsou navíc odolné vůči proteolytickým enzymům. Právě tyto alergeny jsou zodpovědné za nejzávažnější reakce vázané na požití obilné mouky v kombinaci s následnou tělesnou námahou.

53.

V ječmeni byly popsány rezistentní alergeny typu LTP. Tyto alergeny se nemění při vaření piva a jsou jednou z příčin alergických reakcí na pivo.

#### **4.3.4 Potravin y živočišného původu a tepelné zpracování**

54.

Hlavní alergeny potravin živočišného původu jsou typickými alergeny I. třídy, které senzibilizují přes trávicí trakt a všeobecně se vyznačující odolností vůči zevním vlivům.

## **Kravské mléko a mléčné výrobky**

55.

Kravské mléko je příčinou potravinových alergií vázaných zvláště na dětský věk. Hlavními alergeny kravského mléka jsou kaseiny obsažené v mléčné sraženině a  $\alpha$ -laktalbumin a  $\beta$ -laktoglobulin obsažené v syrovátce. Další alergeny, které se uplatňují méně často, jsou alergeny syrovátky: imunoglobuliny a bovinní sérový albumin. U 82 % jedinců alergických na kravské mléko byla zjištěna přecitlivělost na  $\beta$ -laktoglobulin, u 43 % na  $\alpha$ -laktalbumin a u 18 % na bovinní sérový albumin. Tak jako u jiných potravin platí i u jedinců alergických na kravské mléko, že jsou většinou přecitlivělí na několik alergenů současně. Odolný vůči tepelnému působení je  $\alpha$ -laktalbumin a kasein,  $\beta$ -laktoglobulin a sérový albumin patří k termolabilním alergenům.

56.

Bylo zjištěno, že pasterizované mléko (několik sekund při 60-70 °C) nezměnilo alergenní potenciál. Rovněž teploty používané při odpařování a sušení nevedly k redukci alergenicity. Stejně tak zahřátí mléka na 100 °C po dobu 2-5 minut. K významné redukci došlo až po 10 minutách zahřátí na teplotu 100 °C. Nedošlo však k úplné eliminaci alergenicity. Při působení ještě vyšších teplot je naopak riziko zvýšené alergenicity  $\beta$ -laktoglobulinu v důsledku vzniku neoalergenů při Maillardově reakci s mléčným cukrem laktózou.

57.

Alergeny kravského mléka se liší také citlivostí vůči trávicím proteolytickým enzymům. V laboratorních pokusech byla prokázána vysoká stabilita  $\beta$ -laktoglobulinu vůči působení pepsinu při pH 1,2 (napodobuje prostředí v žaludku) v kontrastu s kaseiny, které byly kompletně hydrolyzovány po 2 minutách a  $\alpha$ -laktalbuminem, který byl degradován po 30 sekundách. Sérový albumin je tepelně labilní, ale odolný vůči enzymům.

58.

Při výrobě sýrů se uplatňuje řada výrobních postupů, které mohou vyvolat změnu proteinů, navíc dochází k oddělení syrovátkové frakce. Alergenní potenciál sýrů nebyl přesněji zhodnocen, ale je známé, že řada jedinců alergických na kravské mléko má alergickou reakci i po požití sýrů.

59.

Jsou hlášeny alergické reakce na řadu pekařských výrobků, čokoládu, uzenu, do kterých byla přidána mléčná bílkovina. I zde zůstala zachována alergenicita, přestože bílkoviny prošly různými zpracovatelskými technikami. Možnost získání hypoalergenního mléka pro kojeneckou výživu je popsána v kapitole 4.4, odstavec 65.

## **Maso**

60.

Hovězí maso obsahuje opět řadu alergenů s různými fyzikálně chemickými vlastnostmi. Někteří alergičtí jedinci prodělali anafylaktickou reakci na krátce, zprudka opečené maso, ale tolerovali dobře propečené maso. Jiní reagovali alergickou reakcí i na dobře propečené maso.

61.

Alergie na maso vepřové, drůbeží, ale i hovězí se vyskytuje pouze ojediněle. Vlivu zpracovatelských postupů na alergenicitu vepřového a drůbežího masa nebyla zatím věnována pozornost. Lze předpokládat podobné výsledky jako u masa hovězího.

## **Vejsce**

62.

K významným zdrojům alergenů patří vejce. Vaječný bílek má silnější alergizující účinek než vaječný žloutek. Hlavními alergeny vaječného bílku jsou ovomukoid, který je relativně rezistentní vůči teplotě a trávicím enzymům a ovalbumin, ovomucin a lysozym, které jsou relativně citlivé vůči těmto vlivům. Vzhledem k tomu, že dominantním alergenem u jedinců alergických na vejce je termostabilní ovomukoid, většina alergických jedinců reaguje i na tepelně upravené vejce.

## **Ryby a ostatní vodní živočichové**

63.

Ryby a ostatní vodní živočichové patří k významným příčinám i závažných alergických reakcí. Hlavní alergeny ryb (parvalbumin), korýšů a měkkýšů (tropomyosin) jsou převážně termostabilní a odolné vůči enzymatické degradaci. Při tepelné úpravě nedochází ke ztrátě alergenicity.

## **4.4 Fermentační a jiné postupy**

64.

Postupy zahrnující fermentaci, přidávání enzymů se používají např. při zpracování masa, při výrobě chleba a ovocných šťáv. Enzymy mohou jednak vést k degradaci k enzymům citlivých alergenů a ke snížení alergenicity, ale na druhou stranu technologicky neodstranitelné stopy samotných enzymů mohou být zdrojem potenciálních alergenů.

65.

Hydrolyza proteinů vede k významné redukci alergenicity. Rozhodující je stupeň hydrolyzy. V současné době tento postup slouží k přípravě hypoalergenních potravin ke kojenecké výživě, zvl. na bázi hydrolyzy mléčných, popřípadě sójových proteinů. Přípravky vyrobené na bázi extenzivní hydrolyzy mléčných proteinů mají vysoký bezpečnostní profil pro děti alergické na kravské mléko, výjimečně se však i na ně může vyskytnout alergická reakce. Přípravky s částečně hydrolyzovanou mléčnou bílkovinou si ponechávají značnou alergenicitu, u dětí alergických na mléko jsou kontraindikovány.

## **4.5 Fyzikální a chemická konzervace**

66.

Fyzikální a chemická konzervace (sůl, cukr, úprava pH, přídatné látky, alkohol, ozáření) a další postupy jako barvení, bělení, emulzifikace, atd. nevyklučují změny vedoucí ke změnám alergenicity.

## **4.6 Genetická modifikace**

67.

Geneticky modifikované odrůdy rostlin a z nich vyprodukované potraviny se postupně stávají běžnou součástí našeho jídelníčku. Hodnocení potenciální alergenicity patří k velmi důležitým bodům posouzení bezpečnosti potravin na bázi geneticky modifikovaných organismů. Je třeba zabránit vnesení nových alergenů do potravin. Na druhou stranu jsou metody genového inženýrství slibným postupem pro výrobu bezalergenních či hypoalergenních potravin.

## **5. Vliv matrice na alergenicitu**

68.

Na základě výsledku studií z posledních let se zjistilo, že pro alergenicitu určitého alergenu je důležitý nejen způsob zpracování a intenzita tepelného a jiného podnětu, ale důležitá je i matrice, v které je alergen zpracováván. Například se ukázalo, že při nižším obsahu tuku ve směsi použité k provokačním testům s arašídou, došlo k závažnějším reakcím než při vyšším obsahu tuku.

## **6. Závěr**

69.

Je zvažováno, že konzumace potravin vyráběných stále novými recepturami a zpracovatelskými technologiemi by mohla být jednou z příčin nárůstu potravinových alergií, zvláště v průmyslově vyspělých zemích. Vedle významu struktury a fyzikálně chemických vlastností bílkoviny pro alergenicitu je třeba odpovědět na řadu dalších otázek: jaký význam má potravinová matrice pro alergenicitu proteinu a pro uvolnění alergenu z potraviny v zažívacím traktu, dále jaký je vliv ostatních složek potraviny – lipidů, polysacharidů na alergenicitu proteinu, jak se projeví vliv zpracování potraviny v komplexu těchto interakcí, jak se uplatní vliv extrémních podmínek v trávicím traktu (pH, enzymy). Objasnění všech těchto vazeb může nejen vysvětlit nárůst prevalence potravinové alergie, ale také vést k opatřením, které zastaví tento nárůst cestou změny zpracovatelských postupů v potravinové výrobě a změn v chování alergického jedince nebo jedince dědičně disponovaného k alergii. Mimo to, nové poznatky směřují ke zkvalitnění života jedinců s potravinovou alergií pomocí výroby hypoalergenních potravin. Dosud jsou tyto jedinci odkázáni na vyloučení potraviny z jídelníčku. V současné době jsou na trhu hypoalergenní mléčné přípravky vyrobené na bázi hydrolýzy proteinů, určené pro kojeneckou výživu, popřípadě bezlepkové potraviny. Nadějně se pro jedince s potravinovou alergií jeví produkce bezalergenních nebo hypoalergenních potravin, z kterých byl odstraněn gen pro alergen metodami genového inženýrství.



## **7. Literatura**

Citace literatury není zpracována podle normy ČSN ISO 690 z r. 1996.

1. Ballmer-Weber BK, Hoffmann A, Wüthrich B, Lüttkopf D, Pompei C, Wangorsch A, Kästner M, Vieths S: Influence of food processing on the allergenicity of celery: DBPCFC with celery spice and cooked celery in patients with celery allergy. *Allergy* 2002; 57: 228-235.
2. Bannon GA: What makes a food protein an allergen? *Current Allergy Asthma Rep* 2004; 4: 43-46
3. Cooke SA, Sampson HA: Allergenic Properties of Ovomuroid in Man. *The Journal of Immunology* 1997; 159: 2026-2032.
4. Directive 2003/13/EC of the European Parliament and of the Council of 10 November 2003 amending Directive 2000/13/EC as regards indication of the ingredients present in foodstuffs.
5. Grimshaw KE, King RM, Nordlee JA, Hefle SL, Warner JO, Hourihane JO: Presentation of allergen in different food preparations affects the nature of the allergic reaction – a case series. *Clin Exp Allergy* 2003; 33: 1581-1585.
6. Hansen KS, Ballmer-Weber BK, Lüttkopf D, Skov PS, Wüthrich B, Bindskey-Jensen C, Vieths S, Poulsen LK: Roasted hazelnuts - allergenic activity evaluated by double-blind, placebo-controlled food challenge. *Allergy* 2003; 58: 132-138.
7. Internetové stránky: Protall Database, [www.ifr.bbsrc.ac.uk/protall](http://www.ifr.bbsrc.ac.uk/protall)
8. Maleki SJ: Food processing: effects on allergenicity. *Cur Opin Allergy Clin Immunol* 2004; 4: 241-245.
9. Mittag D, Vieths S, Vogel L, Becker WM, Rihs HP, Helbling A, Wüthrich B, Ballmer-Weber BK: Soybean allergy in patients allergic to birch pollen: Clinical investigation and molecular characterization of allergens. *J Allergy Clin Immunol* 2004; 113: 148-154.
10. Paschke A, Besler M: Stability of bovine allergens during food precessing. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2002; 89(Supp): 16-20.
11. Pastorello EA, Pompei C, Pravettoni V, Farioli L, Calamari AM, Scibilia J, Robino AM, Conti A, Iametti S, Fortunato D, Bonomi S, Ortolani C: Lipid-transfer protein is the major maize allergen maintaining IgE-binding activity after cooking at 100 °C, as demonstrated in anaphylactic patients and patients with positive double-blind, placebo-controlled food challenge results. *J Allergy Clin Immunology* 2003; 112: 775-783.
12. Urisu A, Ando H, Morita Y, Wada E, Yasaki T, Yamada K, Komada K, Torii S, Goto Masahiro, Wakamatsu T: Allergenic activity of haeted and ovomucoid-depleted egg white. *J Allergy Clin Immunol* 1997; 100: 171-176.
13. Vieths S, Jankiewicz A, Aulepp H, Haustein D: Allergy to Heated and Processed Foods.
14. Wal JM: Thermal processing and allergenicity of foods. *Allergy* 2003; 58: 727-729