

Současné trendy výzkumu a vývoje potravin pro skupiny obyvatel se zvláštními požadavky na výživu

Studie pro Ministerstvo zemědělství ČR

**Část 2: Nesnášenlivost laktózy a kaseinu, ostatní významné alergeny
v potravinách, fenyketonurie, strava s nízkým obsahem bílkovin,
sodíku, sacharidů**

Červenec 2017

Zpracovali a editovali:

Ing. Dana Gabrovská, Ph.D.

Ing. Milan Houška, CSc.

Ing. Eva Mašková

Ing. Jitka Pinkrová, Ph.D.

Ing. Jana Rysová

Ing. Pavel Skřivan, CSc.

RNDr. Zuzana Šmídová, Ph.D.

Ing. Renata Winterová

Odpovědný řešitel: Ing. Pavel Skřivan, CSc.

PŘEDMLUVA

Česká republika podobně jako celá EU patří mezi vysoce vyspělé státy dnešního světa a její obyvatelé jsou součástí nejbohatší vrstvy lidské populace. To s sebou nese značný komfort ve formě pohodlného životního stylu, ve formě života v materiálním dostatku, včetně dostatku pestré a kvalitní stravy. Na druhé straně je však právě tento životní styl z velké části příčinou mnoha zdravotních problémů, které se projevují ve stále širší a, bohužel, i mladší části obyvatelstva. Jedná se o někdy rostoucí (někdy diagnosticky dokonaleji podchycený) výskyt různých alergií, včetně alergií alimentárních, ale zejména o skupinu poruch a chorob, které nazýváme vcelku příhodně civilizačními, jako jsou nadváha, obezita, hypertenze, diabetes 2. typu, poruchy metabolismu lipidů a z nich vyplývající kardiovaskulární onemocnění.

Velký vliv na tento neblahý vývoj má nedostatek fyzické aktivity jak u dospělých, jejichž pracovní styl se za posledních několik desítek let radikálně změnil (výrazně ubylo vlastní fyzické práce na úkor činností, v nichž je nahrazena stroji, obecně přibylo činností bez nutnosti fyzického zapojení, zásadně se změnil styl dopravy), tak ale i u dětí, které často tráví volný čas u počítačů apod.

Přestože zásadním prostředkem pro omezení nárůstu či snížení výskytu uvedených civilizačních chorob je jednoznačně zvýšení přiměřené pohybové aktivity od dětského věku po celý zbytek života, významný vliv může sehrát správná volba stravy. U alimentárních alergií je pak volba stravy zcela nezbytným prostředkem pro zachování zdraví a kvality života.

Výzkumný ústav potravinářský Praha, v.v.i. se alimentárními alergiemi zabývá systematicky, podobně jako problematikou lepku, o které pojednávala první část této studie zpracovaná v loňském roce. Z potravinářského hlediska je velmi významný rozvoj poznání o výskytu alergenů v potravinách, jejich detekci, identifikaci a metodách jejich stanovení. Stejně významné jsou technologické procesy, které vedou ke eliminaci alergenů v potravinářských výrobcích určených těm skupinám obyvatelstva, které alimentárními alergiemi trpí. Jedná se o celou škálu postupů zpracování, modifikace a stabilizace potravinářských surovin, která zasahuje do celého procesu od výběru a skladování surovin, přes vlastní výrobní proces, po finální úpravu, balení a skladování produktů.

Podobně tomu je u potravin určených pro skupiny populace trpící nadváhou, hypertenzí, cukrovkou, metabolickým syndromem nebo kardiovaskulárními problémy, nebo pro prevenci těchto zdravotních problémů. Jde o snížení obsahu sacharidů, snížení obsahu soli, respektive sodných iontů, snížení obsahu nasycených, trans-nenasycených a zejména oxidovaných lipidů.

Druhá část studie „Současné trendy výzkumu a vývoje potravin pro skupiny obyvatel se zvláštními požadavky na výživu“, kterou nyní předkládáme zadavateli, se zabývá alergeny mléka, vajec, oxidem siřičitým a siřičitany, alergeny ořechů, ovoce a zeleniny, ryb a mořských plodů aj. Dále pojednává o sodných iontech v souvislosti s hypertenzí, a glykemickým

indexem potravin. Studie se snaží postihnout všechny aspekty této široké významné problematiky z potravinářského hlediska. Zabývá se jak samotnou podstatou fyziologické funkce zkoumaných složek potravin a potravinářských surovin, tak praktickými analytickými a technologickými postupy.

Věříme, že i tato část naší studie bude pro Ministerstvo zemědělství České republiky cenným podkladem a zdrojem aktuálních informací o této velmi významné problematice a poslouží i jako inspirace pro programy a projekty směřující do českého potravinářského průmyslu a zemědělství.

Obsah

1. POTRAVINOVÁ INTOLERANCE.....	9
2. MLÉKO – INTOLERANCE A ALERGIE	12
2.1. GALAKTOSEMIE	12
2.2. INTOLERANCE LAKTÓZY	14
2.3. LEGISLATIVA K BEZLAKTÓZOVÝM POTRAVINÁM A POTRAVINÁM S NÍZKÝM OBSAHEM LAKTÓZY	16
2.4. STANOVENÍ LAKTÓZY A GALAKTÓZY	16
2.5. ALERGIE NA BÍLKOVINY KRAVSKÉHO MLÉKA	17
2.6. NÁHRAŽKY KRAVSKÉHO MLÉKA.....	18
2.7. STANOVENÍ ALERGENŮ MLÉKA.....	19
2.8. TYRAMIN	19
3. VEJCE	26
3.1. LÉČBA A DIETA U ALERGIE NA VAJEČNÉ BÍLKOVINY	27
3.2. LYSOZYM	28
3.3. NÁHRADA VAJEC.....	28
3.4. STANOVENÍ ALERGENŮ VAJEC	31
4. OXID SIŘIČITÝ A SIŘIČITANY	37
4.1. PIVO A OXID SIŘIČITÝ.....	41
4.1.1. VLIV KMENŮ PIVOVARSKÝCH KVASINEK NA TVORBU OXIDU SIŘIČITÉHO	43
4.1.2. VLIV TECHNOLOGICKÝCH PARAMETRŮ NA TVORBU OXIDU SIŘIČITÉHO	43
4.1.3. VLIV PROVZDUŠNĚNÍ MLADINY NA TVORBU OXIDU SIŘIČITÉHO	43
4.1.4. VLIV ZÁKVASNÉ DÁVKY NA TVORBU OXIDU SIŘIČITÉHO.....	43
4.1.5. VLIV KONCENTRACE SÍRANŮ V MLADINĚ NA TVORBU OXIDU SIŘIČITÉHO.....	43
4.1.6. VLIV PŮVODNÍ KONCENTRACE EXTRAKTU MLADINY NA TVORBU OXIDU SIŘIČITÉHO	44
4.1.7. VLIV TEPLoty KVAŠENÍ A TLAKU PŘI KVAŠENÍ NA TVORBU OXIDU SIŘIČITÉHO	44
4.1.8. ÚBYTEK OXIDU SIŘIČITÉHO BĚHEM SKLADOVÁNÍ.....	44
4.1.9. VLIV OXIDU SIŘIČITÉHO NA ZLEPŠENÍ OXIDAČNÍ A STARÉ CHUTI PIVA	45
4.2. OXID SIŘIČITÝ A VÍNO	45
4.2.1. SÍŘENÍ VÍNA.....	46
4.2.2. TECHNIKA SÍŘENÍ.....	46
4.2.3. POD TLAKEM ZKAPALNĚNÝ SO ₂	47
4.2.4. SÍŘENÍ SPALOVÁNÍM PEVNÉ SÍRY	47
4.2.5. DISIŘITAN DRASELNÝ.....	47
4.2.6. NADBYTEK OXIDU SIŘIČITÉHO VE VÍNĚ.....	48
4.2.7. VÝROBA VÍNA BEZ SÍRY, SNÍŽENÍ OBSAHU OXIDU SIŘIČITÉHO VE VÍNĚ	49
4.2.8. SPRÁVNÝ POSTUP PŘI INOKULACI SELEKTOVANÝCH KVASINEK.....	49
4.2.9. SPOLEČNÁ INOKULACE KVASINEK A MLÉČNÝCH BAKTERIÍ.....	50
4.2.10. LYSOZYM	50
4.2.11. TECHNOLOGIE HYPEROXIDACE A HYPERREDUKCE.....	50
4.2.12. KONZERVACE POD INERTNÍMI PLYNY.....	50
4.3. OXID SIŘIČITÝ – OVOCE A ZELENINA	51
4.3.1. OVOCE KOMPOTOVANÉ, ZELENINA NAKLÁDANÁ.....	51
4.3.2. SUŠENÉ OVOCE A ZELENINA	52
4.3.3. ROZMĚLNĚNÉ VÝROBKY	53
4.3.4. VÝROBA OVOCNÝCH VÍN	54

4.3.5.	DALŠÍ VYUŽITÍ PŘÍDAVKŮ SIŘIČITANŮ A SO ₂	54
4.4.	LEGISLATIVA – ALERGENY VE VÍNĚ, VEJCÍCH, MLÉCE.....	57
5.	OSTATNÍ DŮLEŽITÉ ALERGENY V POTRAVINÁCH.....	62
5.1.	ARAŠÍDY.....	62
5.2.	OŘECHY.....	64
5.3.	JABLKA.....	69
5.4.	CELER.....	71
5.5.	HOŘČICE.....	72
5.6.	LUPINA.....	73
5.7.	SÓJA.....	75
5.8.	POHANKA.....	83
5.8.1.	ALERGENY POHANKY.....	89
5.8.2.	STANOVENÍ ALERGENŮ POHANKY.....	91
5.9.	RYBY.....	98
5.10.	MOŘSKÉ PLODY.....	99
5.11.	HISTAMINOVÁ INTOLERANCE.....	101
5.11.1.	VZNIK, VÝZNAM A FUNKCE HISTAMINU.....	101
5.11.2.	UVOLNĚNÍ HISTAMINU V LIDSKÉM ORGANISMU.....	102
5.11.3.	VÝSKYT HISTAMINU A NEŽÁDOUCÍ PROJEVY PO JEHO PŘÍJMU.....	103
5.11.4.	MECHANISMUS HISTAMINOVÉ INTOLERANCE.....	104
5.11.5.	DIAGNOSTIKA HISTAMINOVÉ INTOLERANCE.....	105
5.11.6.	TERAPIE HISTAMINOVÉ INTOLERANCE.....	106
5.12.	ALERGENICITA U GM POTRAVIN.....	108
6.	FENYLKETONURIE.....	109
6.1.	NÁSLEDKY FENYLKETONURIE.....	109
6.2.	DALŠÍ MOŽNOSTI TERAPIE FENYLKETONURIE.....	111
6.3.	ANALYTIKA FENYLALANINU.....	111
6.4.	ZNAČENÍ A LEGISLATIVA.....	112
7.	STRAVA S NÍZKÝM OBSAHEM NA ⁺	114
7.1.	SŮL OBECNĚ.....	114
7.2.	SLANÁ CHUŤ.....	116
7.3.	CHLORID SODNÝ A JÓD.....	119
7.4.	OSTATNÍ ZDROJE SODÍKU.....	123
7.5.	VÝSKYT SODÍKU V ORGANISMU, JEHO FUNKCE V LIDSKÉM TĚLE.....	127
7.6.	VÝSKYT SODÍKU V POTRAVINÁCH, POTRAVINY S VYSOKÝM A NÍZKÝM OBSAHEM SODÍKU.....	128
7.6.1.	SŮL A JEJÍ NÁHRADA PŘI VÝROBĚ SÝRŮ.....	132
7.6.1.1.	TAVENÉ SÝRY.....	132
7.6.1.2.	SÝRY OBECNĚ.....	133
7.6.2.	SODÍK A SŮL V PEKÁRENSKÉ TECHNOLOGII.....	136
7.6.2.1.	VLIV SOLI NA KVALITU TĚSTA.....	136
7.6.2.2.	VLIV SOLI NA AKTIVITU DROŽDÍ.....	137
7.6.2.3.	VLIV SOLI NA TEXTURU A KONEČNOU KVALITU PEČIVA.....	138
7.6.2.4.	SNÍŽENÍ OBSAHU SOLI V PEČIVU.....	138
7.6.2.5.	PROSTÉ SNÍŽENÍ DÁVKY SOLI NEBO POUŽITÍ NÁHRADNÍHO SOLIDLA.....	139
7.6.2.6.	POUŽITÍ LÁTEK ZVÝRAZŇUJÍCÍCH CHUŤ SOLI.....	140
7.6.2.7.	TECHNOLOGICKÉ MOŽNOSTI OVLIVNĚNÍ SLANÉ CHUTI.....	141
7.6.3.	SŮL V MASNÝCH VÝROBCÍCH.....	141
7.6.3.1.	NÁHRADA SOLI V MASNÝCH VÝROBCÍCH.....	143

7.7. NÁHRAŽKY STOLNÍ SOLI	148
7.8. LÁTKY VYKAZUJÍCÍ SENZORICKY SLANOU CHUŤ	150
7.9. VLIV VYŠŠÍHO PŘÍJMU SODÍKU NA LIDSKÉ ZDRAVÍ.....	151
7.9.1. HYPERTENZE – KLASIFIKACE, LÉČBA.....	155
7.9.2. HYPERTENZE VE SVĚTĚ	157
7.9.3. HYPERTENZE V ČESKÉ REPUBLICE	158
7.9.4. HYPERTENZE V DĚTSKÉM VĚKU	160
7.9.5. HYPERTENZE VE STÁŘÍ.....	161
7.9.6. SOUHRN DIETNÍCH OPATŘENÍ V LÉČBĚ HYPERTENZE.....	164
7.9.7. DIETA PODPORUJÍCÍ SNIŽOVÁNÍ KREVNÍHO TLAKU	166
7.9.8. DIETA PODPORUJÍCÍ ZVÝŠOVÁNÍ KREVNÍHO TLAKU	171
7.10. STANOVENÍ SOLI / SODÍKU / CHLORIDŮ	172
7.10.1. STANOVENÍ SOLI	173
7.10.2. METODY STANOVENÍ SODNÝCH/CHLORIDOVÝCH IONTŮ	173
8. GLYKEMICKÝ INDEX POTRAVIN	198
8.1. ROZDĚLENÍ POTRAVIN DLE GLYKEMICKÉHO INDEXU GI	199
8.2. STANOVENÍ GI POTRAVIN	202
8.2.1. METODA <i>IN-VIVO</i>	202
8.2.2. METODA <i>IN-VITRO</i>	202
8.3. METABOLISMUS SACHARIDŮ A FYZIOLOGICKÝ VÝZNAM	203
8.4. SLADIDLA	207
8.4.1. PŘÍKLADY NĚKTERÝCH SLADIDEL	210
8.4.2. TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI SLADIDEL	211
8.4.3. METABOLICKÉ VLIVY SLADIDEL.....	212
9. METODY ODSTRAŇOVÁNÍ ALERGENŮ Z POTRAVIN	217
9.1. ÚVOD.....	217
9.2. MATERIÁL A METODY	219
9.3. VÝSLEDKY A DISKUSE	219
9.3.1. TEPelnÉ ZPRACOVÁNÍ.....	234
9.3.1.1. VEJCE.....	234
9.3.1.2. LUŠTĚNINY	234
9.3.1.3. RYBY A MOŘSKÉ PLODY.....	234
9.3.1.4. MASO A MASOVÉ VÝROBKY	234
9.3.1.5. ARAŠÍDY A DALŠÍ OŘECHY	235
9.3.1.6. OVOCE A ZELENINA	235
9.3.1.7. TĚSTOVINY, OBILOVINY A PEČIVO	236
9.3.1.8. MLÉKO A MLÉČNÉ BÍLKOVINY	237
9.3.2. ENZYMOVÁ HYDROLÝZA A <i>IN-VITRO</i> TRÁVENÍ	237
9.3.2.1. MLÉKO	237
9.3.2.2. ARAŠÍDY A ARAŠÍDOVÉ ALERGENY	237
9.3.2.3. OVOCE A ZELENINA	238
9.3.2.4. PŠENIČNÁ MOUKA	238
9.3.2.5. LUŠTĚNINY	238
9.3.2.6. RÝŽE	238
9.3.3. GAMA ZÁŘENÍ	239
9.3.3.1. <i>SEBASTIANIA JACOBINENSIS</i> KŮROVÝ LEKTIN.....	239
9.3.3.2. MLÉČNÉ BÍLKOVINY.....	239
9.3.3.3. PROTEINY VAJEC	239

9.3.3.4.	GLIADIN.....	240
9.3.3.5.	KREVETY.....	240
9.3.4.	FERMENTACE.....	240
9.3.4.1.	SYROVÁTKOVÉ BÍLKOVINY	240
9.3.4.2.	LUŠTĚNINY	240
9.3.4.3.	KREVETY	241
9.3.5.	PŘEČIŠTĚNÍ.....	241
9.3.5.1.	ARAŠÍDOVÝ OLEJ	241
9.3.5.2.	SLUNEČNICOVÝ OLEJ	241
9.3.5.3.	SÓJOVÝ LECITIN A SÓJOVÝ OLEJ	242
9.3.6.	MICROPARTIKULACE	242
9.3.6.1.	TUKOVÉ NÁHRADY	242
9.3.7.	GENETICKÉ MODIFIKACE	242
9.3.7.1.	LUŠTĚNINY	242
9.3.7.2.	TRANSGENNÍ RÝŽE	243
9.3.7.3.	ARAŠÍDY	243
9.3.7.4.	HLAVNÍ ALERGEN VAJEČNÉHO BILKU OVOMUKOID (GAL D1).....	243
9.3.8.	PULZNÍ ULTRAFIALOVÉ ZÁŘENÍ (PUV).....	243
9.3.8.1.	ARAŠÍDY	244
9.3.8.2.	SÓJA	244
9.3.9.	POLYMERIZACE ALERGENNÍCH BÍLKOVIN	244
9.3.9.1.	ARAŠÍDY	244
9.3.9.2.	OVOCE A ZELENINA, ŠŤÁVY	245
9.3.10.	OŠETŘENÍ VYSOKÝM TLAKEM A PULZNÍM ELEKTRICKÝM POLEM	247
9.3.10.1.	RÝŽE	248
9.3.10.2.	INHIBITOR ALFA-AMYLÁZY	248
9.3.10.3.	OVOCE A ZELENINA, ŠŤÁVY A ALERGENY	248
9.3.10.4.	BÍLKOVINY KRAVSKÉHO MLÉKA	250
9.3.10.5.	ARAŠÍDY A JABLEČNÉ ALERGENY	250
9.4.	ZÁVĚRY DEALERGIZACE POTRAVIN	251
9.4.1.	VÝHLED DO BUDOUCNOSTI	252
	PŘÍLOHA I: JÍDELNÍČKY A RECEPTURY	263

1. POTRAVINOVÁ INTOLERANCE

Negativní reakce na potraviny může být způsobena řadou faktorů:

- vlivem toxických látek přirozeně obsažených v potravině nebo toxinů vzniklých v průběhu kažení potraviny
- intolerance vyvolaná neimunitním mechanismem. Sem patří poruchy tvorby nebo funkce enzymů (intolerance laktózy, fenylketourie), dráždivé působení určité látky (kofein, tyramin) nebo i psychosomatické příčiny
- potravinová alergie

Tab. 1: Mechanismy patogenního procesu u potravinové alergie (Schmidová 2008)

Typ	Vyvolávající faktor	Zprostředkující faktor	Popis	Choroby
I. anafylaktický /časný/	alergen	protilátky IgE	Okamžitá reakce zprostředkované IgE (specifické protilátky). Dochází k uvolnění mediátoru histaminu, který má za následek škrábání, kýchání, průjmy a další příznaky. Tato reakce se dostavuje během pár minut (málokdy hodin).	alergické
II. cytotoxický	nerozpustný autoantigen	protilátky IgG	V případě potravinových alergií neuplatňuje.	autoimunitní
III. imunokomplexový	rozpustné cizí nebo vlastní antigeny	protilátky IgG, IgM, popř. IgA	Imunokomplexy zprostředkovaná alergická reakce – zde se uplatňují protilátky IgG. Dostavuje se 4 – 12 h po požití alergenu.	imunokomplexové /autoimunitní nebo alergické/
IV. opožděný	antigen nebo alergen	buňky /zejména Th1-lymfocyty a makrofágy	Opožděná reakce zprostředkovaná buněčnou imunitou (ne protilátkami) a projeví se 1 – 2 dny po požití alergenu.	autoimunitní, alergické
V. stimulační či inhibiční	antigen v buněčných receptorech	protilátky IgG, IgM		autoimunitní

Typické alergické reakce vznikají jako reakce prvního – okamžitého nebo čtvrtého opožděného typu.

Příznaky alergické reakce jsou velmi pestré a různě intenzivní podle stupně citlivosti postižené osoby, od mírných a často nespecifických příznaků po anafylaktický šok, při kterém dochází k rozvratu oběhového systému a k bezprostřednímu ohrožení života (Tab. 2).

Tab. 2: Stupně anafylaktické reakce (Váňová 2012)

Stupeň	Kůže	GI-trakt	Respirační trakt	Oběhový systém
I	Svědění, urtikárie, zarudnutí, angioedém	-	-	-
II	Svědění, urtikárie, zarudnutí, angioedém	Nausea, křeče	Rhinorrhoea, dyspnea	Tachykardie, arytmie, pokles TK
III	Svědění, urtikárie, zarudnutí, angioedém	Průjmy	Edém laryngu, bronchospasmus	Oběhový šok, mdloby
IV	Svědění, urtikárie, zarudnutí, angioedém	Průjmy	Zástava dechu	Zástava srdeční činnosti

Označování určitých látek nebo produktů vyvolávajících alergie nebo nesnášenlivost podle NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) č. 1169/2011 ze dne 25. října 2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům.

Látky nebo produkty vyvolávající alergii nebo nesnášenlivost se

- uvádějí se v seznamu složek s jasným odkazem na název látky nebo produktu ze seznamu v příloze II,
- název látky nebo produktu ze seznamu v příloze II je zvýrazněn tak, aby byl jasně odlišen od ostatních složek uvedených v seznamu, například typem či stylem písma nebo barvou pozadí. Není-li seznam složek uveden, musí být součástí údajů podle čl. 9 odst. 1 písm.,
- slovo „obsahuje“ a následně název látky nebo produktu ze seznamu v příloze II.

Pochází-li více složek nebo pomocných látek obsažených v potravině z jediné látky nebo jediného produktu ze seznamu v příloze II, musí to být v označení jasně uvedeno pro každou danou složku nebo pomocnou látku. Toto značení se nevyžaduje v případech, kdy název potravině jasně odkazuje na danou látku nebo produkt.

PŘÍLOHA II LÁTKY NEBO PRODUKTY VYVOLÁVAJÍCÍ ALERGIE NEBO NESNÁŠENLIVOST

- Obiloviny obsahující **lepek**, konkrétně: pšenice, žito, ječmen, oves, špalda, kamut nebo jejich hybridní odrůdy a výrobky z nich, kromě:
 - glukózových sirupů na bázi pšenice, včetně dextrózy,
 - maltodextrinů na bázi pšenice,
 - glukózových sirupů na bázi ječmene,
 - obilovin použitých k výrobě alkoholických destilátů, včetně ethanolu zemědělského původu.
- Korýši** a výrobky z nich.
- Veje** a výrobky z nich.

4. **Ryby a výrobky** z nich, kromě:
 - a) rybí želatiny použité jako nosič vitaminových nebo karotenoidních přípravků,
 - b) rybí želatiny nebo vyziny použité jako čířící prostředek u piva a vína.
5. Jádra **podzemnice olejn**é (arašidy) a výrobky z nich.
6. **Sójové boby** a výrobky z nich, kromě:
 - a) zcela rafinovaného sójového oleje a tuku,
 - b) přírodní směsi tokoferolů (E306), přírodního d–alfa tokoferolu, přírodního d–alfa–tokoferol–acetátu, přírodního d–alfa–tokoferol–sukcinátu ze sóji,
 - c) fytosterolů a esterů fytosterolů získaných z rostlinných olejů ze sóji,
 - d) esteru rostlinného stanolu vyrobeného ze sterolů z rostlinného oleje ze sóji.
7. **Mléko** a výrobky z něj (včetně laktózy), kromě:
 - a) syrovátky použité k výrobě alkoholických destilátů, včetně ethanolu zemědělského původu,
 - b) laktitolu
8. **Skořápkové plody**, konkrétně:
 - mandle (*Amygdalus communis L.*)
 - lískové ořechy (*Corylus avellana*)
 - vlašské ořechy (*Juglans regia*)
 - kešu ořechy (*Anacardium occidentale*)
 - pekanové ořechy (*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch)
 - para ořechy (*Bertholletia excelsa*)
 - pistácie (*Pistacia vera*)
 - makadamie (*Macadamia ternifolia*) a výrobky z nichkromě ořechů použitých k výrobě alkoholických destilátů, včetně ethanolu zemědělského původu.
9. **Celer** a výrobky z něj.
10. **Hořčice** a výrobky z ní.
11. **Sezamová semena** a výrobky z nich.
12. **Oxid siřičitý** a siřičitany v koncentracích vyšších než 10 mg/kg nebo 10 mg/l, vyjádřeno jako celkový SO₂, které se propočítají pro výrobky určené k přímé spotřebě nebo ke spotřebě po rekonstituování podle pokynů výrobce.
13. **Vlčí bob** (lupina) a výrobky z něj.
14. **Měkkýši** a výrobky z nich.

2. MLÉKO – INTOLERANCE A ALERGIE

2.1. GALAKTOSEMIE

Galaktosemie byla popsána v roce 1917 a je klasifikována jako jedna z vrozených metabolických genetických vad s incidencí 1:35 000 - 1:50 000. Jedná se o zvýšení koncentrace

galaktózy v krevním séru. Galaktosemie může být způsobena defekty těchto enzymů: galaktosa-1-fosfát-uridylyltransferázy, uridylyltransferázy galaktosa-4-epimerázy katalyzující přechod UDP galaktózy na UDP glukózu a galaktokinázy zajišťující přechod galaktózy na galaktóza-1-fosfát (Fojík a kol. 2013).

Galaktóza jako jednoduchý cukr není pro buňky v těle škodlivá, toxický je její metabolický produkt galaktosa-1-fosfát. Galaktóza je za normálních okolností metabolizována pomocí enzymu galaktosa-1-fosfaturidylyltransferáza (zkráceně GALT) na glukózu. Při klasické galaktosemii enzym GALT chybí a galaktóza není převedena na glukózu, ale na galaktóza-1-fosfát. Galaktóza-1-fosfát se hromadí v játrech, ledvinách, mozku, střevu a v očních čočkách, alternativní cestou se metabolizuje na galaktitol.

Příznaky se objeví 4-9 den po konzumaci mléka. Nejčastějšími počátečními příznaky galaktosemie jsou odmítání stravy, nechutenství, zvracení, průjemy a žloutenky. Tyto symptomy se například objeví několik dní po požití mléka. Když není galaktosemie včas diagnostikována, může se objevit řada dalších příznaků. Dochází k toxickému poškození jater, očí (šedý zákal-katarakta), celkové sepsi organismu nebo selhání jater.

Diagnóza se stanoví na základě hladiny galaktitolu v moči a galaktóza-1-fosfátu v erytrocytech, dále se provádějí genetická vyšetření.

Základní léčba spočívá v důsledné eliminaci galaktózy z potravy. Protože galaktóza jako součást laktózy obsažené v mléce, nesmí být tyto konzumováno mléko a mléčné výrobky a další potraviny s vysokým obsahem galaktózy.

Dětem je podávána speciální výživa, připravena bez přítomnosti laktózy, většinou na bázi sójových bílkovin a to nejlépe z bílkovinných izolátů. Proti sóje se v poslední době objevují odmítavá stanoviska, důvodem má být především alergenita, obsah fytoestrogenů, obsah hliníku a horší využitelnost vápníku (Thompson a Netting 2010). Stejně přípravky se podávají dětem s alergií na mléčnou bílkovinu. Po přechodu na tuhou stravu je nutno dodržovat přísnou dietu po celý život.

Z diety je nutné vynechat mléko a mléčné výrobky včetně fermentovaných, sušené mléko, máslo a margariny s přísadami másla nebo mléka, potraviny obsahující složky z mléka jako jsou kaseináty, hydrolyzáty mléčných a jiných živočišných bílkovin a syrovátka. Vysoký obsah galaktózy byl nalezen i v luštěninách a vnitřnostech (játra, ledviny, srdce, mozek, brzlík), v tofu, vaječném žloutku a ořechách. Nedoporučuje se ani konzumace kapusty, zelí a řepy. Tolerované množství je 13 mg galaktózy/100 g potravy (Janesová 2012). Podle studie z roku 2015 (Adam a kol. 2015) se však doporučená dávka pohybuje v rozmezí 50-500 mg/den. Upravené mléčné výrobky „bez laktózy“ jsou nevhodné, laktóza se právě enzymově zhydrolyzovala na glukózu a galaktózu. Za zmínku stojí, že si organismus tvoří endogenní galaktózu jako přirozenou složku, u dětí více než u dospělých. Tato galaktóza se ukládá v játrech a dalších vnitřních orgánech. V rostlinách se vyskytuje volná a vázaná galaktóza, vázaná se v těle nevyužije, volná přechází do krve. Omezení konzumace galaktózy v jiných než mléčných výrobcích se liší v jednotlivých zemích, zejména jsou rozdíly v přístupu ke konzumaci ovoce a zeleniny. Jednotný není ani přístup k bilanci příjmu galaktózy ve stravě. Proto byla v roce 2015 přijata mezinárodní pravidla pro dietu při galaktosemii

(Belgian consensus on dietary guidelines for the management of galactosemia), kde jsou poměrně přísná omezení pro nejmenší děti a volnější dieta pro děti školního věku a pro dospělé. Pro batolata platí omezení některých druhů exotického ovoce, ale také borůvek, červeného rybízu, slív a angreštu. Ze zeleniny se pak například omezují rajčata (Kerckhove a kol. 2015).

Klub galaktosemiků <http://galaktosemie.wz.cz/index.html>

Metoděj z.s. www.metodej.com

2.2. INTOLERANCE LAKTÓZY

Existuje teorie, že intolerance laktózy je spojena s domestikací skotu přibližně před 10000 lety. Jedinci s tolerancí mléčného cukru měli v procesu přirozeného výběru selekční výhodu, když se v době neúrody stalo mléko savců významným zdrojem živin. U dospělé bílé populace severní Evropy, severní Ameriky a Austrálie je prevalence primární laktózové intolerance od 5 do 17 %. V jižní Americe, Africe a Asii je prevalence až 50 %, v některých zemích Asie dosahuje ale až 100 %. Aktivita laktázy může v průběhu života částečně vyhasínat (Fojík 2013).

Sekundární laktózová intolerance se může objevit v dětství i v dospělosti jako důsledek nějaké enteropatie. Často se sekundární laktózová intolerance objevuje u celiaků, ale může být důsledkem i zánětlivých procesů ve střevě.

Laktáza (EC 3.2.1.108) ve střevě štěpí mléčný cukr laktózu na D-glukózu a D-galaktózu. Deficit laktázy se projeví průjmami, bolestmi břicha a nadýmáním. Čerstvé mléko působí větší obtíže než fermentované mléčné výrobky. Dávky laktózy do 10 g/den dospělé osoby většinou tolerují (Nouza 2016).

Tab. 3: Obsah laktosy a vápníku u vybraných mléčných potravin (Souci a kol. 2008, www.nutridatabase.cz, Paul a Southgate 2015)

Potravina	Sušina (g/100 g)	Obsah laktosy (g/100 g)	Obsah Ca (mg/100 g)
Mléko - lidské	12,5	7,0 (4,9-9,5)	29
- kravské	12,8	4,7	120
- ovčí	17,3	4,4	200
- kobyli	10,3	6,2	110
- kozí	13,4	4,2	130
Smetana 10 % t.	18,3	4,0	100
Smetana 30 % t.	38	3,3	80
Smetana zakysaná	25,5	3,8 (NB)	100
Syrovátka	6,6	4,7	70
Syrovátka sušená	92,9	65,9	890
Jogurt - 3,5% t.	13	3,2	120
Jogurt - 1,5% t.	11,1	3,3	110
Kefír	12,4	3,6 (NB)	120
Tvaroh (20%t.vs.)	22	2,7	90

Tab. 4: Obsah laktosy a vápníku u různých druhů sýrů (Souci a kol. 2008, www.nutridatabaze.cz, Paul a Southgate 2015)

Sýry	Tuk v sušině deklar. %	Sušina (g/100 g)	Tuk (g/100 g)	Obsah laktosy (g/100 g)	Obsah Ca (mg/100 g)
Cottage	x	22	4,3	3,3	100
Feta	45	41	18,1	0,5	430
Balkánský sýr (NB)	50	42	20,5	1,2	400
Čerstvý sýr	50	43	23,6	3,4	100
Mozzarella	x	40	16,1	stopy (CW)	650
Ricotta	x	25	15	0,3	270
Bryndza (NB)	x	50	25,4	1,7	640
Sýr Lučina (NB)	70	46	33,5	1,4	70
Tylžský sýr	45	60	27,7	x	840
Limburský sýr	40	48	19,7	x	530
Olomoucké tvarůžky (NB)	x	38	1	1,4	130
Gouda	45	54	25,4	stopy (CW)	820
Čedar	50	64	32,2	0,3	700
Eidam	30	51	16,2	stopy (CW)	800
Ementál	45	65	31,4	stopy (CW)	1030
Parmezán	36,6	70	25,8	0,06	1110
Brie	50	55	27,8	0,1	400
Camembert	45	48	22,3	0,1	570
Gorgonzola	x	58	31,2	x	610
Roquefort	x	61	30,6	stopy (CW)	660
Sýr Niva (NB)	50	55	28,9	1,3	550

Diagnóza se provádí tolerančními testy po podání definovaného množství laktózy, histochemickým vyšetřením střevní sliznice po biopsii nebo genetickými testy.

Základní léčbou je vynechání potravin s laktózou, to znamená především mléka, nekysaných mléčných výrobků a smetany. Tvaroh, sýry a máslo obsahují laktózy relativně málo. Menší problémy působí také jogurty. Současně je vhodné doplňovat příjem vápníku, který má být je 700–1200 mg/den podle věku a pohlaví a případně také vitamínu D. Pacienty je třeba naučit sledovat složení i jiných než mléčných výrobků deklarované na obalech. V pečivu, čokoládě a dalších sladkostech nebo lahůdkářském zboží bývá mléko nebo syrovátka občas přítomna. Pečlivě je třeba kontrolovat složení léků a doplňků stravy, kde bývá lakóza používána jako nosič.

Pro osoby s nesnášenlivostí laktózy se vyrábějí enzymově upravené mléčné výrobky. Normální kravské mléko obsahuje cca 4,7 % laktózy (mléčný cukr). Kvůli štěpení laktózy se k mléku přidá enzym laktáza (EC 3.2.1.108), beta-glukosidáza nebo beta-galaktosidáza (EC 3.2.1.23) mikrobiálního původu. Po určité reakční době se laktóza rozštěpí. Energetická hodnota mléka zůstane tímto postupem beze změny. Zpracované mléko chutná lehce sladce, protože sladkost štěpených produktů je zřetelně vyšší než u laktózy (Rosolen a kol. 2015). Zdrojem beta-glukosidázy (EC 3.2.1.21) jsou kromě bakterií i plísně nebo kvasinky, předmětem výzkumu je získání enzymu s dostatečnou aktivitou a odolností při tepelné úpravě mléka (Li a kol. 2013, Dong a kol. 2013). Bosso a kol. v roce 2016 publikovali výsledky stabilitních testů beta-galaktosidáz z *Kluyveromyces lactis* a *Aspergillus oryzae*, Kamran a kol. (2016) izolovali beta-galaktosidázu z bakterií rodu *Bacillus*, Carevic a kol. (2015) z *Lactobacillus acidophilus* a Liu a kol. (2015) získali termostabilní enzym beta-galaktosidázu z divoké mikroflóry termálních pramenů. Jogurty kombinující hydrolýzu beta-galaktosidázou a mikrobiální fermentaci mají pozměněné spektrum organických kyselin a cukrů, vzorky s přidaným enzymem obsahují méně kyseliny mléčné, více zbytkové glukózy a galaktózy a méně laktózy (Venica 2014). Enzymy jsou často imobilizovány, někdy i s využitím nanotechnologie. Zhang a kol. (2016) využili na imobilizaci karagenan, Mörschbacher a kol. (2016) zase alginát, Vasileva a kol. (2016) stabilizovali enzym imobilizací na polypropylenovou membránu, použity byly i nanočástice oxidu zinečnatého (Selvarajan a kol. 2015) nebo glyoxyl agaróza na stabilizaci rekombinantního enzymu původem z *Lactobacillus plantarum* (Benavent a kol. 2015). Další možností je dodání enzymu laktázy v tabletách nebo kapkách (Laktazan, LactaNon).

2.3. LEGISLATIVA K BEZLAKTÓZOVÝM POTRAVINÁM A POTRAVINÁM S NÍZKÝM OBSAHEM LAKTÓZY

Potraviny s nízkým obsahem laktózy nebo potraviny bezlaktózové jsou definovány v NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) č. 1169/2011 ze dne 25. října 2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům. Odtud plyne povinnost udávat údaj o energetické hodnotě, o obsahu vitaminů a minerálních látek a obsahu laktózy v g/100 g (100 ml). Po zrušení vyhlášky 54 bude dále platit nařízení EP a Rady (EU) č. 1169/2011 ze dne 25. října 2011 o poskytování informací spotřebitelům, kde je povinnost deklarovat na obale výrobku obsah mléka (laktózy).

2.4. STANOVENÍ LAKTÓZY A GALAKTÓZY

Pro mléko existuje polarimetrická metoda (AOAC 896.01), IČ spektrofotometrie (AOAC 972.16) nebo gravimetrická metoda (AOAC 930.28), tyto metody jsou vázané na mléčnou matici a nejsou vhodné pro delaktózovaná mléka. Bylo vyvinuto množství enzymových metod založených na enzymové hydrolýze laktózy na glukózu a galaktózu a stanovení uvolněných monosacharidů. Při tomto typu stanovení se galaktóza oxiduje na galakturonovou kyselinu a ta se stanoví spektrofotometricky. Limit kvantifikace těchto metod je řádově 0,01 g/100 g.

Přímo se stanoví cukry HPLC na reverzní fázi nebo na iontoměničích s využitím refraktometrické detekce s limitem kvantifikace 0,05 g/100 ml nebo s elektrochemickou detekcí. Při využití pulsní amperometrické detekce – PAD je limit detekce méně než 0,01 g/100 g. Prosazuje se i metoda kapilární elektroforézy s elektrochemickou detekcí (EFSA 2010, Legarová a Kouřimská 2011).

Pro stanovení cukrů je možné využít i plynovou chromatografii (GC), výhodou je lepší separace a citlivost metody, nutná je ovšem derivatizace vzorku například silylací (Koplík 2016).

2.5. ALERGIE NA BÍLKOVINY KRAVSKÉHO MLÉKA

Patří mezi nejčastější alergie vůbec a vyskytuje se už od kojeneckého věku. Hlavními alergeny mléka jsou kasein a beta – laktoglobulin ze syrovátky. BLG je navíc poměrně odolný vůči technologické úpravě a hydrolýze a může ve stopových množstvích přecházet do mateřského mléka. Incidence se u malých dětí pohybuje kolem 2-7,5 %, u 90 % případů se alergie projeví do 1 roku života i u plně kojených dětí. Ovšem u plně kojených dětí je incidence asi 0,5 %, tedy výrazně nižší. U plně kojených dětí se objevuje mírnější forma projevů alergie, protože mateřské mléko obsahuje mnohonásobně méně alergenů a naopak potřebné imunomodulační složky. Vliv má i složení střevní mikroflóry dítěte. Tato alergie může být zprostředkovaná IgE (typ I) nebo non IgE (III. či IV. typ). IgE zprostředkovaný typ má celkově horší prognózu včetně rizika dalších alergických onemocnění, alergie pozdního typu má prognózu lepší. Prahová dávka vyvolávající alergickou reakci je individuální podle citlivosti pacienta, řádově se jedná o tisíce až jednotky mg mléka.

Osoba reagující na kravské mléko bude velmi pravděpodobně zkříženě reagovat i na mléko kozí, ovčí nebo bůvolí. Příznaky mohou být zažívací potíže, astma nebo atopický ekzém. Díky postupnému dozrávání trávicího systému má však alergie na mléko tendenci s věkem dítěte až z 80 % vyhasínat. U dospělých pacientů však alergie na mléko většinou přetrvává dlouhodobě. Diagnostika zahrnuje anamnézu a vyšetření příznaků, sledování specifických IgE protilátek v séru, kožní testy (skin prick) a expoziční testy (Fuchs 2007, Bronský 2010). Základem terapie alergie na mléčné bílkoviny je důsledná eliminační dieta. Terapie u kojenců spočívá v pokračování kojení, ve vyřazení alergenů ze stravy matky a příkrmů dítěte a popřípadě v přechodu na kojeneckou výživu obsahující hydrolyzáty bílkovin.

Jedním ze směrů výzkumu je sledování vlivu technologického zpracování na imunoreaktivitu a alergenicitu bílkovin. V případě mléka bylo zjištěno, že v průběhu zpracování mléčných výrobků i pekařských a masných výrobků s obsahem mléka nedochází k dostatečné destrukci alergenních bílkovin. Alfa-laktalbumin a beta-laktoglobulin ztrácely imunoreaktivitu, zatímco BSA, laktoferrin a alfa-kasein jsou rezistentní k působení enzymů a zářevu a reagují tak na ně protilátky ze séra pacientů (Wróblewska a Kaliszewska 2012).

Tab. 5: Nejdůležitější alergeny mléka uváděné v informacích Vědeckého výboru pro potraviny (2007)

Označení	Alergen	Molární hmotnost (kDa)	% bílkovin mléka
Bos d 4	α -laktalbumin	14,2	5
Bos d 5	β -laktoglobulin	18,3	10
Bos d 6	sérový albumin	67	1
Bos d 7	imunoglobulin	160	
Bos d 8	kaseiny	20-30	80

2.6. NÁHRAŽKY KRAVSKÉHO MLÉKA

Mléko jiných savců

Pro lidskou výživu v souvislosti s alergií na bílkoviny kravského mléka je občas doporučováno mléko kozí, ovčí, kobydí, velbloudí nebo oslí. Zkřížená reaktivita je nejmenší s mlékem kobydí, oslím a velbloudím. Někdy jsou tato mléka označována jako hypoalergenní, ale praxe ukazuje, že si lidský organismus dokáže vytvořit alergickou reaktivitu i na tato mléka a že žádné univerzálně hypoalergenní savčí mléko neexistuje.

Rostlinná „mléka“

Surovinami pro přípravu alternativních nápojů k mléku jsou ořechy a jiná olejnatá semena nebo cereálie. Sójové „mléko“ je nejznámějším nápojem z této kategorie. Jde o tradiční nápoj z východní a jihovýchodní Asie, připravený z nabobtnalých a tepelně upravených sójových bobů. Tradiční sójové „mléko“ je navíc surovinou k výrobě tofu. Problém představují ovšem sušené sójové nápoje vyrobené na bázi škrobových sirupů a ztužených tuků s obsahem SFA a trans-*n*enasycených MK. Obvykle jsou přítomny i polyfosfáty. Obsah bílkovin je v takových výrobcích obecně spíše nižší a je zajištěn přísadami koncentrátů nebo izolátů sójových bílkovin. Velkou nevýhodou sóji je, že patří mezi silné alergeny.

Mezi význačné alergeny patří také mandle, ořechy a lupina, proto i zde je třeba při volbě náhrady za mléko velké opatrnosti. Pšeničné a ječné mléko jsou alternativou spíše pro vegany, ale poměrně rozšířené je ovesné mléko, které může být zdrojem potřebné vlákniny. Často se prodává v různých úpravách i rýžové mléko, dále mléko pohankové, kokosové nebo z konopných semen či merlíku (quinoa). Amaranth a lupina se používají pro tyto účely okrajově. Nutriční kvalita nápojů kolísá podle zvolené suroviny a technologie. Rostlinné nápoje bývají většinou obohaceny o tuk v podobě kokosového tuku, přidává se cukr, sůl, maltodextrin, stabilizátory (karagenan, guarová guma, xanthan), inulin, soli vápníku a vitamínové premixy s cílem přiblížit se složením klasickému mléku (Kunová 2016, Dostálová 2003).

Rostlinné nápoje se nehodí jako náhrada kravského mléka u malých dětí. Nemají dost vápníku, obsahují málo bílkovin a nedodají dostatek energie. Z hlediska alergiků je nejméně problematické „mléko rýžové“.

2.7. STANOVENÍ ALERGENŮ MLÉKA

Na stanovení alergenních bílkovin mléka v potravinách se v kontrolní praxi nejvíce používají imunochemické ELISA metody. Klíčoví výrobci ELISA kitů mají většinou v nabídce soupravy stanovující bílkoviny mléka jako celek nebo určené zvlášť na stanovení bílkovin syrovátky a zvlášť na bílkoviny kaseinové frakce. Citlivost ELISA souprav jsou desetiny až jednotky mg alergenů na kg vzorku. Výsledky stanovení jsou ovšem ovlivněny specifitou použitých protilátek a efektivitou extrakce alergenů ze složité potravinové matrice. Na extrakci alergenů především z tepelně upravených potravin se používají roztoky redukčních činidel a tenzidů, jako je dodecylsulfát sodný, merkaptoethanol nebo guanidin hydrochlorid (Ito a kol. 2016) Vedle ELISA souprav ale existují i imunochromatografické testy LFA určené pouze na kvalitativní detekci alergenních bílkovin, i tady se na jejich přesnosti stále pracuje (např. Masiri a kol. 2016). Pro detekci mléčných aditiv v masných výrobcích byla vyvinuta v imunohistochemická metoda, která se v praxi ale ukázala jako málo specifická (Pospiech a kol. 2015). Druhou běžně používanou technikou detekce nebo i stanovení stopového množství mléka je PCR a Real Time PCR (např. Guan a kol. 2016). Tyto metody jsou velmi citlivé, ale místo bílkovin detekují přítomnost nukleových kyselin nebo jejich částí. Trendem poslední doby je vývoj multiplexových metod (Cheng 2016, Cho a kol. 2015) a biosenzorů schopných zachytit alergeny v kratším čase nebo v kombinaci (Campuzano 2016, Eissa 2016, Alves a kol., 2013). Ruiz-Valdepeñas Montiel a kol. (2015) vyvinuli magnetoimunosenzor na detekci alergenů, kde je použita kombinace sendvičové imunochemické metody s ampérometrickou detekcí. Pevnou fází pro navázání protilátek je materiál s magnetickými vlastnostmi.

Rozvíjí se kapalinová chromatografie s hmotnostní detekcí i v multiplexu (Monaci a kol. 2016, Lamberti a kol. 2015, Chen a kol. 2015). Parker a kol. (2015) porovnávali analýzy tepelně opracovaných výrobků běžně používanými komerčními ELISA kity a LC/MS. Většina ELISA kitů poskytla výsledky nižší než LC/MS. Elektroforézy nebo imunoblotting – westernblotting (Do a kol. 2016, Meyer a Zanetti 2015) vyžadují specifickou laboratorní techniku, mohou být časově náročné a vyskytují se spíše na výzkumných pracovištích.

LC technika v kombinaci s MS detekcí byla využita pro stanovení alergenních bílkovin mléka ve víně, bylo dosaženo citlivosti 25 ppb mléčných peptidů (Zhang a kol., 2016).

2.8. TYRAMIN

Mezi potravinové alergeny patří i další biogenní amin, tyramin. Vzniká dekarboxylací aminokyseliny tyrosinu činností mikroorganismů. Vyšší obsah tyraminu mají fermentované potraviny: některé druhy sýrů – ementálského typu, měkké zrající, některé plísňové sýry, dále

fermentované trvanlivé masné výrobky, víno a pivo. Například v sýrech holandského typu při přidání různých kmenů *Lactococcus lactis subsp. cremoris* vzniká tyramin v množství přibližně 400 mg/kg i více na konci zrání (Flasarová a kol., 2016). V těchto potravinách vzniká jednak působením fermentačních mikroorganismů a také mikroorganismy způsobujícími kažení (EFSA, 2011).

Hladina tyraminu v jídle (na osobu a jídlo), která nezpůsobuje žádné nežádoucí efekty, je 600 mg tyraminu pro zdravé jedince, které neužívají v lékové formě inhibitory monoaminoxidázy (MAOI), ale 50 mg pro ty, kteří užívají MAOI třetí generace a 6 mg pro ty, kteří užívají klasické MAOI (EFSA, 2011).

Konzumace tyraminu může u citlivých osob vyvolat zvýšení krevního tlaku a bolesti hlavy, působí tedy na cévní úrovni i na úrovni centrálního nervového systému (Pessione et Cirrincione, 2016).

Tyramin se odbourává pomocí enzymu monoaminoxidáza. Proto tyto potraviny nesmí konzumovat pacienti užívající antidepressivum ze skupiny neselektivních inhibitorů monoaminoxidázy; mohl by u nich nastat nebezpečný vzestup krevního tlaku, krvácení do mozku a v některých případech i smrt (Pessione a kol. 2009). Odbourávání tyraminu je do určité míry zpomaleno při onemocnění jater nebo současné konzumaci alkoholu (Tláskal a kol. 2016).

Různé kolektivy autorů rozpracovaly metody současného stanovení většího počtu biogenních aminů v různých potravinách, např. v bílých a červených italských vínech metodou HPLC s PDA detektorem (Manetta a kol. 2016) nebo v sýrech metodou on-line SPE extrakce (solid phase extraction) spojenou s kapilární HPLC (Yang a kol. 2016), ve fermentovaných španělských masných výrobcích metodou HPLC s iontovým párem (ion-pair HPLC) s fluorescenční detekcí (Latorre-Moratalla a kol. 2017). Konakovsky a kol. (2011) sledovali obsah různých biogenních aminů v kvalitních červených vínech ze sedmi kultivarů metodou HPLC po derivatizaci aminů na konjugáty dansyl chloridu a zjistili, že jejich hodnoty mírně kolísají nezávisle na odrůdě hroznového vína a jejich hodnoty byly vysoké i u vysoko ceněných vín.

Autoři Linares a kol. (2016) zkoumali cytotoxicitu tyraminu a histaminu a zjistili, že oba jsou cytotoxické pro buněčnou kulturu tenkého střeva v koncentracích normálně se vyskytujících v potravinách bohatých na biogenní aminy. Tyramin měl silnější a rychlejší cytotoxický efekt než histamin. Lišily se i v způsobu působení: zatím co tyramin způsoboval nekrózu buněk střeva, histamin indukoval apoptózu.

Nedokonalá diagnostika intolerance biogenních aminů je hlavním důvodem, proč nejsou k dispozici přesné statistiky vztahující se k tomuto zdravotnímu problému (FAO/WHO, 2013).

Práce VÚPP

Ve spolupráci s firmou Sedium RD s.r.o. ELISA soupravy na stanovení kaseinu, BLG a BSA, Immunoline systém detekce alergenů.

PCR – falšování ovčího a kozího mléka

Potraviny pro osoby s alergií nebo laktózovou intolerancí – užité vzory

Slunečnice – receptury VÚPP

Nemléčná pomazánka sladká, Osvědčení o zápisu užitého vzoru 21612

Nemléčná pomazánka slaná, Osvědčení o zápisu užitého vzoru 21712

Univerzální bezmléčná směs na přípravu sladkého moučnicku Osvědčení o zápisu užitého vzoru 26028

Obilná kaše s jablečnou vlákninou Osvědčení o zápisu užitého vzoru 18715

Pomazánka nebo dressing s pohankou a sójovým tofu Osvědčení o zápisu užitého vzoru 17971

Fermentovaná funkční potravina se sníženým obsahem fenylalaninu a laktózy tofu Osvědčení o zápisu užitého vzoru 20493

Rostlinný dezert s rakytníkem Osvědčení o zápisu užitého vzoru 20879

Rostlinný dezert s kustovnicí Osvědčení o zápisu užitého vzoru 24724

Literatura ke kapitole 1 a 2

Adam, S. a kol. (2015): How strict is galactose restriction in adults with galactosaemia? International practice. *Molecular Genetics and Metabolism* 115 (1), 23-26.

Al-Hammadi, S., El-Hassan T, Al-Reyami L. (2010): Anaphylaxis to camel milk in an atopic child. *Allergy*, 65(12), 1623-5 (doi: 10.1111/j.1398-9995.2010.02421.x).

Alves, R.C., Barroso, M.F., Gonzales-Garcia, M.B., Oliveira, M.B.P.P., Delerue-Matos, M.C. (2016): New Trends in Food Allergens Detection: Towards Biosensing Strategies. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 56(14): 2304-19. (doi: 10.1080/10408398.2013.831026).

Ampuzano, S., Ruiz-Valdepenas Montiel, V., Torrente-Rodríguez, R.M., Reviejo, A.J., Pingarrón, J.M. (2016): Electrochemical biosensors for food security: Allergens and adulterants detection. *Advanced Sci Technol. for Security Appl.* 9, 287-307.

Benavente, R., Pessela, B.C., Curiel, J.A., de las Rivas, B., Munoz, R., Guisan, J.M., Mancheno, J.M., Cardelle-Cobas, A., Ruiz-Matute, A.I., Corzo, N. (2015): Improving Properties of a Novel beta-Galactosidase from *Lactobacillus plantarum* by Covalent Immobilization. *Molecules* 20 (5), 7874-7889.

Bosso, A., Morioka, L.R., Santos, L.F., Sugimoto, H.H. (2016): Lactose hydrolysis potential and thermal stability of commercial β -galactosidase in UHT and skimmed milk. *Food Sci Technol.* 36(1), 159-165.

- Campbell, J. R., Marshall, R. T. (2010): Dairy Production and Processing: The Science of Milk and Milk Products. Waveland Press Inc. 2016 Scientific Opinion on lactose thresholds in lactose intolerance and galactosaemia. EFSA Journal 8(9), 1777.
- Carevic, M., Vukasinovic-Sekulic, M., Grbavcic, S., Stojanovic, M., Mihailovic, M., Dimitrijevic, A., Bezbradica, D. (2015): Optimization of beta-galactosidase production from lactic acid bacteria. Hemijska industrija 69 (3), 305-312.
- Chen, Q., Jingshun Zhang, Xing Ke, Shiyun Lai, Baohua Tao, Jinchuan Yang, Weimin Mo, Yiping Ren (2015): Quantification of bovine β -casein allergen in baked foodstuffs based on ultra-performance liquid chromatography with tandem mass spectrometry. Food Additives and Contaminants, part A. 32 (1), 25-34 (doi: 10.1080/19440049.2014.990994).
- Cheng, F. a kol. (2016): Development and interlaboratory transfer of a decaplex polymerase chain reaction assay combined with capillary electrophoresis for the simultaneous detection of ten food allergens. Food Chemistry 199 (5), 799-808.
- Cho, C.Y., Nowatzke, W., Oliver, K., Garber, E.A. (2015): Multiplex detection of food allergens and gluten. Anal.Bioanal. Chem. 407 (14), 4195-4206.
- Čurda, L.: Bezlaktózové potraviny, potraviny s nízkým obsahem laktózy. <http://www.vyzivakol.cz/wp-content/uploads/2016/01/curda.pdf>, staženo 3.5.2016.
- Databáze složení potravin ČR. <http://www.nutridatabase.cz/>
- Do, A., Williams, K., Toomer, O.T. (2016): In vitro digestibility and immunoreactivity of bovine milk proteins. Food Chemistry 190(1), 581-587.
- Dong, Y.E., a kol. (2013): Optimizing lactose hydrolysis by computer-guided modification of the catalytic site of a wild-type enzyme. Molecular Diversity 17(2), 371-382.
- Dostálová J. (2003): Srovnání výživové hodnoty kravského mléka a sójových nápojů. Výživa a potraviny, 58 (1), 2-3.
- EFSA (2011) EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ). Scientific Opinion on risk based control of biogenic amine formation in fermented foods. EFSA Journal 9(10), 2393, 93.
- Eissa, S.H.H. (2015): Electrochemical biosensors for foodborne contaminants based on aptamers and graphene materials. Theses. Université du Québec.
- FAO/WHO (2013) FAO/WHO [Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization]. Public Health Risks of Histamine and other Biogenic Amines from Fish and Fishery Products (Meeting Report 23.-27.7.2012, pp.126).
- Flasarová, R., Pachlová, V., Buňková, L., Menšíková, A., Georgová, N., Dráb, V., Buňka, F. (2016): Biogenic amine production by *Lactococcus lactis subsp.cremoris* strains in the model system of Dutch type cheese. Food Chemistry, 194, 68-75.
- Fojík, P., Falt, P., Urban, O., Novosad, P., Richterová, L., Bóday, A. (2013): Laktózová intolerance. Practicus 5, 7-12.

Fuchs, M. (2007): Přecitlivělost (hypersenzitivita) na kravské mléko. *Alergie a intolerance*. *Alergie* 2, 147-157.

Guan, X., Quin, C., Zhang, W., Chen, Q. (2016): Development of a real-time PCR assay using a TagMan minor groove binder probe for the detection of a α -lactalbumin in food. *J. Dairy Sci* 99 (3), 1716-1724.

Informace vědeckého výboru pro potraviny ve věci: Alergie na kravské mléko. Státní zdravotní ústav, Brno 2007 VVP: Info/2006/15/deklas/alergie mléko Potřebujeme mléko? Materiál ČPZP <http://cpzp.cz/main/index.php>, staženo 20.5.2016.

Ito, K. a kol. (2016): Food allergen analysis for processed food using a novel extraction method to eliminate harmful reagents for both ELISA and lateral-flow tests. *Anal. Bioanal. Chem.* 408(22), 5973-84.

Janesová, T. (2012): Život s galaktosémií. Informační brožura pro rodiče. Olomouc

Kerckhove, K.V. a kol. (2015): Consensus on the guidelines for the dietary management of classical Galactosemia. *e-SPEN Journal* 10(1), 1-4 <http://www.elsevier.com/locate/clnu>

Konakovský, V., Focke, M., Hoffmann-Sommergruber, K., Schmid, R., Scheiner, O., Moser, P., Jarisch, R., Hemmer, W. (2011): Levels of histamine and other biogenic amines in high-quality red wines. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*, 28(4), 408-16.

Koplík, R.: Základy analýzy potravin. Vysokoúčinná kapalinová chromatografie monosacharidů a oligosacharidů

http://web.vscht.cz/~koplíkr/%C4%8C%C3%A1stB3_2.pdf staženo 6.6.2016

Kouaouci, R. (2007): Analytical Methods for Lactose Quantification in Milk and Milk Products IDF International Symposium – Lactose and its Derivatives, 14-16 May 2007, Moscow

Kunová, V. (2016): Velký test rostlinných nápojů – sušeným „mlékům“ se velkým obloukem vyhněte. *Potraviny v testu, Výživa* - dostupné na <http://www.rozumnehubnuti.cz/?cat=15> staženo 20.5.2016.

Lamberti, C., Acquadro, E., Corpillo, D., Garibaldi, M., Decastelli, L., Garino, C., ARLORIO, M., Riccardi, C., Guifrida, M.G. (2016): Validation of a mass spectrometry-based method for milk traces detection in baked food. *Food Chemistry* 199 (5), 119-127.

Latorre-Moratalla, M.L., Comas-Basté, O., Bover-Cid, S., Vidal-Carou, M.C. (2017): Tyramine and histamine risk assessment related to consumption of dry fermented sausages by the Spanish population. *Food and Chemical Toxicology*, 99, 78-85.

Legarová, V., Kouřimská, L. (2011): Metody sledování změn obsahu laktosy a dalších analytů během fermentace syrovátky. *Chemické listy* 105, 869-873.

Li, B., Wang, Z., Li, S., Donela, W., Wang, X., Cui, T., Tang, D. (2013): Preparation of lactose-free pasteurized milk with a recombinant thermostable β -glucosidase from *Pyrococcus furiosus*. *BMC Biotechnology* 13, 73. staženo z <http://www.biomedcentral.com/1472-6750/13/73> 13.6.2016.

- Linares, D.M., del Rio, B., Redruello, B., Labero, V., Martin, M.C., Fernandez, M., Ruas-Madiedo, P., Alvarez, M.A. (2016) Comparative analysis of the in vitro cytotoxicity of the dietary biogenic amines tyramine and histamine. *Food Chemistry* 197 A: 658-663
- Liu a kol. (2015): Characterization of a thermostable recombinant beta-galactosidase from a thermophilic anaerobic bacterial consortium YTY-70, Biotech. *Biotechnological Equipment* 29 (3), 547-554
- Manetta, A.C., Di Giuseppe, L., Tofalo, R., Martuscelli, M., Schirone, M., Giammarco, M., Suzzi, G. (2016): Evaluation of biogenic amines in wine: Determination by an improved HPLC-PDA method. *Food Control*, 62, 351-356.
- Masiri, J., Barrios-lopez, B., Benoit, L., Tamayo, J., Day, J., Nadala, C., Sung, S.L., Samadpour, M. (2016): Development and validation of a lateral flow immunoassay test kit for dual detection of casein and beta-lactoglobulin residues. *J. Food Prot.* 79(3), 352.
- Paul A. A., Southgate D. A. T. (2015): McCance and Widdowson's The Composition of Foods Edition 7, The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, ISBN 978-1-84973-636-7.
- Meyer, P., Zanetti, S. (2015): Detection of Traces of Ovalbumin and Casein in White and Red Wines by Quantitative Western Blotting. *J. Food Sci.*, 80(9), 2102 – 2109.
- Monaci, L., Pilolli, R., De Angelis, E., Carone, R., Pascale, M. (2016): LC-tandem mass spektrometry as a screening tool for multiple detection of allergenic ingredients in complex foods. *ACTA IMECO*, 5(1), 5.
- Mörschbacher, A.P., Volpato, G., Souza, C.F. (2016): *Kluyveromyces lactis* β -galactosidase immobilization in calcium alginate spheres and gelatin for hydrolysis of cheese whey lactose. *Ciência Rural* 46(5), 921-926.
- Nouza, M., Nouzová, A.: Pokroky v klinické imunologii. www.imunologie.cz, staženo 17.4.2016
- Parker, Ch., Khuda, S.E., De Vries, J., Pulvermacher, B., Bedford, B., Zhang, X., Jackson, L.S. (2015): Multi-allergen Quantitation and the Impact of Thermal Treatment in Industry-Processed Baked Goods by ELISA and Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry. *J. Agric. Food Chem.* 63, 10669-10680.
- Perrione E., Pessione, A., Lamberti, C., Coisson, J.D., Riedel, K., Mazzoli, R. A kol. (2009): First evidence of a membrane-bound, tyramine and beta-phenylethylamine producing, tyrosine decarboxylase in *Enterococcus faecalis*: a two-dimensional electrophoresis proteomic study. *Proteomics*, 9, 2695-2710.
- Pessione, E., Cirrincione, S. (2016): Bioactive molecules released in food by lactic acid bacteria: encrypted peptides and biogenic amines. *Frontiers in Microbiology*, 7:876, 1-19.
- Rosolen, M.D., Gennari, A., Volpato, G., Volken de Souza, C.V. (2015): Lactose Hydrolysis in Milk and Dairy Whey Using Microbial β -Galactosidases. *Enzyme Research* 2015, Article ID 806240, 7 pages, (doi:10.1155/2015/806240).

Ruiz-Valdepeñas Montiel, V., Campuzano, S., Conzuelo, F., Torrente-Rodríguez, R.M., Gamella, M., Reviejo, A.J., Pingarrón, J.M. (2015): Electrochemical magnetoimmunosensing platform for determination of the milkallergen β -lactoglobulin. *Talanta* 131, 156-162.

Schmidová, S. (2008):<http://www.viviente.cz>, staženo 14.6.2016

Selvarajan, E., Mohanasrinivasan, V., Devi, C.S., Doss, C.G.P. (2015): Immobilization of beta-galactosidase from *Lactobacillus plantarum* HF571129 on ZnO nanoparticles: characterization and lactose hydrolysis. *Bioproc.Biosystem. Enginering* 38 (9), 1655-1669.

Souci S.W., Fachmann W., Kraut H. (2008): *Food Composition and Nutrition Tables*. MedPharm & Taylor & Francis CRC Press Book, Stuttgart, ISBN 978-3-8047-5038-8

Thompson, S., Netting, M.: Dietary management of galactosaemia. Background Paper – Prepared for ASIEM Oct 2010 <https://www.hgsa.org.au/documents/item/217> staženo 1.5.2016

Tláškal, P., Blatná, J. Dlouhý, P., Dostálová, J., Perlín, C., Pivoňka, J., Kunová, V., Štiková, O.: *Výživa a potraviny pro zdraví. Společnost pro výživu, z.s., Praha 2016, str. 44-45.*

URL: Co je galaktosemie? http://www.os-metodej.cz/docs/Co_je_galaktosemie_MV.pdf staženo 16.4.2016

URL: <http://www.laktazan.cz/> staženo 1. 5. 2016

Váňová, H.: *Alergie z pohledu klinické homeopatie* .Vydáno 10. 9. 2012, staženo 14. 6. 2016 (uia.fnplzen.cz/sites/users/uia/15.5.13%20cz_0.ppt)

Vasileva, N., Ivanov, Y., Damyanova, S., Kostova, I., Godjevargova, T. (2016): Hydrolysis of whey lactose by immobilized beta-galactosidase in a bioreactor with a spirally wound membrane. *Int. J. Biol. Macromolecules* 82, 339-346.

Venica, C.I., Perotti, M.C., Bergamini, C.V. (2014): Organic acids profiles in lactose-hydrolyzed yogurt with different matrix composition. *Dairy Sci. & Technol.* 94(6), 561-580.

Wróblewska, B., Kaliszewska, A. (2012): Cow's Milk Proteins Immunoreactivity and Allergenicity in Processed Food. *Czech Journal of Food Sciences* 30(3), 211–219.

Yang, S.-S., Yang, Y.-N., Li, X.-L., Zhang, Y. (2016): Determination of biogenic amines in cheese by on-line solid phase extraction coupled with capillary high performance liquid chromatography. *Chinese Journal of Analytical Chemistry*, 44 (3), 396-402.

Zhang, Z.P., Zhang, R.J., Chen, L., McClements, D.J. (2016): Encapsulation of lactase (beta-galactosidase) into kappa-carrageenan-based hydrogel beads: Impact of environmental conditions on enzyme activity. *Food Chemistry* 200 (6), 69-75.

Zhang,T., Zhang, Y., Horn,D., Hao, Z., Jiang, G.: *Milk Allergen Identification and Quantitation in Wine with LC-MS/MS Approaches* Thermo Fisher Scientific, San Jose, California, firemní literatura <https://tools.thermofisher.com/content/sfs/posters/milk-allergen-identification-and-quantitation-in-wine-with-lc-msms-approaches.pdf> staženo 24.6.2016.

3. VEJCE

Na základě kontaktu nebo konzumace vaječné bílkoviny existuje imunologický patologický mechanismus. Jedná se o I. typ reakce zprostředkovaný IgE. Imunitní systém vyhodnotí bílkovinu vajec jako cizorodou a spustí reakci na její odstranění. Bílkoviny bílku jsou více alergenní než u žloutku, ale existují pacienti s větší reaktivitou na žloutek.

Jedná se o nejčastější alergie u dětí, propukne obvykle ve 2 letech, u poloviny pacientů, ale dochází k vyhasnutí ve 3-4 letech, u tří čtvrtin pacientů v 5 letech. Někdy se vyskytuje v kombinaci s alergií na mléko. U dětí do 3 let jsou na vejce alergická asi 2% populace, u dospělých 1% populace (Fuchs 2011). První kontakt s vejci je zprostředkován prostřednictvím mateřského mléka nebo přes placentu, dále pak přes kůži nebo dýchací cesty.

Organismus má řadu obranných prvků – trávicí enzymy; komplex imunoglobulinů, lymfocytů, makrofágů a IgA ve střevě a v mléce. Při přechodu na nový typ stravy dochází k fyziologickým změnám. Asi 2% bílkovin jsou vstřebány jako imunologicky rozeznatelné peptidy obsahující lineární epitopy nebo konformační epitopy s trojrozměrnou strukturou. Obvykle jsou tolerovány, ale někdy se vyskytne reakce v závislosti na věku, genetické predispozici a složení střevní mikroflóry. Děti do jednoho roku žijící v kontaktu se starším sourozencem nebo se psem mají nižší pravděpodobnost propuknutí alergie na vejce (Koplin a kol. 2012, Martorel 2013). Chyba v systému se projevuje tvorbou antigenspecifických protilátek, které se váží na bazofily a žírné buňky (neboli mastocyty či heparocity), makrofágy a další složky imunitního systému. Když antigen projde přes sliznici a reaguje s IgE, uvolní se mediátory zapříčiňující vasodilataci, stažení hladkého svalstva, sekreci na sliznici a vznikají typické příznaky alergické reakce. Aktivované žírné buňky také uvolňují cytokiny podílející se na opožděné fázi alergické reakce. Během 24-48 hodin vzniká chronický zánět s infiltrací lymfocytů a monocytů, uvolní se histamin ovlivňující kůži a dýchací systém.

Reakce typu II a III nemají v alergii na vejce větší podíl, ale reakce IV. typu se podílejí na opožděné reaktivitě typu atopické dermatitidy.

Hlavními alergeny jsou ovomukoid a ovalbumin, z těch hlavně ovomukoid je rezistentní k tepelné denaturaci a enzymové hydrolýze. Podle reakce na vařené vejce je možné rozeznat typ senzitivity. Ovalbumin v cereálních výrobcích je citlivý na záhřev, změny antigenních vlastností po ozáření gama zářením závisí na dávce záření, matici, použitém ELISA kitu na stanovení a technologickém zpracování potraviny (Gomaa a Boye 2015). Ovalbumin teplem denaturuje, a pokud jsou pacienti citliví pouze na něj, tolerují tepelně upravená vejce. Konalbumin a lysozym jsou rovněž termolabilní, ale zase se vyskytují ve specifických produktech (lysozym jako antimikrobní látka, konalbumin jako zdroj železa) Existuje křížová reaktivita mezi bílkovinami ptačích druhů, takže pacient kromě slepičích vajec nesnáší ani vejce kachní, křepelčí atd. Hlavním alergenem žloutku jsou apovitely, livetin a sérový albumin. Sérový albumin Gal d5 je příčinou tzv. syndromu vejce – pták, kdy alergická osoba reaguje na vejce, peří i maso ptáků. Snížení imunoreaktivity vaječných bílkovin lze dosáhnout kombinací enzymové hydrolýzy a záhřevu. Snížil se obsah intaktních bílkovin a podle výsledků imunologických testů i dvojitě zaslepeného testu i alergenicita (Ballmer-Weber a kol. 2016). Protein Gal d6 je fragmentem hlavních bílkovin žloutku a

významným alergenem pro pacienty alergické na bílkoviny bílku. Takže se ukázalo, že alergii na žloutek nelze oddělit od alergie na vaječný bílek (Da Silva a kol. 2016).

Tab. 6: Alergeny bílkoviny vajec (Peñas 2015)

Označení	Alergen	Molární hmotnost (kDa)	% bílkovin bílku
Gal d1	ovomukoid	28	11
Gal d2	ovalbumin	46	54
Gal d3	ovotransferrin=konalbumin	76-86	12
Gal d4	lysozym	14,3-17	3,5
Gal d	ovomucin	220-270	1,5
	lipovitelin	400	
	apovitelenin (apoprotein B)	170	
Gal d5	sérový albumin, alfa-livetin	70	
Gal d6	lipoprotein, YGP42	35	

Projevy alergické reakce jsou podobné jako u všech reakcí zprostředkovaných IgE – zasažena je kůže, trávicí systém a dýchací cesty. Mohou se vyskytnout těžké anafylaktické reakce. Alergie opožděná (non IgE) se projevuje nespecifickými potížemi včetně zánětlivých stavů. Diagnostika je založena na anamnéze, zátěžových testech – sleduje se reakce na celá vejce, samotný žloutek a tepelně upravené vaječné produkty. Pokud alergik nereaguje na ovomukoid, bude nejspíš tolerovat vařená vejce. V séru se sleduje hladina specifických IgE. V kožních testech (prick test) jsou použity extrakty vaječných bílkovin v glycerinu, po nanesení se sleduje po stanovené době průměr zóny reagující na alergen.

3.1. LÉČBA A DIETA U ALERGIE NA VAJEČNÉ BÍLKOVINY

Hlavní léčba spočívá ve vyloučení vajec a výrobků obsahujících vaječné bílkoviny ze stravy včetně stopového obsahu v rámci křížové kontaminace potravin. Alergickou reakci může způsobit už 2 µg vaječných proteinů a prahová dávka pro jednoho ze sta pacientů je 3,4 mg bílkovin. Konzumaci vajec musí vyloučit i kojící matky. Sami pacienti i jejich okolí musí být vyškoleni, jak se chovat v případě anafylaktické reakce a pacienti i rodina musí být informováni o nezbytném omezení stravy a o možnosti náhrady vajec při přípravě pokrmů. Naprostou nutností je čtení údajů na obalech výrobků, opatrnost je třeba při stravování v restauraci nebo dokonce při výběru kosmetiky. Stopy vajec mohou obsahovat také některé léky. Pokud pacienti mají jen mírné potíže a nemají astma, mohou někdy po 2-3 letech tolerovat vařená vejce.

Jako prevence se podávají antihistaminika. Od 80. let se zkouší orální imunoterapie, kdy jsou pacientovi za kontrovaných podmínek podávány zprvu velmi malé a pak postupně se zvyšující dávky vaječných bílkovin, až je dosaženo úplné tolerance. Způsob provedení takové terapie není jednotný. Podmínkou je zajištění potřebné odborné péče při vyvolání alergické reakce. Pacientům se podávají řádově gramová množství vaječných bílkovin. Bylo dosaženo 25-100

% procent desenzibilizace (Pratico a kol. 2014). Dalším způsobem léčby je podání monoklonální protilátky proti IgE, což brání vazbě IgE na receptory buněk imunitního systému a omezí rozvoj alergické reakce.

Určitý problém představují pro alergiky na vaječné bílkoviny některé typy vakcín vyráběných s využitím kuřecích embryí. Jedná se o vakcíny proti chřipce a dalším virovým onemocněním. Výsledkem je nežádoucí reakce po očkování včetně anafylaxe. Přesto se uvádí, že například vakcína proti chřipce je pro většinu dětí alergických na vaječnou bílkovinu relativně bezpečná (Turner 2015). Ptačí vejce obsahuje všechny látky potřebné pro vývoj zárodku včetně protilátek. Tyto protilátky pronikají do žloutku v průběhu vývoje vejce z krevního oběhu matky. Této skutečnosti se využívá při přípravě specifických protilátek třídy IgY pro medicínské, výzkumné i diagnostické účely. Pro léčebné účely i zde platí nebezpečí kontaminace alergenní bílkovinou (Kovacs- Nolan a Mine 2012).

Prognóza u alergie na vejce je obecně dobrá u malých dětí, i když někdy alergie přetrvává dlouhodobě. V 9. letech věku dochází k vyhasnutí u 75 % malých dětí.

3.2. LYSOZYM

Lysozym je enzym s prokázaným účinkem proti anaerobním mikroorganismům, používá se v některých potravinářských oborech jako antimikrobní látka. V mléku a sýrech může lysozym inhibovat listerie, bakterie rodu *Clostridium* a *Bacillus*, v ovocných šťávách je schopen inhibice rodu *Shigella*, v mase může omezit růst listerií, bakterie *Bronchothrix thermospacta* a *Pseudomonas fluorescens*. Ve vinařství se používá na kontrolu *Oenococcusoeni*, laktobacilů a rodu *Pediococcus* (Liburdi a kol. 2014). Jako užitečný prostředek, který inhibuje grampozitivní bakterie, může tak být použit jako alternativa siřičitanů. Současně však může zůstat v konečném výrobku a být tak nebezpečný pro alergické jedince. Dávkování lysozymu je 25-50 g/100 l, k odstranění lysozymu z vína by mělo dojít při finálním čiření vína.

Ve vinařství je také používán vaječný bílek jako srážedlo taninů v množství 3-15 g/100 l vína (Peñas a kol., 2015). Bílek se používá u červených vín k snížení obsahu taninu, ostatní bílkovinná aditiva se používají k odstranění polyfenolických látek z vína. Tyto látky způsobují hořkost a svíravou chuť vína. Sraženina se pak odstraní filtrací, sorpcí na bentonit nebo dekantací (Stockley a Johnson 2015).

3.3. NÁHRADA VAJEC

Náhrada vajec v potravinách je aktuální už po mnoho let. Vedle pacientů s alergií, pro které může znamenat přítomnost stopového množství vaječné bílkoviny vážné zdravotní komplikace, omezují nebo i přímo vynechávají vejce ve stravě pacienti s vysokou hladinou cholesterolu v krvi nebo osoby s rizikem kardiovaskulárních onemocnění. V hodnocení nebezpečnosti vajec jako zdroje cholesterolu ale dochází v posledních letech k jistému zmírnění a vejce se opět kladně

hodnotí z pohledu komplexního nutričního složení (Miranda a kol. 2015, Fuller a kol. 2015). Další skupinou konzumentů, která aktivně nahrazuje vejce alternativními surovinami, jsou vegani.

Způsob náhrady vajec je závislý na funkci, jakou vaječná hmota, bílek nebo samotný žloutek v potravinách mají:

- bílek nebo celé vejce jako pojivo,
- žloutek jako emulgátor,
- bílek jako pěnotvorná látka.

Jednou z možností pro průmyslové účely je náhrada vazebných schopností bílkovin vajec speciálně připravenými směsmi nativních i modifikovaných škrobů, emulgátorů a proteinů rostlinného i živočišného původu. Některé směsi se prodávají i v maloobchodní síti nebo na Internetu. Typickým příkladem je český výrobek Vajahit založený na směsi kukuřičné mouky, syrovátky a lecitinu, dále Ekovaj obsahující směs lupinové mouky, lecitinu a škrobů. Směs VegEgg je vhodná pro pekařské účely. Obsahuje lupinovou mouku, kukuřičný škrob, jako zahušťovadlo je použita guarová guma. Do směsi je dále přidáváno přírodní barvivo – kurkuma, světlice barvířská apod., aby bylo dosaženo barvy odpovídající vaječnému žloutku Sušená náhrada vajec NO EGG je použitelná do pekařských výrobků i jako náhrada šlehaných vajec nebo bílku. Vedle bramborového a tapiokového škrobu obsahuje jako zahušťovadlo methylcelulózu. BIO náhrada za celé vejce MyEY je vhodná i pro konzumenty zaměřené na veganskou stravu. Vedle lupinové mouky obsahuje i mouku hrachovou, dále je přítomen maltodextrin, xanthan a karubin jako zahušťovadla. Enerf Egg replacer je směs prášku do pečiva, sody a škrobů a zřejmě má zajistit lepší objem pečiva. Náhradou za vejce jsou i směsi na obalování a zahušťování Hraška, které se skládají ze žlutého hrachu a kukuřice, jahel a rýže jako bezlepkových obilovin. Neat – Egg Mix je náhrada vajec pro vegany z cizrnové mouky a chia semínek.

Nebezpečí pro velmi citlivé pacienty v případě těchto směsí je v tom, že jeden velmi častý alergen (vejce) je nahrazován jinými surovinami, které jsou rovněž vysoce alergenní, jako je sója, lupinová mouka nebo mléčné bílkoviny. Výrobek Vegavajo obsahuje místo lupiny cizrnovou mouku, lněnou mouku a slunečnicový lecitin a tím nemá ve složení žádný z povinně deklarovaných alergenů.

Z těchto materiálů se vyčleňuje CAVAMAX® W6, což je alfacyklodextrin rozpustný ve vodě, chová se jako vláknina a je schopen zcela nahradit vejce. Cyklodextriny obecně jsou produkty degradace škrobů, alfa cyklodextrin obsahuje v kruhu 6 glukózových jednotek, vnější obal je hydrofilní a vnitřní část v kruhu hydrofobní. Proto mají tyto materiály zajímavé funkční vlastnosti a umožňují lepší dispergaci nebo enkapsulaci malých molekul.

Pro zlepšení šlehatelnosti a lepší objem pečiva byla také přidávána syrovátka ošetřená ultrazvukem. Tan a kol (2015) uvádějí zlepšení objemu pečiva o 18 % a současně pokles hustoty a tvrdosti pečiva.

Pro laickou náhradu vajec v doma připravovaných pokrmech jsou doporučovány alternativní suroviny s vysokým obsahem vlákniny, které bobtnají a tak dobře váží vodu a jsou

schopny vytvořit až houbovitou nebo gelovitou hmotu. Takovou schopnost má například psyllium, mouka z lněných výlisků nebo v současné době velmi populární chia semena (semena šalvěje hispánské – *Salvia hispanica*). Zvýšení viskozity omáček nebo dezertů zajistí použití ovocného pyré z banánů, jablek nebo dýně, hodí se i jogurt, tofu, vařené brambory, sójová nebo ovesná mouka. Mnoho takových postupů lze najít ve vegetariánské kuchyni. Specifické je třeba i využití nálevu z konzervovaných luštěnin (aquafaba).

Zvýšení pórovitosti má zajistit směs vinného kamene a sody, směs jablečného octa a sody nebo přídavek klasického kypřicího prostředku.

Samostatnou kapitolou je příprava bezvaječných majonéz, dresinků a omáček. Základní majonéza je vlastně emulze olej/voda obsahující vedle alergenních bílkovin také 85% oleje a značnou dávku cholesterolu. Emulgátorem je vaječný žloutek s obsahem lecitinu. Některé náhradní výrobky obsahují mléčnou bílkovinu. Bezvaječné a často také čistě rostlinné „majonézy“ a zálivky jsou stabilizovány modifikovanými škroby, guarovou nebo xantanovou gumou, svatojánským chlebem, sójovou bílkovinou ve formě izolátu nebo tofu. Takový postup také umožní snížit množství oleje v receptuře.

Vaječný lecitin je v potravinách, léčebných preparátech anebo kosmetice používán jako emulgátor. Lecitin z vaječného žloutku je možné snadno nahradit lecitinem sójovým, slunečnicovým nebo řepkovým, popřípadě je možné použít mono- a diglyceridy mastných kyselin nebo estery kyseliny mléčné.



Obr. 1: Příklady domácí náhrady vajec (<http://www.nomeatathlete.com/vegetarian-recipes-for-athletes/>)

3.4. STANOVENÍ ALERGENŮ VAJEC

Jako u téměř všech alergenních bílkovin jsou nejvíce používané imunochemické metody v různých modifikacích. Klasické ELISA kity nebo proužky na LF jsou v nabídce všech velkých firem, které se touto problematikou zabývají. Rozdíl je zejména ve specifitě použitých protilátek a způsobu extrakce alergenu z potravin. K posouzení vlivu matrice na stanovení alergenu byly připraveny modelové vzorky se známým obsahem alergenu (škrob, těsto a sušenky). SDS-PAGE posloužila k analýze rozdělení vzorku v redukujícím a neredukujícím prostředí. Bylo zjištěno, že výrazně klesá rozpustnost bílkovin vlivem denaturace, agregace a tvorby komplexů. Přídavek redukčních činidel nebo povrchově aktivních látek rozpustnost zlepšuje pouze částečně. V případě vajec bylo sledováno chování ovalbuminu a ovomukoidu. Výsledky elektroforézy bílkovin ze škrobové směsi a těsta byly velmi podobné, ale u sušenek byly bílkoviny nerozpustné a po přidavku 2-merkaptanoethanolu se částečně obnovila zóna ovalbuminu a byly viditelné agregáty bílkovin, které jsou zřejmě stabilizovány kromě disulfidických můstků i dalšími vazbami (Török a kol. 2016).

Přesto i v současné době vznikají nové kity nebo úpravy současných systémů. Peng a kol. (2014) sestavili ELISA soupravu na detekci ovalbuminu založenou na 2 monoklonálních protilátkách s limitem detekce 0,51 ng/ml. Systém je údajně použitelný i pro zpracované potraviny. Pro tepelně upravené potraviny obsahující denaturovaný bílek používá např. kit japonské firmy Morinaga na extrakci směs dodecylsulfátu sodného (SDS) a redukčních činidel. Protože jde o práci s 2-merkaptanoethanolem, testuje firma novou extrakční směs obsahující SDS a siřičitan sodný. Účinnost extrakce alergenu je údajně srovnatelná (Iti a kol. 2016). Reakci antigen-protilátka využívají v poslední době nejrůznější analytické senzory na detekci nebo i stanovení alergenu. Jedná se o prototypy, jejich základem je ovšem protilátka a tak výsledek analýzy do značné míry závisí na jejích vlastnostech.

Bílek se používá jako čířidlo při výrobě červeného vína, což představuje určité riziko pro osoby alergické na vaječnou bílkovinu. V komerčních preparátech se používá sušený bílek nebo kaseináty. Mají jako čířidla ideální vlastnosti, ale rezidua mohou být nebezpečná. Proto byla provedena validace komerčního ELISA kitu určeného na stanovení bílkovin bílku v červeném víně. Jedná se o sendvičový kit Euroclone SpA založený na polyklonální protilátce proti bílku. Pomocí techniky imunoblottu bylo ověřeno, že protilátka reaguje se všemi složkami čířidel. Byl stanoven limit detekce (LOD) 0,056 mg bílku/l a limit kvantifikace (LOQ) 0,158 mg bílku/l (Restani a kol. 2014). Tímto kitem byla zkoumána červená i bílá vína čířená bílkem s následnou úpravou/bez úpravy bentonitem. Jako kontrola sloužila nečeřená vína. Obsah bílkovin bílku byl stanoven ELISA metodou a imunoblotem, oba testy využívají vysoce citlivou protilátku proti celému bílku. Ve vínech nebyl nalezen zbytkový obsah bílkovin bílku. Bylo konstatováno, že limit detekce kitu je dostatečný a riziko konzumace testovaných vín zanedbatelné (Uberti a kol. 2014).

Pro sledování obsahu ovalbuminu byl vyvinut imunosenzor založený na navázání specifické protilátky na magnetické částice. Dále byl využit klasický sendvičový systém s detekcí konjugátem s křenovou peroxidázou. Registruje se intenzita elektrochemické reakce při redukci peroxidu

vodíku HRP. Magnetické částice lze snadno oddělit externím magnetem, což je výhodné při analýze vysoce komplexních matic a regenerovat pro opakované užití (Čadková a kol. 2015). Využití imunoanalytické metody v kombinaci s povrchovou plazmonovou rezonancí na detekci ovalbuminu jako markeru přítomnosti stop vajec ve víně testovali Pilolli a kol. (2015, 2016). Byl použit modelový vzorek červeného vína, který byl různým způsobem zpracován před vlastní analýzou. Pro přípravu vzorku byl použit PVP a gelová chromatografie. Bylo dosaženo limitu detekce 0,5 µg/ml vzorku.

Běžně používané PCR metody, které detekují geny kódující příslušné bílkoviny, nelze pro analýzu alergenů vaječného bílku použít, protože bílek neobsahuje DNA.

Stále více se uplatňují v analýze alergenů metody s využitím hmotnostní spektrometrie. V současné době je charakterizováno 46 alergenů z 11 různých druhů potravin a jsou publikovány jejich specifické markery – peptidy. Rutinní analýza zatím tyto systémy nevyužívá, ale existují dnes i metody pro analýzu směsi alergenů v komplexních maticích.

Na rozdíl od imunochemických metod je součástí přípravy vzorku štěpení extrahovaných alergenů trypsinem. Následuje vlastní separace a MS detekce (MALDI - Matrix-assisted laser desorption/ionization, Quadrupole Time-of-Flight - qTOF/IT, MRM – Multiple reaction monitoring), k vyhodnocení se využijí nástroje bioinformatiky, ke kvantifikaci pak signální peptidy. Při porovnání s imunochemickými metodami se jako hlavní výhody uvádí vyšší specifita a citlivost, vyloučení křížové reaktivity a standardizace postupu stanovení (Koeberl a kol. 2014). Schéma takového procesu a porovnání tradičních a MS metod je na přiložených obrázcích (Obr. 2, Obr. 3).

Comparison between immunological and chemical methods for allergen analysis

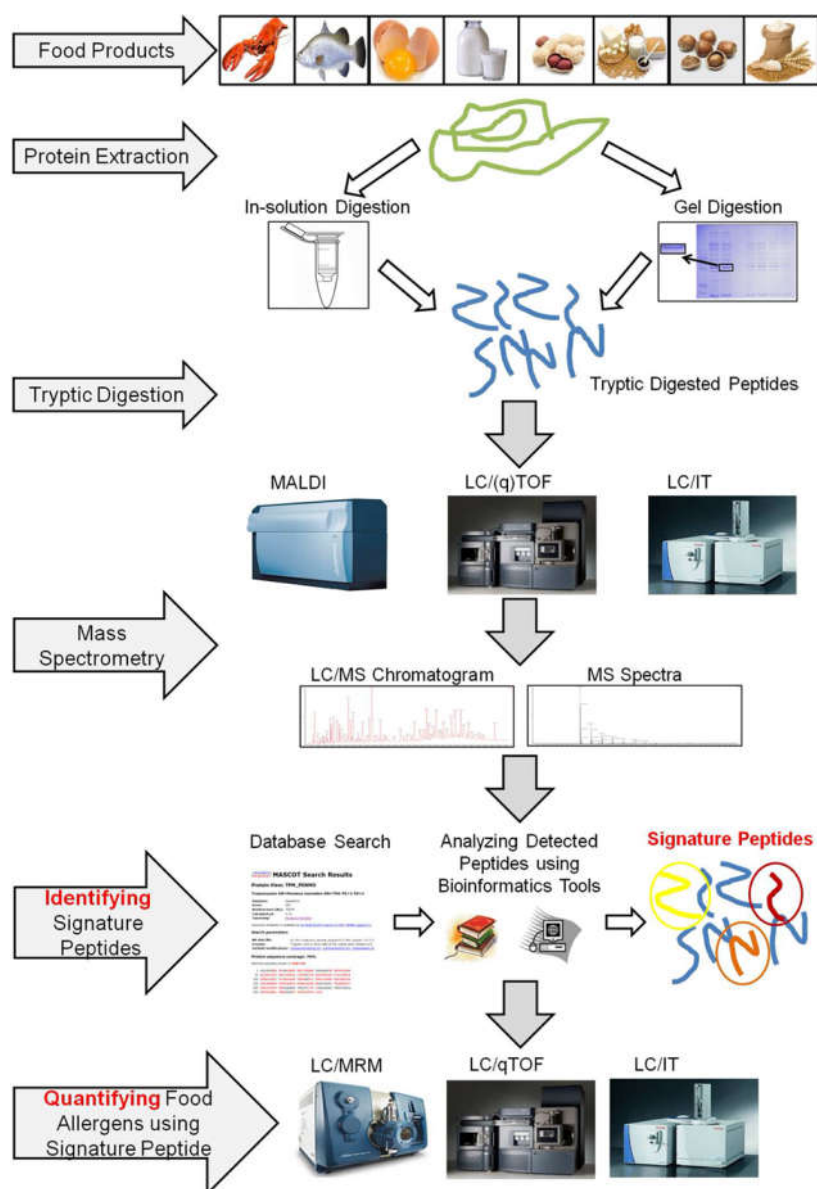
Food matrix containing allergen

Antibody based

MS based

	Antibody based		MS based		
	ELISA	Immunoblot	MALDI	qTOF/IT	MRM
Extraction Buffer	Strong detergents	Strong detergents	Weak buffers	Weak buffers	Weak buffers
Treatment	No	No	Yes/No	Digestion	Digestion
Detection Method	Spectrometry	Visual	Mass spectrometry	Mass spectrometry	Mass spectrometry
Allergens can be analyzed	One	One	Multiple	Multiple	Multiple
Standard required	Yes (internal kit standard)	No	No	Yes/No	Yes
Cross Reactivity	Yes	Yes	No	No	No
Species Specificity	No	No	Yes	Yes	Yes
Can be standardized	No	No	Yes	Yes	Yes
Results comparable	No	No	Yes	Yes	Yes
Time	Time consuming	Time consuming	Fast analysis	Fast analysis	Fast analysis
Cost	Medium	Low	Medium	Medium	Medium
Quantification	LOD (lowest 0.2ppm) LOQ (lowest 0.3ppm)	Semi quantitative	Semi quantitative	LOD (lowest 0.06ppm) LOQ (lowest 3.7ppm)	LOD (lowest 0.001ppm) LOQ (lowest 0.01ppm)

Obr. 2: Srovnání imunochemických a chemických metod při analýze alergenů (Koeberl a kol. 2014).



Obr. 3: Využití MS metod při analýze alergenů (Koeberl a kol. 2014)

Literatura ke kapitole 3

Ballmer-Weber, B.K., Brockow, K., Fiocchi, A., Theler, B., Vogel, L., Ring, J., Szépfalusi, Z., Mazzina, O., Schaller, R., Fritsché, R., Vissers, Y.M., Nutten, S. (2016): Hydrolysed egg displays strong decrease in allergenicity and is well tolerated by egg-allergic patients. *Allergy* 71 (5), 728-732.

Čadková, M., Metelka, R., Holubová, L., Horák, D., Dvořáková, V., Bílková, Z., Korecká, L. (2015): Magnetic beads-based electrochemical immunosensor for monitoring allergenic food proteins. *Anal. Biochem.* 484, 4–8.

Da Silva, Ch., Dhanapata, P., Doran, T., Tang, M.L.K., Suphioglu, C. (2016): Molecular and immunological analysis of hen's egg yolk allergens with a focus on YGP42(Gal d6). *Molecular Immunol.* 71 (3), 152-160.

Gomaa, A., Boye, J. (2015): Impact of irradiation and thermal processing on the immunochemical detection of milk and egg allergens in foods. *Food Res. Int.* 74, 275-283.

<http://www.rapidmicrobiology.com/test-method/allergen-detection-food-processing/>

Ito, K., Yamamoto, T., Oyama, Y. a kol. (2016): Food allergen analysis for processed food using a novel extraction method to eliminate harmful reagents for both ELISA and lateral-flow tests. *Anal Bioanal Chem.* 408(22), 5973-84 (doi:10.1007/s00216-016-9438-7).

Koeberl, M., Clarke, D., Lopata, A.L. (2014): Next Generation of Food Allergen Quantification Using Mass Spectrometric Systems. *J. Proteome Res.* 13 (8), 3499-3509.

Koplin, J.J., Dharmage, S:C., Ponsonby, A.L., Tang, M.L.K., Lowe, A.J., Gurrin, L.C., Osborne, N.J., Martin, P.E., Robinson, M.N., Wake, M., Hill, D.J., Allen, K.J. (2012): Environmental and demographic risk factors for egg allergy in a population-based study of infants. *Allergy* 67, 1415–1422.

Kovacs-Nolan, J., Mine, Y. (2012): Egg Yolk Antibodies for Passive Immunity. *Annual Review of Food Science and Technology* 3, 163-182.

Liburdi, K., Benuci, I., Esti, M. (2014): Lysozyme in Wine: An Overview of Current and Future Applications. *Comp. Rev. Food Sci. Food Safety* 13, 1062-1073.

Peñas, E., di Lorenzo, Ch., Uberti, F., Restani, P. (2015): Allergenic Proteins in Enology: A Review on Technological Applications and Safety Aspects *Molecules* 20, 13144-13164.

Peng, J., Meng, X., Deng, X., Zhu, J., Kuang, H., Xu, Ch. (2014): Development of a monoclonal antibody-based sandwich ELISA for the detection of ovalbumin in foods. *Food Agric. Immunol.* 25 (1), 1-8.

Pilolli, R. & Monaci, L. (2016): Challenging the Limit of Detection for Egg Allergen Detection in Red Wines by Surface Plasmon Resonance Biosensor *Food Anal. Methods.* (doi:10.1007/s12161-016-0464-z).

Pilolli, R., Visconti, A., Monaci, L. (2015): Rapid and label-free detection of egg allergen traces in wines by surface plasmon resonance biosensor. *Anal Bioanal Chem.* 407 (13), 3787-3797.

Pratico, A.D., Mistrello, G., La Rosa, M., Miraglia Del Giudice, M., Marseglia, G., Salpietro, C. (2014): Immunotherapy: a new horizon for egg allergy? *Expert Rev. Clin. Immunol.* Early online, 1–10 - informahealthcare.com staženo 28.6.2016

Restani, P., Uberti, F., Tarantino, Ch., Ballabio, C., Gombac, F., Bastiani, E., Bolognini, L., Pavanello, F., Danzi, R. (2014): Collaborative Interlaboratory Studies for the Validation of ELISA Methods for the Detection of Allergenic Fining Agents Used in Wine According to the Criteria of OIV Resolution 427–2010 Modified by OIV–Comex 502–2012 *Food Anal. Methods* 7, 706-712.

Stockley, C.S., Johnson, D.L. (2015): Adverse food reactions from consuming wine. *Austral. J. Grape Wine Res.* 21, 568-581.

Tan, M.C., Chin, N.L., Yusof, Y.A., Taip, F.S., Abdullah, J. (2015): Improvement of Eggless Cake Structure Using Ultrasonically Treated Whey Protein. *Food Bioprocess Technol.* 8, 605–614.

Török, K., Hajas, L., Horváth, V., Schall, E., Bugyi, Z., Tömösközi, S. (2016): Identification of key effects causing weak performance of allergen analysis in processed food matrices. *Acta Aliment.* 45 (1), 45-53.

Turner, P.J., Southem, J., Andrews, N.J., Miller, E., Erlewyn-Lejeunesse, M. (2015): Safety of live attenuated influenza vaccine in atopic children with egg allergy. *J. Allergy Clin. Immunol.* 136 (2), 376-381.

Uberti, F., Danzi, R., Stockley, C., Peñas, E., Ballabio, C., Di Lorenzo, Ch., Tarantino, Ch., Restani, P. (2014): Immunochemical investigation of allergenic residues in experimental and commercially-available wines fined with egg white proteins. *Food Chemistry* 159, 343-352. (<https://cz.pinterest.com/pin/167548048611458569/> staženo 4.8.2016)

Majonéza rýžová s bylinkami bezlepková <https://bio-pro.cz/Produkt/majoneza-ryzova-s-bylinkami-bio-165g-bezlepkova/> z 21.7.2016

Enerf Egg replacer www.forkandbeans.com

Co použít při pečení místo vajec? <http://www.nejfit.cz/> Staženo 25.6.2016

<http://www.nomeatathlete.com/vegetarian-recipes-for-athletes/> staženo 25.6.2016

TOFUNÉZA bezvaječná majonéza SUNFOOD – 21.7.2016
<http://www.bioletnany.cz/sortiment/ochucovadla-/horcice-majonezy-smetany-rostlinne/majonezy/tofuneza-bezvajecna-majoneza-sunfood/>

BIO náhrada za celé vejce MyEy <http://www.veganfoods.cz/bezlepkove-potraviny/myey-bio-zloutek-pro-vegany-200-g.html>

VegEgg náhrada vajec <http://www.nanacelia.sk/nanacelia/eshop/26-1-Produkty-bez-vajec/48-2-nahrada-vajec/5/1276-VegEgg-nahrada-vajec-175g-BIO-Arche/>

VAJAHIT sušená náhrada vajec <http://www.zdravy-trh.cz/vajahit-susena-nahrada-vajec-200-g-6894.html#tabbox>, staženo 19.7.2016

NO EGG - sušená náhrada vajec <http://www.orgran.com/>

VEGAVAJO 200 G <http://www.bezlepkova.com/pomocnici-pri-peceni/vegavajo> ; staženo 20.7.2016

<http://www.fakemeats.com/Neat-Egg-Vegan-Egg-Substitute-p/nf-8-61620-00009-8.htm> staženo 20.7.2016

Hraška <http://www.ceria.cz/> z 21.7.2016

SZPI (2016) <http://www.szpi.gov.cz/clanek/oznacovani-vina-podle-platnych-pravnich-predpisu.aspx> 19.10.2016

4. OXID SIŘIČITÝ A SIŘIČITANY

Lidský organismus se setkává s oxidem siřičitým a siřičitany jako s přirozenými produkty rozkladu siřných aminokyselin a jako s látkami přijatými společně s potravou. Mohou to být látky přirozeně v potravině vytvořené nebo záměrně přidané. Do potravin se přidávají látky, které uvolňují oxid siřičitý (sulphiting agents). Kromě těchto zdrojů je člověk zatěžován oxidem siřičitým jako produktem spalování převážně fosilních paliv (www.bezpecnostpotravin.cz, Silva a Lidon 2016).

Tab. 7: Přehled siřičitanů s E-kódem

E-kód	Prostředek
E 220	Oxid siřičitý
E 221	Siřičitan sodný
E 222	Hydrogensiřičitan sodný
E 223	Disiřičitan sodný
E 224	Disiřičitan draselný
E 226	Siřičitan vápenatý
E 227	Hydrogensiřičitan vápenatý
E 228	Hydrogensiřičitan draselný

Stálý výbor pro potraviny Evropské komise (SCF, 1994) stanovil jako koncentraci bez zjevného účinku (NOEL, No Observed Effect Level) 70 mg/kg tělesné hmotnosti/den ekvivalentů oxidu siřičitého (SDE) a to z hlediska dráždivého účinku na trávicí trakt zvířat. Vyšší dávky poškozují sliznice žaludku a střeva. Za použití bezpečnostního faktoru 100 byla odvozena hodnota akceptovatelného denního příjmu pro člověka (ADI, Acceptable Daily Intake) 0–0,7 mg SO₂/kg tělesné hmotnosti. Odhad průměrného denního příjmu siřičitanů z potravin je problematický vzhledem k nejednotnosti analytických metod a variabilitě stravy.

Zdravý člověk se s takovou zátěží vyrovná. Problémy s přecitlivělostí nastávají u astmatiků, kde se výskyt nežádoucích reakcí udává v rozmezí 4–66 %. Vědecký výbor pro potraviny uvádí 1–4% všech osob s astmatem a 5–10 % astmatiků léčených steroidy má problémy s oxidem siřičitým. Více ohroženy jsou také děti. Diagnostika alergie na siřičitany je obtížná, pro zátěžové testy není k dispozici jednotná metodika (Vally a kol. 2009).

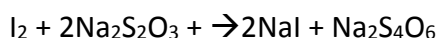
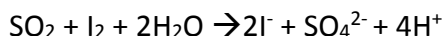
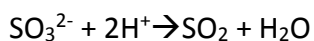
Po konzumaci potravin se siřičitany dochází k spasmu průdušek. Inhalace nebo přímý kontakt způsobí stažení průdušek, kopřivku, záněty kůže a také až kardiovaskulární, gastrointestinální potíže typu bolestí břicha a průjmů. Nejzávažnějším následkem může být až anafylaktický šok. Mechanismus reakce se vysvětluje nízkou hladinou enzymu sulfioxidázy, zapojením reflexního mechanismu s acetylcholinem jako neurotransmiterem nebo jako reakce zprostředkovaná IgE. Práh reakce je individuální, uvádí se 0,6–100 mg SO₂. Záleží také na formě siřičitanu, s jakou se pacient setká. Při opakovaném kontaktu s alergenem přecházejí pacienti do

chronického stadia astmatu nebo kožních projevů. Léčba závisí na úpravě režimu a stravování, tj na odstranění expozice siřičitany a SO₂ (EFSA 2016, SZÚ 2003).

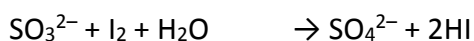
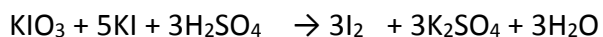
Siřičitany jsou široce používány nejen v potravinách, ale také v kosmetice. Je známo, že způsobují mimo jiné kožní problémy typu ekzémů. V průběhu 10 let byla v dermatologické praxi zaznamenána incidence 3,1% z počtu 780 pacientů. Bylo konstatováno, že reakce na siřičitany jako profesionální zátěž jsou vzácné (Häberle a kol. 2017).

Pro účely značení obsahu siřičitanů v potravinách byl vybrán limit 10 mg/kg potravin, tato skutečnost vychází z možností analytických metod.

Na uvolnění siřičitanů z matrice se používají 2 techniky. Jedna je destilace SO₂ z okyselené suspenze vzorku do absorbujícího roztoku. To je často používaná Monier-Williamsova metoda, kdy je SO₂ zachycen do roztoku 3% peroxidu vodíku a po oxidaci na kyselinu sírovou je stanoven alkalimetry. Citlivost této metody je cca 10ppm. Metoda je vhodná i pro vzorky obsahující jiné sirné těkavé látky, stanoví SO₂ volné i vázané. Monier-Williamsova metoda je časově náročná, byla proto optimalizována, zejména byl modifikován způsob detekce. Není ale vhodná pro sušený česnek a jiné zeleniny rodu Allium, zázvor, sójové bílkoviny, zelí a další brukvovitá zelenina (AOAC 990.28, Codex Alimentarius 2002). Tyto zeleniny poskytují falešně pozitivní výsledky stanovení, protože se za extrakčních podmínek z těchto zelenin uvolňují endogenní sirné složky. Stanovení SO₂ mohou rušit i redukující látky obsažené například v červeném víně (Jančářová a kol. 2014). Jinou možností detekce SO₂ je jodometrická titrace, kolorimetrické stanovení s p-rosanilinem, polarografie nebo iontová chromatografie. Například metoda stanovení volných a vázaných siřičitanů v potravinách a nápojích, která využívá dělení na Dione IonPc ICE-AS1 koloně s využitím Pt pracovní elektrody a PAD detekce, práce je s výhodou prováděna v malé koloně s nízkým průtokem (Chen a kol. 2016). Při jodometrickém stanovení reaguje siřičitan ze vzorku s nadbytkem odměrného roztoku jodu v kyselém prostředí. Nezreagované množství odměrného roztoku jodu se zjistí titrací odměrným roztokem thiosíranu sodného na indikátor škrobový maz. Pomocí stechiometrických poměrů se stanoví obsah oxidu siřičitého.



Jodometrické stanovení v jiné úpravě nabízí testovací souprava HI 3822 na sledování siřičitanů ve vodě, kdy se udržuje hladina 20 mg/l siřičitanů jako ochranu proti korozi. Test umožňuje rychlé stanovení s rozsahem 0-200 mg/l vody.



Jodometrická titrace je více selektivní a umožní využívat destilační jednotky používané pro stanovení bílkovin podle Kjeldahla. Byla vyvinuta i LC-MS/MS metoda, která pak byla porovnávána s tradičními metodami. Monier-Williamsova metoda poskytuje výsledky nižší než 10 ppm s odpovídající výtěžností 17 a 42 %, optimalizovaná metoda je vhodná pro vzorky s více jak nad 10

mg/kg SO₂. LC-MS/MS výsledky jsou nižší než 10 mg/kg u brukví, u česneků jsou také nižší a výtěžnost byla 108 % u vody, 125 % u česneku a 116 % u pečeného česneku a 107 % v hummusu (Carlos a de Jager 2016).

Druhá technika používá extrakci siřičitanů do vody nebo alkalických roztoků a následuje stanovení s využitím iontové chromatografie s vodivostní nebo elektrochemickou detekcí, FIA, enzymových metod nebo GC. Na příklad ve víně byla využita extrakce alkalickým roztokem peroxidu vodíku a iontová chromatografie s vodivostní detekcí. Nová metoda má limit kvantifikace 4 ppm (Koch a kol. 2010). Volba metody záleží na počtu vzorků a požadavcích na citlivost metody (Vyncke 1991). Plaza a kol. (2014) vylepšili extrakci SO₂ z vína využitím dutých vláken po okyselení vína pod hodnotu pH 1. Uvolněný SO₂ je zachycen do roztoku hydroxidu sodného. Altunay a kol. (2015) modifikovali extrakční metodu využitím ultrazvuku (UA-CPE, ultrasonic-assisted cloud point extraction) a spektrofotometrickou detekcí nebo využitím měďnatých iontů na koncentraci analytu ze vzorku sušeného ovoce nebo zeleniny (Altunay a kol. 2016).

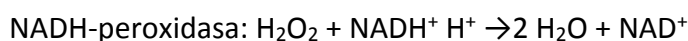
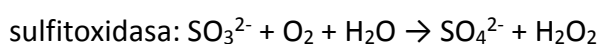
Metoda průtokové chronopotenciometrie je založená na kvantitativní redoxní přeměně analytu konstantním proudem. Používá se pro stanovení oxidu siřičitého v pivu. Siřičitany se převedou okyselením na oxid siřičitý, který se po průchodu přes semipermeabilní membránu nahromadí na pracovní elektrodě. Dále se SO₂ konstantním proudem oxiduje na síran, v tomto kroku se zaznamená signál – rozpouštěcí chronopotenciogram, ze kterého se získá koncentrace siřičitanů ve vzorku (Dvořák a kol. 2007). Kombinaci FIA a elektrochemického generování činidla využívá metoda publikovaná de Paulem a kol. (2016).

Další technikou pro stanovení SO₂ používanou hlavně pro analýzy vína je izotachoforéza. Například pomocí isotachoforetického analyzátoru IONOSEP 2001, 2003 je možné stanovit volný siřičitan v koncentraci nižší než 5 mg/l. Úprava vzorku je minimální a spočívá pouze v ředění (Recman, Apl. List 54). Srovnáním jodometrické metody a izotachoforézy se zabývali Bartošková a kol. (2013).

Izotachoforetické stanovení je výhodné zejména z hlediska nízké spotřeby vzorku a chemikálií, nevýhodou je naopak větší časová náročnost než v případě titračního stanovení, které je velmi jednoduché, avšak zdlouhavé a náročné na spotřebu chemikálií, pokud se provádí stanovení celkového obsahu siřičitanů. U titračního stanovení jsou směrodatné odchylky výrazně nižší, chyby mohou vznikat při vizuálním stanovení bodu ekvivalence.

Následuje skupina metod využívající pro stanovení nebo detekci uvolněného SO₂ enzymovou reakci.

Enzymová metoda je výhodná tím, že nezachycuje sírany, sulfidy a thiosírany, naopak dokáže stanovit SO₂ vázaný na karbonylové sloučeniny, ale také isothiokyanáty z hořčice a jiných zelenin.

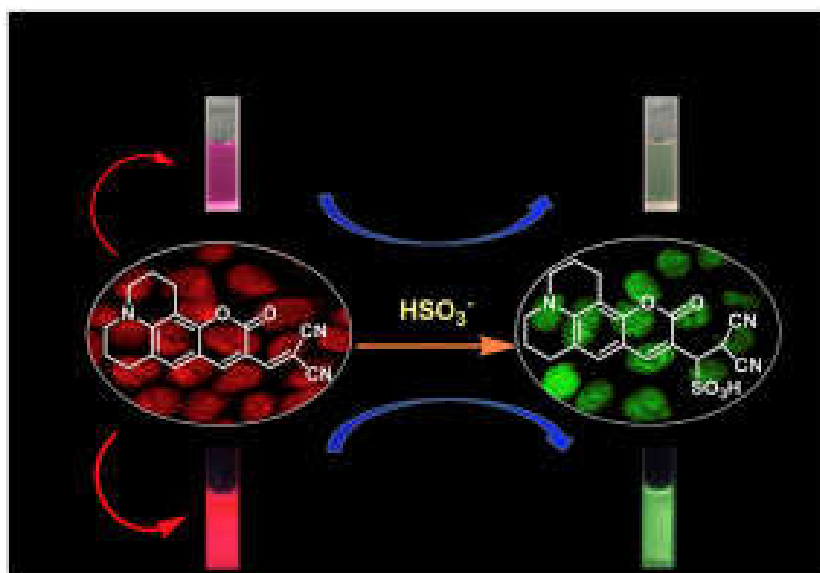


Siřičitany jsou oxidovány sulfite-oxidázou na sírany a současně se uvolňuje peroxid vodíku, který je redukován NADH-peroxidázou v přítomnosti NADH. Přejchod NADH/NAD se detekuje spektrofotometricky. Na tomto principu jsou postaveny například kity firmy R-Biopharm AG (Obr. 4).

Pro rychlé semikvantitativní stanovení siřičitanů ve vodě, nápojích a potravinách po vhodné úpravě vzorku se vyrábí MQuant Sulfite Test. Princip spočívá v reakci siřičitanového aniontu se směsí hexakvanoželeznatanu draselného, síranu zinečnatého a nitroprussidu sodného za vzniku červeného zbarvení, jehož intenzita odpovídá koncentraci siřičitanů. Barevná reakce je i podstatou metody využitelné pro detekci SO_2 a methanolu na PMMA (Polymethyl-Methacrylate) čipu s využitím LED fotometru. Vzorek a reagenty jsou vstříkovány do 6 komor na čipu a míchány. Záhřevem je vyvolána barevná reakce a čip se přemístí do fotometru (Fu a kol. 2014).

Metoda publikovaná Silvou a kol. (2015) je založená na elektrochemické redukcí. Používá se elektroda chemicky modifikovaná uhlíkovou pastou s uhlíkovými nanovláknky, byla získána lineární odezva v rozmezí 1,6-32 mg SO_2 /l. Nehrozí interference s jinými složkami nápojů kromě barviva z červeného vína, úprava vzorku je minimální. Pro extrakci siřičitanů z vína a následné stanovení byla použita i mikroextrakce následovaná elektrochemickým stanovením s využitím sítotíštěné uhlíkové elektrody (Ramos a kol. 2016). Metoda má limit detekce 0,4 ppm a limit kvantifikace 1,3 ppm a byla porovnána s jinými metodami používanými ve vinařství se srovnatelnými výsledky. Hrozí maticové efekty, proto je pozornost věnována extrakci. Aplikována byla plynově difúzní mikroextrakce (GDME), kde se využívá difuze plynu přes membránu. Srovnání GDME (gas diffusion micrieáction) a elektrochemické detekce s využitím sítotiskových senzorů s uhlíkovou pracovní elektrodou (SPCE) s SWV voltmetrií, nová metoda je levnější, přenosná, není náročná na chemikálie.

Cheng a kol. (2016) syntetizovali sérii intramolekulárních nabitých molekul pro transfer thiofenových skupin (= dárci elektronů) k aldehydickým skupinám jako receptorům. Proběhla adiční reakce, vzniklé složky by měly působit jako optická sonda pro hydrogensířičitany a umožnit vysoce citlivou chromogenní a fluorescenční detekci. U fluorescence dochází k posunu ze žlutozelené do modré barvy, limit detekce je nižší než 0,9 μM . Yang a kol. (2017) vyvinuli fluorescenční sondu odvozenou od kumarinu pro detekci HSO_3^- iontů. Detekce je rychlá, selektivní a citlivá. V roztoku DMSO: HEPES (1: 9, objemově, 10 mM, pH 7,4) pufru obsahujícím sondu se přítomnost HSO_3^- se projeví posunem UV-VIS absorpce z růžové na žlutou a fluorescence sondy se změní z červené na zelenou.



Obr. 4: Princip spektrofotometrického stanovení SO_2 enzymovou reakcí (Boehringer Mannheim/R-Biopharm)

Fluorescenční sondu na bázi sloučeniny hemicyaninu vyvinuli Zhang a kol. (2016). Metoda je určena pro stanovení ve vodných roztocích.

Pro stanovení SO_2 a siřičitanů ve víně nebo v sušených bylinách, ovoci nebo zelenině byly vyzkoušeny analytické metody využívající nejmodernější techniku hmotnostní spektrometrie. Například metoda použitá Ni a kol. (2015) je určena pro nízké koncentrace siřičitanů v sušeném rostlinném materiálu. Na separaci je použit ionex a na detekci ICP-MS (hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem) s detekčním limitem 0,02mg siřičitanu/l. Byla vyvinuta i rychlá a citlivá MS metoda na bázi iontové mobility FAIMS (high-Field Asymmetric Waveform Ion Mobility Spectrometry) ve spojení s headspace probubláváním vzduchem s limitem detekce 1 mg/kg vzorku (Wang a kol. 2015a). Pro víno je určená detekce ICP-MS s trojitým kvadrupólem (Wang 2015b), pro analýzu tradiční čínské medicíny ICP-MS/MS technika s třemi kolizními celami (Wang a kol. 2016). Kapalinovou chromatografií v kombinaci s MS/MS s ESI ionizací pro různé potravinářské matrice testovali i Robbins a kol. (2015).

4.1. PIVO A OXID SIŘIČITÝ

Oxid siřičitý vzniká jako doprovodný produkt kvašení a bývá v pivu obsažen v množství 2 – 20 mg/l.

Většina oxidu siřičitého vyskytujícího se v pivu vzniká činností kvasnic během kvašení. Oxid siřičitý vznikající při hlavním kvašení je částečně uvolňován do kvasící mladiny. Pouze velmi malé množství odchází s kvasnými plyny. Většina SO_2 vzniklého při kvašení se objevuje v hotovém pivu. Oxid siřičitý má v pivu tři hlavní role jako: antioxidant, sloučenina maskující starou chuť piva a sloučenina s antimikrobiální aktivitou. Při hodnotách pH obvyklých pro pivo (kolem 4,4) se většina SO_2 vyskytuje ve formě HSO_3^- . (Guido 2016)

Všechny sloučeniny síry ovlivňují vůni a chuť piva i ve velmi nízkých koncentracích. Tyto látky se podílejí na vůni mladého piva. Jsou to produkty metabolismu aminokyselin.

Částečně těkají s CO₂. Významný je dimethylsulfid (DMS), jehož práh vnímání je 50 až 60 µg/l. Je původcem vůně sladové nebo vůně po vařené zelenině. Obsah DMS je dán zejména procesem klíčení, hvozdění a vaření. Obsah SO₂ během kvašení stoupá až na 20 mg/l a poté opět klesá. Negativní vliv na sensoriku piva má také sulfan (sirovodík) a thioly (merkaptany), způsobující tzv. letinkovou (sluneční) příchut' piva. Část merkaptanů je oxidována na méně sensoricky aktivní disulfidy. Jejich tvorba může také souviset s kontaminací.

Maximální sensoricky vhodná koncentrace celkového oxidu siřičitého v pivu je do 20 mg/l. Při vysokých koncentracích okolo 30 mg/l, které se ale v pivu běžně nevyskytují, se může projevit nepříjemná chuť způsobená nadměrnou tvorbou sulfit-karboxylových sloučenin, které inhibují redukci karboxylů v průběhu fermentace. Podle direktivy Evropské unie nesmí být koncentrace oxidu siřičitého v pivu vyšší než 20 mg/l. Obsah oxidu siřičitého 10 mg/kg nebo 10 mg/l a nižší se považuje za nulový (pro účely deklarace přítomnosti). Oxid siřičitý může být přirozeně přítomen v pivu jako výsledek fermentačních procesů. V běžných pivech přirozený obsah oxidu siřičitého nesmí překročit 20 mg/l, v kvasnicových sudových pivech 50 mg/l. V takovém případě se tato látka nepovažuje za látku přídatnou. V některých zemích – např. Velká Británie, USA, Austrálie, Mexiko – je povoleno přidávat omezené množství SO₂ do piva (ve formě anorganické soli) za účelem zlepšení jeho sensorické stability.

U nás a většině evropských zemí tento způsob úpravy není běžný a přípustný je pouze SO₂ vzniklý přirozenou cestou. Z této skutečnosti vyplývají rozdílné obsahy SO₂ v pivech vyráběných v různých zemích.

Byl proveden monitoring oxidu siřičitého v pivech z českého trhu. V žádném z analyzovaných vzorků nepřekročila jeho koncentrace 20 mg/l. V tmavém ležáku byla průměrná koncentrace SO₂ 7,5 mg/l, ve světlém ležáku 6,2 mg/l a ve výčepních pivech 4,9 mg/l. U zahraničních importovaných piv byla nalezena dvě piva – Fosters (Austrálie) a Sol (Mexiko), do kterých byl přidáván disiřičitan sodný a draselný, ani v nich ale obsah nebyl vyšší než 20 mg oxidu siřičitého na litr. Při zkouškách s různými kmeny pivovarských kvasinek se zjistilo, že obsah oxidu siřičitého je závislý na kmenu kvasinek. Některé kmeny produkují více oxidu siřičitého, některé méně. Nejvyšší tvorba oxidu siřičitého byla stanovena u sbírkového kmenu Výzkumného ústavu pivovarského a sladařského v Praze, a. s..

Záměrem zajímavé práce kolektivu VŠCHT (Ústav kvasné chemie a bioinženýrství) bylo posouzení tvorby oxidu siřičitého v průběhu kvašení a následný úbytek při dokvašování. Cílem kvasných zkoušek bylo posouzení rychlosti tvorby oxidu siřičitého během pivovarského kvašení a dále studium vlivu kmene pivovarských kvasinek a technologických parametrů na tvorbu oxidu siřičitého. Tvorba oxidu siřičitého při kvašení začíná již ve fázi růstu kvasinek a s rostoucí koncentrací buněk se postupně zvyšuje. Se zvýšením sedimentace se postupně přírůstky koncentrace oxidu siřičitého snižují a jeho koncentrace kulminuje. Poté koncentrace oxidu siřičitého pozvolna klesá. Pokles je pravděpodobně způsoben strháváním oxidu siřičitého oxidem

uhličitým. Při dokvašování dochází dále k postupnému poklesu koncentrace oxidu siřičitého, tento pokles je patrně opět způsoben strháváním oxidu siřičitého oxidem uhličitým (Dvořák a kol. 2007, 2008).

4.1.1. VLIV KMENŮ PIVOVARSKÝCH KVASINEK NA TVORBU OXIDU SIŘIČITÉHO

Byla posuzována tvorba oxidu siřičitého u pěti vybraných pivovarských kmenů. Pro každý testovaný kmen byla snaha zajistit zcela shodné technologické podmínky, tím lze zjištěné rozdíly ve tvorbě oxidu siřičitého přičítat genetickým odlišnostem studovaných kmenů. Byla provedena dvě kvašení. Ukázalo se, že uvedené kmeny vykazují odlišné tendence k tvorbě oxidu siřičitého. Z výsledků je patrné, že tendence k tvorbě oxidu siřičitého je různá jak u kmenů s rozdílnou základní charakteristikou (sedimentace, prokvašování), tak u kmenů, jejichž základní charakteristika je stejná. Získané poznatky jsou ve shodě s údaji v literatuře.

4.1.2. VLIV TECHNOLOGICKÝCH PARAMETRŮ NA TVORBU OXIDU SIŘIČITÉHO

Dále byl zkoumán vliv zákvasné dávky, koncentrace síranů v mladině, původní koncentrace extraktu mladiny a provzdušnění mladiny na koncentraci oxidu siřičitého v mladém pivu. Pro zakvašení byl použit jeden vybraný kmen. Při sledování vlivu jednotlivých parametrů byla snaha ostatní parametry zachovat konstantní.

4.1.3. VLIV PROVZDUŠNĚNÍ MLADINY NA TVORBU OXIDU SIŘIČITÉHO

Tvorba oxidu siřičitého byla sledována pro dvě různé koncentrace kyslíku v mladině (3,5 a 7,4 mg/l). Z výsledků vyplývá, že vyšší provzdušnění mladiny vede k hlubšímu prokvašení a k omezení tvorby oxidu siřičitého v pivu. Dostatek kyslíku v mladině zlepšuje množení kvasnic a intenzitu jejich růstu, což zvyšuje požadavek na sirné aminokyseliny a zamezuje hromadění oxidu siřičitého v prostředí. Nedostatek kyslíku naopak vede ke snížení zdánlivého prokvašení a prodloužení lag-fáze.

4.1.4. VLIV ZÁKVASNÉ DÁVKY NA TVORBU OXIDU SIŘIČITÉHO

Byl sledován vliv dvou různých zákvasných dávek, 3,1 a 6,2 g kvasnic/l (15 a 30 mil. buněk/ml), na tvorbu oxidu siřičitého během kvašení provzdušněné mladiny. Je zřejmé, že vyšší zákvasná dávka způsobuje vyšší prokvašení, alenemá zásadní vliv na koncentraci oxidu siřičitého v mladém pivu. Koncentrace oxidu siřičitého je pouze mírně vyšší pro zákvasnou dávku 6,2 g kvasnic/l, než pro zákvasnou dávku 3,1 g kvasnic/l.

4.1.5. VLIV KONCENTRACE SÍRANŮ V MLADINĚ NA TVORBU OXIDU SIŘIČITÉHO

Byla provedena dvě kvašení s různou koncentrací síranových iontů (194 a 400 mg /l) v mladině. Na základě získaných výsledků lze říci, že vyšší koncentrace síranových iontů v mladině

vede k mírnému navýšení koncentrace oxidu siřičitého v mladém pivu, a rovněž k mírnému snížení zdánlivého prokvašení.

4.1.6. VLIV PŮVODNÍ KONCENTRACE EXTRAKTU MLADINY NA TVORBU OXIDU SIŘIČITÉHO

Byla provedena dvě pokusná kvašení na světlé mladině s původní koncentrací extraktu 10 % a 12 %. Z výsledků je patrné, že vyšší původní koncentrace extraktu mladiny vede k vyšší koncentraci oxidu siřičitého v mladém pivu.

4.1.7. VLIV TEPLoty KVAŠENÍ A TLAKU PŘI KVAŠENÍ NA TVORBU OXIDU SIŘIČITÉHO

Byl sledován vliv teploty kvašení a tlaku při kvašení na tvorbu oxidu siřičitého u kmene č. 95. Kvašení probíhalo v CKT tancích. Tvorba oxidu siřičitého byla sledována při 8–10 °C a 12–14 °C a při aplikaci tlaku ihned po zakvašení CKT. Přetlak byl držen na hladině 0,27 MPa až do konce kvašení. Z výsledků je zřejmé, že vyšší teplota kvašení vedla k rychlejší tvorbě a zvýšení maximální hladiny oxidu siřičitého. V závěru kvašení ovšem docházelo při vyšší teplotě kvašení k rychlejšímu poklesu koncentrace oxidu siřičitého vlivem vyššího strhávání oxidem uhličitým.

Aplikace tlaku od počátku kvašení inhibuje růst kvasnic, zpomaluje a snižuje prokvašení, což se projevuje rychlejší tvorbou oxidu siřičitého a zvýšením jeho maximální koncentrace.

4.1.8. ÚBYTEK OXIDU SIŘIČITÉHO BĚHEM SKLADOVÁNÍ

Byl studován úbytek oxidu siřičitého během skladování u dvou vzorků čerstvých piv (A a B), ve kterých byly určeny počáteční koncentrace celkového oxidu siřičitého. Počáteční koncentrace byly 2,5 mg SO₂/l u vzorku A a 14,5 mg SO₂/l u vzorku B. Část lahví byla otevřena, hrdlový prostor byl vyplněn vzduchem, tím se zvýšil obsah vzduchu v lahvi, a lahve byly opět korunkovačkou uzavřeny. Část byla skladována v chladu (2 °C) a část při laboratorní teplotě (23 °C). Vznikly tak čtyři kombinace lahví:

1. bez vzduchu, v teple (23 °C);
2. bez vzduchu, v chladu (2 °C);
3. se vzduchem, v teple (23 °C);
4. se vzduchem, v chladu (2 °C).

Dále byl stanoven obsah celkového oxidu siřičitého v každé skupině lahví po 1, 2, 6 a 9 měsících od počátku skladování. Po 6 a 9 měsících byly u každé skupiny lahví stanoveny také vybrané karbonylové látky. Z výsledků je patrné, že při nízkých teplotách (2 °C) a při nízkých koncentracích SO₂ je pokles jeho obsahu celkem rovnoměrný, zatímco při vyšších teplotách (23 °C) dochází již na počátku skladování k jehonáhlému poklesu. Rychlost poklesu závisí také na obsahu kyslíku v pivu. U nevzdušněných piv skladovaných při 2 °C klesá koncentrace oxidu siřičitého velmi nepatrně, o něco vyšší pokles byl pozorován u piv vzdušněných, skladovaných při 2 °C. U piv vzdušněných i nevzdušněných, skladovaných při 23 °C, koncentrace oxidu siřičitého prudce klesá.

Naměřené hodnoty karbonylových látek byly statisticky zpracovány programem S-Plus. Bylo zjištěno, že výsledky u vzorků skladovaných při 23 °C jsou statisticky významně vyšší než u vzorků skladovaných při 2 °C pro 2-methylpropanal, t-2-butenal, furfuraldehyd, oktanal a benzaldehyd. U vzorků o stáří 9 měsíců byly statisticky významně vyšší výsledky než u šestiměsíčních vzorků pro 2-methylpropanal a hexanal. Koncentrace heptanal, oktanal, benzaldehydu a fenylacetaldehydu byly statisticky významně vyšší u vzdušných vzorků než u vzorků nevzdušných.

4.1.9. VLIV OXIDU SIŘIČITÉHO NA ZLEPŠENÍ OXIDAČNÍ A STARÉ CHUTI PIVA

Piva s různým přídatkem oxidu siřičitého byla uměle „stařena“ formou tepelných šoků, a následně sensoricky vyhodnocena. Malé tepelné šokování spočívá v zahřátí piva při 45 °C po dobu 144 hodin. Pro pokus byly použity vzorky piva (se stejným datem minimální trvanlivosti) C a D, od každé značky tři půllitrové lahve. V těchto pivech byla stanovena koncentrace oxidu siřičitého. Vzorek C obsahoval 3,2 mg SO₂/l, zatímco vzorek D obsahoval 6,1 mg SO₂/l. Dále bylo přidáno 0; 2,5 a 7,5 mg oxidu siřičitého v podobě Na₂SO₃. Pivo bylo nejprve otevřeno, do hrdlového prostoru byl poté fouknut vzduch a dále se přidalo určené množství SO₂ v podobě Na₂SO₃. Vznikly tak vzorky: C1, C2 a C3 o koncentracích 3,2; 8,2 a 18,2 mg SO₂/l a D1, D2 a D3 o koncentracích 6,1; 11,1 a 21,1 mg SO₂/l. Tyto vzorky byly dále podrobeny tepelnému šokování a „stařené“ vzorky byly dále degustačně vyhodnoceny.

Při degustačním hodnocení byla hodnocena intenzita oxidační/pasterační chuti, staré chuti a celkový subjektivní dojem. Intenzity chuti byly hodnoceny na stupnici s rozmezím 1-5, přičemž 1 odpovídá velmi slabá, 2 – slabá, 3 – střední, 4 – silná a 5 – velmi silná. Celkový subjektivní dojem byl hodnocen na stupnici s rozmezím 1–9, přičemž 1 odpovídá nejlepší a 9 – nejhorší.

Z výsledků je patrné, že s rostoucím přídatkem oxidu siřičitého klesá intenzita staré chuti, intenzita oxidační/pasterační chuti a mírně se zlepšuje celkový subjektivní dojem u obou vzorků. Intenzita staré a pasterační/oxidační chuti byla, pro stejné přídatky množství SO₂, u vzorku D nižší než u vzorku C. Celkový subjektivní dojem byl nejhorší u vzorku C1 a naopak nejlepší u vzorku D3. Výsledky tepelného šokování potvrdily funkci oxidu siřičitého jako antioxidantu (pokles oxidační chuti piva s přídatkem oxidu siřičitého) a sloučeniny maskující starou chuť piva (pokles staré chuti piva s přídatkem oxidu siřičitého).

4.2. OXID SIŘIČITÝ A VÍNO

Oxid siřičitý se ve vinařství používá velmi dlouho. Je prokázáno, že už Římané používali oxid siřičitý k síření nádob určené na obilí a víno. Počátky záměrného používání oxidu siřičitého jsou spojeny s vynálezem sudu. Díky jeho účinku při ochraně vlhkých prostorů sudů před plísní se ukázalo, že je vhodný také k dobrému uchování vín. Síření se považuje za nejstarší sklepní manipulaci jak ve vinařství, tak také v technologii potravinářského průmyslu. V dnešní době je síření oxidem siřičitým základní operací, neboť se snadno aplikuje a má široké spektrum účinnosti za nízké náklady (Kováš a kol. 1990).

Je charakterizován jako bezbarvý toxický plyn se silným zápachem. Zabraňuje rozvoji mikroorganismů, jako jsou kvasinky, bakterie a plísnivé houby. Je lehce rozpustný ve vodě i víně a pod tlakem se lehce zkapalňuje. Ve vodném roztoku se z něj vytváří kyselina siřičitá (H_2SO_3), která ve vysokých dávkách poškozuje zdraví. Přesto se bez kyseliny siřičité vinaři v moderním sklepním hospodářství neobejdou. Oxid siřičitý se prodává jako 100% SO_2 v tlakových láhvích. Při koncentraci 3 mg/m^3 je postřehnutelný a způsobuje dráždění sliznice. Při překročení hranice 50 mg/m^3 je životu nebezpečný. Na pracovišti by hodnota oxidu siřičitého neměla přesáhnout 5 mg/m^3 . Pracovníci, kteří s oxidem siřičitým pracují, musí mít obstarané povolení pro práci s jedy (Steidl 2002).

Oxid siřičitý je velice účinný v kyselém prostředí. Velmi dobře potlačuje růst mléčných a octových bakterií (Velíšek 1999).

4.2.1. SÍŘENÍ VÍNA

Síření vína patří k osvědčené technologické metodě již dlouhou dobu. Síření napomáhá k tomu, aby mošty a mladá vína byla zdravá. Další pozitivní vlastností síření je schopnost v bránění vývoji různých škodlivých mikroorganismů ve víně. Oxid siřičitý se snadno okysličuje, tím redukčně působí na látky a chrání je před samotnou oxidací. Síření se aplikuje i u zdravých moštů, především jako prevence. K ponechání své dobré jakosti se víno pravidelně síří. Síření se dále používá pro záchranu jakostních vín, která byla postižena či ohrožena bakteriemi (Kohout 1986).

Sířením se předchází také ke vzniku zvětralé chuti vína, která je způsobena acetaldehydem. Oxid siřičitý se váže na acetaldehyd, a proto poté nezpůsobuje zvětralou chuť. Oxid siřičitý může napomáhat zpomalení procesu kvašení a částečně víno chránit před vznikem kvasničných zákalů. Barevné látky s oxidem siřičitým tvoří sloučeniny, které způsobují snížení intenzity barvy vína. Při kvašení dochází k rozkladu těchto sloučenin a intenzita barvy se znovu obnovuje (Kuttelvašer 2003, Picinelli a kol. 1994).

4.2.2. TECHNIKA SÍŘENÍ

K síření rmutů a vína se používá oxid siřičitý v různém skupenství a síří se několika způsoby. Síření se provádí spalováním tuhé síry, přidávkem disiřičitanu draselného a stlačeným kapalným nebo plynným SO_2 . Není povoleno přidávat do vína vodný roztok SO_2 , neboť by došlo ke zředění vína. Síření vína se řídí podle některých zásad. Rozlišuje se několik stupňů síření, které ovšem nejsou přesně vymezené a podle potřeby se mohou dávky oxidu siřičitého měnit. Síření moštů se provádí podle zdravotního stavu hroznu, z kterého se daný mošt získal. Zdravé mošty jsou sířeny slabě a mošty získané z hroznů napadených hnilobou jsou sířeny středně až silně. Nejsilnější síření se provádí u moštů, které se budou přepravovat nebo odkalovat, a to dávkou $50 - 150 \text{ mg/l}$. Dávky oxidu siřičitého přidávaných do vína se určují podle zdravotního stavu a stáří vína. K síření mladých vín se může použít střední až silná dávka. Stará vína jsou sířena slabě, jelikož by se oxid siřičitý ve starém víně neměl na co vázat (Steidl 2002).

Tab. 8: Rozlišení stupně síření (Steidl 2002)

Síření	100% SO ₂ (g.hl ⁻¹)	K ₂ S ₂ O ₅ (g.hl ⁻¹)	Sírné řezy Přibližně (ks. hl ⁻¹)	Uvolněný SO ₂ (mg.l ⁻¹)
Velmi slabé	1,5	3	1/3	15
Slabé	3,0	6	1/2	30
Střední	5,0	10	1	50
Silné	7,5	15	1,5	75
Velmi silné	10,0	20	2	100

4.2.3. POD TLAKEM ZKAPALNĚNÝ SO₂

Pod tlakem zkapalněný plyn oxidu siřičitého se uchovává v ocelových lahvích. Jeho výhody jsou čistota a relativní levnost. Síření se provádí zavedením hadičky do sudu, kterou se odvádí zkapalněný oxid siřičitý přímo do moštu nebo vína. Množství spotřebovaného oxidu siřičitého se zjistí úbytkem hmotnosti ocelové láhve, která je umístěna na vahách (Amarine a Joslyn 1970). Ocelové láhve, v kterých je obsažen zkapalněný oxid siřičitý, mají hmotnost 5, 10, 25 a 50 kg. Při uvolnění se oxid siřičitý stává plynem a rozpouští se ve víně (Steidl 2002).

Síření z ocelových lahví je výhodné tehdy, když se na ocelovou láhev přidá dávkovací zařízení. Dávkovací zařízení umožní lepší manipulaci a dávkování oxidu siřičitého. Dávky budou přesné a snadno se budou aplikovat i ve velkokapacitních nádržích. Dávkovací zařízení obsahuje kalibrovací válec, do kterého je odměřeno přesné množství oxidu siřičitého, a ventil sloužící k vypuštění oxidu siřičitého do vína (Kováš a kol. 1990).

4.2.4. SÍŘENÍ SPALOVÁNÍM PEVNÉ SÍRY

Tato metoda je považována za nejstarší. Vína se nepřímo síří tak, že se do sudů vloží spalovat plátek pevné síry a poté se do sudů stáčí víno. Na azbestových nebo papírových řezech je natavena síra, která se při spalování uvolní a naváže se s kyslíkem. Při spálení 2 g síry vznikne teoreticky 4 g SO₂. Víno absorbuje přibližně 40 % vzniklého oxidu siřičitého. Nevýhodou této metody je nepřesné dávkování (Minarik a Navara 1986, Kuttelvašer 2003).

4.2.5. DISIŘITAN DRASELNÝ

Disiřičitan draselný (pyrosiřičitan draselný, kalium pyrosulfit, K₂S₂O₅), je na trhu ve formě tabletek nebo ve formě bílého prášku. Teoreticky je v jedné molekule K₂S₂O₅ obsaženo 57,66 % oxidu siřičitého, který se v případě kyselého prostředí, jakým je víno nebo mošt, uvolní. Při použití se však uvolní pouze 50 % oxidu siřičitého. Přidáním K₂S₂O₅ se víno částečně odkysluje, což je

dáno reakcí disiřičitanu draselného s kyselinou vinnou, při které vznikne hydrogenvínan draselný, který se vylučuje jako vinný kámen. K síření je možno použít také $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$, pokud chce vinař zabránit uvolnění vinného kamene. Tento disiřičitan sodný vlivem působením kyselin uvolní ze své molekuly až 67 % oxidu siřičitého. S disiřičitanem sodným je možno sířit víno i před lahvováním, neboť sodná sůl kyseliny vinné je rozpustná ve víně a netvoří krystalky. Tím se zabrání nebezpečí vzniku krystalických zákalů. Síření disiřičitanem draselným nebo sodným je velice jednoduché. Vypočítané množství soli se rozpustí v menším množství vína a poté se celý obsah převede do sudu s vínem, kde se dokonale promíchá. Tento prášek je vhodný také k použití k síření rmutů před nakvašením, kdy se rmut tímto práškem posype. Draselná sůl je také vhodná k síření vína v plných sudech, neboť pak není nutno víno stáčet (Kováš a kol. 1990).

4.2.6. NADBYTEK OXIDU SIŘIČITÉHO VE VÍNĚ

Nadměrné množství oxidu siřičitého lze postřehnout čichem, kdy je aroma vína cítit po spalování koksu. Toto aroma přebije samotnou vůni vína, které by mělo být cítit po ovoci. Nadbytek se může také projevit pichlavým drážděním vzadu v nose nebo v krku (Grainger 2009). Nadbytek oxidu siřičitého ve víně lze odstranit provzdušněním vína. Provzdušnění není vhodné u starších vín, neboť je při něm víno ochuzeno o buket a urychluje se u něj stárnutí. Přesířená starší vína se scelují s méně sířenými víny (Malík 1989).

Maximální povolený obsah oxidu siřičitého

1. Celkový obsah oxidu siřičitého ve víně, s výjimkou šumivého a likérového vína, nesmí v okamžiku uvedení do oběhu za účelem přímé lidské spotřeby překročit tyto hodnoty:
 - a) 160 miligramů na litr pro červené víno,
 - b) 210 miligramů na litr pro bílé a růžové víno.
2. Odchylně od bodu 1 písm. a) a bodu 1 písm. b) se zvyšuje horní mez obsahu oxidu siřičitého ve vínech, které obsahují nejméně 5 miligramů na litr nebo více zbytkového cukru přepočteného jako cukr invertní na litr, na
 - a) 210 miligramů na litr pro červené víno a 260 miligramů na litr pro víno bílé a růžové;
 - b) 300 miligramů na litr pro vína, která mohou používat podle předpisů Společenství označení „pozdní sběr“, pro bílá jakostní vína s. o., pro která mohou být použita kontrolovaná označení původu Bordeaux supérieur, Gages de Vayres, pro bílá jakostní vína s. o., pro která mohou být použita označení původu Allela, La Macha, ...
 - c) 350 miligramů na litr pro vína, pro která může být v souladu s předpisy Společenství použito označení „Auslese“ a pro bílá vína, která podle rumunských právních předpisů mohou používat označení „vin supérieur“ s označením původu: Murfatlar, Cotnari, ...
 - d) 400 miligramů na litr pro vína, pro která může být podle předpisů Společenství použito označení „Beerenauslese“ (výběr bobulí), „Trockenbeerenauslese“ (výběr rozinek) a „Eiswein“ (ledové víno), jakož i pro jakostní vína s. o., pro která může být použito označení původu Sauternes, Barsac, Cadillac,...

3. Jestliže je to nutné z důvodu povětrnostních podmínek, může být rozhodnuto, že v určitých vinařských zónách Společenství mohou dotčené členské státy povolit zvýšení celkového obsahu oxidu siřičitého uvedeného v tomto bodu nižšího než 300 miligramů na litr nejvýše o 40 miligramů na litr pro vína vyrobená na jejich území.
4. Členské státy mohou na vína vyrobená na jejich území použít přísnějších předpisů (Nařízení ES 1493/1999).

Množství oxidu siřičitého obsaženého ve víně, které se prodává v členských státech EU, je přísně regulováno předpisy EU. Vyšší množství oxidu siřičitého jsou povolena více pro bílá vína, než červená. Povolena množství pro sladká bílá vína jsou vyšší, než pro suchá bílá vína (Grainger 2009).

4.2.7. VÝROBA VÍNA BEZ SÍRY, SNÍŽENÍ OBSAHU OXIDU SIŘIČITÉHO VE VÍNĚ

V posledních letech probíhají výzkumy, které se zaměřují na snižování dávek oxidu siřičitého nebo dokonce jeho plného odstranění z technologie výroby vína. Při sterilizaci lahví bývá používán ozón, který nahradil oxid siřičitý a velmi se osvědčil. Bohužel použití ozónu v technologii výroby vína není vhodný (Dorr a kol. 2000). Pro zajištění mikrobiální stability bylo testováno i intenzivní ultrafialové záření (Matias a kol. 2016).

4.2.8. SPRÁVNÝ POSTUP PŘI INOKULACI SELEKTOVANÝCH KVASINEK

Jestliže probíhá alkoholové kvašení bez přídavku siřičitanů, probíhá inokulace čisté kultury selektovaných kvasinek do média vysoce kontaminovaného divokými mikroorganismy. Za těchto podmínek mohou divoké kvasinky a mléčné bakterie růst a spotřebovávat asimilovatelný dusík (YAN – yeast assimilable nitrogen), který je základním zdrojem výživy pro kvasinky *Saccharomyces*. Tato spotřeba asimilovatelného dusíku poškozuje mošt právě v prvních hodinách po lisování a vede obvykle k nevyhnutelnému zpomalení kvasného procesu. Aby se vyloučila tato situace, jestliže se nevyužívá SO₂ před alkoholovým kvašením, je doporučena velmi rychlá inokulace čistou selektovanou startovací kulturou kvasinek. Tento postup umožňuje dominanci kvasinek *Saccharomyces* v průběhu kvašení, protože adaptační fáze čisté startovací kultury kvasinek se snižuje. Příprava startovací kultury by měla být provedena přesně v souladu s instrukcemi výrobce:

- Rehydratace aktivních suchých kvasinek v teplé vodě (35-40°C) po dobu 10-15 minut.
- Eventuální přídavek živin během rehydratace (to jsou buněčné stěny kvasinek a thiamin, které jsou důležitými růstovými faktory pro kvasinky).
- Opatrné přidání malého podílu moštu a kvasící hmoty pro usnadnění respektive aklimatizaci kvasinek, a tvorbu mastných kyselin a sterolů (základních faktorů pro metabolismus kvasinek).
- Přídavek startovací kultury do zbytku moštu.

Když probíhá kvašení bez přídavku oxidu siřičitého, doporučuje se kontrola asimilovatelného dusíku. Mošty z biologicky vypěstovaných hroznů nejsou obvykle výrazně bohaté

na asimilovatelný dusík (YAN) a tak potřebují externí dodání. Dodání výživy je vhodné pokud možno před inokulací kvasinek.

Toto opatření (brzká inokulace a řízení obsahu YAN) snižuje riziko zastavení nebo zpomalení alkoholového kvašení a umožňuje úplnou přeměnu cukrů, i bez přídavku oxidu siřičitého. Kromě toho nižší přídavek SO₂ před kvašením může snižovat tvorbu acetaldehydu a tak se minimalizují další přídavky a jejich potenciální aktivita v dalších fázích výroby vína se zlepšuje.

4.2.9. SPOLEČNÁ INOKULACE KVASINEK A MLÉČNÝCH BAKTERIÍ

Tato před krátkou dobou zavedená praxe dovoluje účinné a společné řízení alkoholového kvašení a jablečno-mléčné fermentace. Další detaily k této technologii je možné najít v připojených výsledcích pokusů.

4.2.10. LYSOZYM

Oxid siřičitý je schopný ovlivňovat metabolismus bakterií a z tohoto důvodu představuje jeden z hlavních nástrojů v prevenci před mikrobiální infekcí a také jablečno-mléčnou fermentací (jestliže není požadovaná).

Z tohoto pohledu a na základě různých výzkumných studií, je vhodnou alternativou k siřičitanům použití lysozymu (500 mg/l této bílkoviny izolované z vajec má stejný vliv na mléčné bakterie jako 40 mg/l SO₂). Na rozdíl od siřičitanů je tento konzervační prostředek obzvláště aktivní při vysokých hodnotách pH, a tak může být účinný v určitých kritických podmínkách, které jsou příznivé pro mikrobiální růst. Při používání lysozymu by se měla brát v úvahu jeho bílkovinná povaha, která v kombinaci s fenolickými látkami může způsobovat ztráty barvy v červených vínech. Dále může způsobovat nestabilitu bílkovin u bílých vín. Lysozym je extrahovaný z vajec, a z toho důvodu může být alergenem. Toto riziko spojené s jeho použitím při výrobě vína je závislé na přetrvávání po různě dlouhou dobu po aplikaci, 75–80 % počáteční aktivity je stále stanovitelné v bílých vínech (Ryzlink rýnský) po 6 měsících, zatímco v červených vínech nebyla stanovena žádná zbytková aktivita už po pouhých 2 dnech.

4.2.11. TECHNOLOGIE HYPEROXIDACE A HYPERREDUKCE

Technologie hyperoxidace a hyperredukce mohou být využité ke snížení hladiny oxidu siřičitého v moštu. První technologie představuje masivní přídavek kyslíku nebo vzduchu s cílem úplně oxidovat všechny nestabilní sloučeniny. Hyperredukce je založená na přídavku kyseliny askorbové a dalších antioxidantů k ochraně moštu před oxidativními reakcemi.

4.2.12. KONZERVACE POD INERTNÍMI PLYNY

Přímá reakce mezi siřičitany a molekulárním kyslíkem je pomalá a vyžaduje přítomnost katalyzátorů, jako jsou železo a měď. V moštu je tento druh reakce důležitý díky rychlé oxidaci

katalyzované polyfenoloxidázami. Naproti tomu ve víně, díky jejich relativní pomalosti, mohou ohrozit kvalitu vína až v průběhu zrání vína.

Z tohoto důvodu je velmi důležité udržovat nádoby na víno (nerezové nádoby a dřevěné sudy) absolutně plné během skladování vína, a minimalizovat přítomnost atmosférického O₂ ve volném prostoru nad vínem v tanku nebo sudu. Využití inertních plynů jako dusík nebo argon může být využitelné pro zvýšení hladiny vína v nerezovém tanku. Tyto plyny (na rozdíl od jiných jako je například oxid uhličitý – CO₂) vykazují nízkou rozpustnost v samotném víně a mohou významně snižovat koncentraci kyslíku ve volném prostoru v tanku a tím snižovat riziko oxidace (Ekovin).

Ošetření vína vysokým tlakem 300-500MPa bylo zkoušeno jako náhrada přídavku SO₂. Působením vysokého tlaku se inaktivují mikroorganismy, mění se vlastnosti barviv a údajně se zlepšuje chuť vína (Brionese - Labarca 2017).

Novou technologií je využití chitosan-genipinového filmu. Chitosan může být získán z hub i z krunýřů krevet. Testovaný konpleť byl využit jako zábrana mikrobiální kontaminace i zábrana barevných změn vína (Nunes a kol. 2016).

Byla vyzkoušená náhrada síření vína přídavkem hydroxytyrosolu. Byly sledovány enologické parametry, aroma, barevné změny, antioxidační aktivita a organoleptické vlastnosti. Víno s přídavkem hydroxytyrosolu si zachovalo složení těkavých látek, kyselin a alkoholů, došlo však ke změnám barvy a antioxidační kapacity (Raposo a kol. 2016).

4.3. OXID SIŘIČITÝ – OVOCE A ZELENINA

Použití oxidu siřičitého a siřičitanů se týká ovoce kompotovaného, zeleniny nakládané a sušeného ovoce, případně zeleniny a rozmělněných výrobků (ovocné pomazánky, povidla, protlaky, šťávy, kečupy, koncentráty) a je využíváno v různých fázích technologické výroby jednotlivých skupin výrobků. V této části je uveden stručný přehled využití přímo do potravinové matrice (Garcia-Fuentes 2015, Wang 2016), Siřičitany mohou být také součástí aktivního obalu, který chrání výrobek proti mikrobiální kontaminaci (Hosseinnejad 2014).

4.3.1. OVOCE KOMPOTOVANÉ, ZELENINA NAKLÁDANÁ

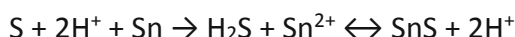
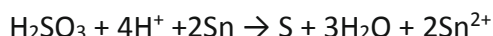
Základním požadavkem na hotový výrobek je pokud možno zachovat původní (typický) tvar, vůni, barvu, popř. i chuť. Při výrobě je nutno zabránit povrchovému hnědnutí ovoce, které je způsobeno činností enzymů. Největší problém se týká loupaného bělodužinného ovoce. Povrchové hnědnutí je významné zejména při diskontinuální výrobě, rychlé kontinuální zpracování tento problém eliminuje. Hlavní zásadou je, že veškeré operace a manipulace až po naplnění konzerv a sterilaci musí být velmi rychlé, přesto u některých bělodužinných druhů hrozí tmavnutí.

Z tohoto důvodu se ovoce namáčí do roztoků ⇒ tzv. antioxidační máčení. Hlavními funkcemi tohoto máčení jsou:

a) zábrana přístupu O₂, popř. zábrana činnosti oxidáz a peroxidáz;

- b) zábrana přístupu O₂, popř. zábrana činnosti oxidáz a peroxidáz + bělicí účinek;
c) zábrana přístupu O₂, popř. zábrana činnosti oxidáz a peroxidáz + bělicí účinek;
+ zpevnění rostlinného pletiva.

Jako máčecí roztoky se používají roztoky NaCl, kyseliny citronové, kyseliny askorbové a roztoky siřičitanů o koncentraci v desetinách procenta. Inaktivují se oxidázy a peroxidázy, blokují fenolické látky a odbarvují se již oxidací vzniklá dosud nezpolymerovaná barviva. Proti používání siřičitanů existuje řada negativních aspektů – jsou zde hygienické námitky (hledání náhrad), dochází k odbarvení přirozených barviv, ztrátě aromatických látek, ztrátě vitamínu B₁. Pokud se požívají plechové konzervy, bývá neodstraněný SO₂ příčinou koroze:



Proto je doporučeno vždy sířit s mírou a ve slabých roztocích, nikdy plynem. Jako roztok chránící před rozrušením řezných ploch ovoce se dříve používal roztok kyseliny citronové a pyrosiřičitanu vápenatého, kdy SO₂ bělí a Ca zpevňuje.

V případě nakládané zeleniny se jedná o použití máčení především u kvěťáku, kdy se doporučuje se máčet v cca 0,2% roztoku pyrosiřičitanu po dobu 30 minut s cílem udržet bílou barvu. Ve finálním výrobku by mělo zůstat asi 10-40 mg SO₂/kg. Dochází zlepšení stability bílé barvy včetně zábrany růžovění a zlepšení stability kyseliny askorbové.

4.3.2. SUŠENÉ OVOCE A ZELENINA

Důležitým zákrokem u výroby sušeného ovoce a zeleniny je inaktivace některých enzymů, především oxidáz a peroxidáz. Běžně se používají tyto metody:

- síření v komorách nebo noření do roztoků,
- předvařování, paření či jiné tepelné zákroky,
- noření do roztoků omezujících činnost oxidáz,
- procukřování, osmotické předsušení,
- u některých málo druhů tento zákrok vůbec odpadá.

Síření je i přes výhrady hygieniků zatím preferováno a to především u „u zranitelných druhů ovoce/zeleniny“ před jinými technickými procesy. Provádí se stykem s roztoky siřičitanů, dříve působením plynného SO₂. Účelem síření je:

- ochrana před oxidací jak během a před sušením, tak po sušení;
- ochrana zejména vitamínu C, karotenu a chlorofylu;
- vybělení nepěkných barevných odstínů - redukce (SO₂ se přitom oxiduje na SO₃);
- umrtvení buněčných stěn - jsou pak mnohem prostupnější pro vypařující se vodu.

Síření nesmí být přehnané, jinak se mění nepřírodně barva, aroma a ve výrobku zůstane nepřijatelně vysoké množství SO₂. Evropská praxe dává přednost síření v roztocích SO₂, nejlépe kontinuálně roztokem siřičitanů o koncentraci cca 0,5-2,0 % v zařízení z nekorodujícího materiálu

Existuje lineární vztah mezi koncentrací máčecího roztoku a obsahem SO₂ v ovoci/zelenině. Rychlost pronikání SO₂ do plodů i rychlost absorpce se snižují se snižující se hodnotou pH.

Síření plynným SO₂ je proveditelné v komorách s hořící sírou nebo externím přívodem SO₂. Při této metodě je pronikání plynu rostlinným pletivem mnohem rychlejší. Nevýhodou je obtížnější kontrola procesu s ohledem na rezidua SO₂ ve finálním výrobku materiálu. Většina zemí od aplikace plynného SO₂ upustila.

4.3.3. ROZMĚLNĚNÉ VÝROBKY

Při konzervaci nerozvařovaného ovoce jako polotovaru se ovoce zalije konzervačním roztokem, kdy nejspolehlivější je roztok kyseliny siřičité o výsledné koncentraci 0,125 % SO₂. Běžně se používá 1 díl roztoku na 3 díly ovoce. Výhodou je jednoduchost postupu, nevýhodou je nespolehlivá inaktivace enzymů pouze použitým konzervačním činidlem. Pektolytické enzymy jsou inaktivovány pouze částečně a ovoce měkne v důsledku rozkladu pektinů, dochází ke ztrátě pektinu využitelného při budoucím rosolování. Dalšími enzymy, které nejsou spolehlivě inaktivovány, jsou proteolytické enzymy. U ovoce jako angrešt a rybíz dochází bez povaření k přílišnému tvrdnutí slupek v SO₂.

U polotovarů získaných povařením, rozvařením se používá řada konzervantů (kyselina sorbová, benzoová), jedním z nich je i oxid siřičitý, který se používá v koncentracích do 0,15-0,2 %. Pro polotovary je to metoda technologicky nejvýhodnější, a proto také nejpoužívanější. Nevýhodou jsou ztráty aroma, barviv, vitamínů, koroze konzervového plechu. Nejčastější aplikace je ve formě roztoků siřičitanů, resp. pyrosiřičitanů nebo plyn (sulfitér či šnekový chlazený výměník s přívodem SO₂ jako součást dochlazování).

Při výrobě klasických ovocných pomazánek se chemické konzervanty přidávat zásadně nesmí, jsou maximálně přípustná rezidua ze zakonzervované suroviny. Při výrobě ovocných pomazánek se sníženým obsahem cukrů je chemická konzervace povolena, naopak při výrobě povidel konzervační látky přidávat není možné.

Při výrobě rajčatového protlaku se chemická konzervace používá dnes výjimečně, zato do rajčatového kečupu jsou konzervanty povoleny.

Macerované ovoce a zelenina zahrnuje nápoje či jemné protlaky tekuté konzistence, které kromě ovocné šťávy obsahují i jemně dispergované části rostlinného pletiva, odstraněny jsou pouze hrubé nepoživatelné části. Patří sem ovocné a zeleninové šťávy a kokteily a dětská výživa. Konzervace se u těchto výrobků provádí výhradně záhřevem.

Při výrobě lisovaných, čířených šťáv a nealko nápojů se používá konzervace sukusu (surová ovocná šťáva) se provádí buď pasterací a aseptickým uložením do velkoobjemových tanků nebo konzervací SO₂. Jedná se o analogie polotovarů pro výrobu pomazánek. SO₂ je možno přidávat v plynném stavu z bomb nebo ve formě siřičitanů, resp. pyrosiřičitanů. V tomto případě je možné použít nenáročné uložení, např. přemístitelné paletové jímky. Před vlastní výrobou finálního

výrobku se musí u surové ovocné šťávy provést desulfítace záhřevem nebo pomocí peroxidu vodíku.

Byla sledována interakce konzervantů použitých do jablečné šťávy s pokusným působením UV záření. Bylo zjištěno, že UV záření snižuje obsah kyseliny askorbové, oxidu siřičitého a sorbanu. Proto bylo doporučeno, aby se přídavky látek nestabilních v UV záření dávkovaly až na konci procesu ozařování (Usaga a kol. 2016).

4.3.4. VÝROBA OVOCNÝCH VÍN

Na rozdíl od vín réвовých se ovocná šťáva před kvašením může upravovat vodou. Hotový výrobek nesmí být označen jako víno, pokud je slovo víno v názvu obsaženo, musí být na první pohled zřejmé, že jde o výrobek z ovoce. Jako suroviny se používají všechny druhy ovoce, při přípravě zákvasu se nejčastěji se vychází ze šťávného koncentrátu, další možnosti jsou čerstvá šťáva, sukus, šťáva přirozeně prokvašená a přikonzervovaná SO_2 . Z pomocných látek se hlavně používají: řepný cukr, sladový výtažek, kyselina citrónová, živné soli amonné, fosforečné a draselné, kulér, tresti, koření a čířidla.

Sled výrobních operací:

úprava šťávy → příprava zákvasu → kvašení zákvasu → školení vína → dezertace
vína → lahvování a expedice.

Z hlediskavyžití SO_2 je styčným bodem šíření zákvasu, které brání oxidací tříslovin provázeným změnou barvy, chuti a zákalu, inhibuje aerobní octové bakterie a křísotvorné kvasinky, používá se v dávkách do 35 – 40 mg SO_2 /litr, kvasinky snáší až 100 mg SO_2 /litr.

SO_2 podporuje tvorbu glycerolu při kvašení, tím zvyšuje obsah extraktu a příznivě ovlivňuje chuť vína. Zasiřené víno obsahuje méně těkavých látek a jeho chuť i vzhled jsou trvanlivější. Síří se vodnými roztoky siřičitanů či pyrosiřičitanů ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$) i zapalováním sirných knotů vždy až po pasteraci, během kvašení se obsah SO_2 sníží oxidací i vyprcháním s CO_2 přibližně na poloviční koncentraci oproti dodané.

4.3.5. DALŠÍ VYUŽITÍ PŘÍDAVKŮ SIŘIČITANŮ A SO_2

Mimo oblast konzervace ovoce a zeleniny jsou zařazeny pokusy s konzervováním masa, návrhy aktivních obalů pro chléb a pečivo (Jideani a Vogt 2015).

Tab. 9: Podmínky použití oxidu siřičitého a jeho sloučenin při výrobě potravin nebo skupin potravin (Vyhláška č. 4/2008 Sb., Příloha 6)

Potravina nebo skupina potravin	NPM SO ₂ mg.l ⁻¹ resp. mg.kg ⁻¹
korýši a hlavonožci čerství a zmrazení a hluboce zmrazení (v jedlém podílu)	150
korýši z čeledi panaeidae solenceridae, aristeidae, (v jedlém podílu):	
- do 80 jednotek*	150
- mezi 80 a 120 jednotkami	200
- přes 120 jednotek	300
korýši a hlavonožci vaření (v jedlém podílu)	50
korýši vaření z čeledi panaeidae solenceridae, aristeidae, (v jedlém podílu):	
- do 80 jednotek	135
- mezi 80 a 120 jednotkami	180
- přes 120 jednotek	270
sušené solené tresky (Gadidae)	200
hamburgerové maso s minimálním obsahem zeleniny a nebo obilovin 4 %	450
analogy masa, rybího masa a korýšů na bázi bílkovin	200
trvanlivé pečivo typu biskvit, kreker	50
křupky	30
neextrudované snacky na bázi brambor a obilovin	50
škroby (kromě škrobů v počáteční kojenecké výživě, pokračovací kojenecké výživě a obilných a ostatních příkrmech)	50
ságo	30
sušené brambory	400
loupané (syrové) brambory	50
syrové výrobky z brambor (včetně zmrazených brambor)	100
bramborové těsto	100
sušená zelenina bílé barvy	400
mletý křen a výrobky z něj	800
zelenina a ovoce v octě, oleji nebo nálevu (kromě oliv)	100
zpracovaná zelenina bílé barvy (včetně zmrazené)	50
sušený zázvor	150
sušená rajčata	200
cibule, česnek a šalotka (zpracované)	300
žlutá paprika ve slaném nálevu	500
vakuově balená cukrová kukuřice	100
zpracované houby (včetně mrazených)	50
sušené houby	100
sušené meruňky, broskve, vinné bobule, švestky a fíky	2 000
sušené banány	1 000
sušená jablka a hrušky	600
ostatní sušené ovoce, ořechy ve skořápce	500
čerstvé liči (v jedlém podílu)	10

Potravina nebo skupina potravin	NPM	SO ₂ mg.l ⁻¹ resp. mg.kg ⁻¹
džemy, rosoly, marmelády (kromě extra džemů a extra rosolů) a podobné výrobky z ovoce včetně výrobků se sníženým obsahem	50	
energie		
džemy, rosoly, marmelády vyrobené ze sířeného ovoce	100	
proslazené, v cukru obalené nebo glazované ovoce a zelenina, nebo ovoce proslazené dosoušené a kůra z angeliky nebo citrusů	100	
dle vyhlášky č. 157/2003 Sb.		
ovocné náplně plněného pečiva	100	
rosolotvorný extrakt z ovoce, tekutý pektin pro prodej konečnému spotřebiteli	800	
sterilované třešně srdcovky, rehydratované sušené ovoce a liči	100	
sterilované plátky citronu balené	250	
sušený kokos	50	
marinované ořechy	50	
ochucovací přípravky na bázi citrusové šťávy	200	
cukry (rafinovaný a afinovaný cukr, cukerný a invertní sirob v sušině), glukóza	10	
ostatní cukry	40	
škrobový sirup	20	
cukrovinky na bázi glukózy, glukózového a škrobového sirupu	50	jen přenosem z těchto zdrojů
sladké dezertní omáčky (toppingy)	40	
pomerančová, grapefruitová, jablečná a ananasová šťáva pro velkoobjemové dodávky do zařízení hromadného stravování	50	
citrónová šťáva, limetová šťáva	350	
ostatní koncentráty na bázi ovocné šťávy, či ovocné měli; capilé groselha	250	
ochucené nápoje na bázi vody s obsahem glukózového sirupu	50	
nejméně 235 g.l ⁻¹ (jen z použitých surovin)		
ochucené nealko nápoje s obsahem zeleninové nebo ovocné šťávy	20	jen přenosem ze sirupů
nealkoholické víno	200	
stolní hroznové víno	10	
cidr, perry, ovocné víno, šumivé a perlivé ovocné víno	200	
medovina	200	
vinný a ovocný ocet	170	
koncentrovaná hroznová šťáva pro domácí výrobu vína	2 000	
syrob a melasa, sirup do salátů (tekutý cukr)	70	
koncentráty na bázi ovocné šťávy obsahující ne méně než 2,5 % ječmene (barley water)	350	
nezkvašená hroznová šťáva pro bohoslužebné účely	70	
destilované alkoholické nápoje obsahující celé hrušky	50	
pivo včetně nízkoalkoholického a nealkoholického	20	
kvasnicové sudové pivo	50	

Potravina nebo skupina potravin	NPM SO ₂ mg.l ⁻¹ resp. mg.kg ⁻¹
hořčice francouzského typu (Dijon)	500
hořčice ostatní	250
želatina	50
Breakfast sausages	450
Longaniza fresca a Butifarra fresca	450
Mostarda di frutta	100
Made wine	260
Salsicha fresca	450
borůvky (pouze Vaccinium corymbosum)	10
skořice (pouze Cinnamomum ceylanicum)	150

Poznámka:

* Jednotkou se rozumí počet ks jedinců na anglickou libru (453,59 g).

** Průvodní certifikát vystavený příslušným orgánem v zemi původu.

4.4. LEGISLATIVA – ALERGENY VE VÍNĚ, VEJCÍCH, MLÉCE

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011 ze dne 25. října 2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům.

Podle údajů Státní zemědělské a potravinářské inspekce (2016) platí pro značení obsahu alergenů ve víně čl. 118 nařízení (EU) č.1308/2013, čl. 51 a příloha X část A nařízení (ES) č. 607/2009, kdy se použijí výrazy „siřičitany“ nebo „oxid siřičitý“, je-li obsah SO₂ vyšší než 10 mg/litr, výraz „vejce“, „vaječná bílkovina“, „výrobky z vajec“, „vaječný lysozym“ nebo „vaječný albumin“, obsahuje-li výrobek stopy vajec či výrobků z vajec, výraz „mléko“, „výrobky z mléka“, „mléčný kasein“ nebo „mléčná bílkovina“, obsahuje-li výrobek stopy mléka nebo mléčných výrobků (viz Obr. 5).



Obr. 5: Piktogramy upozorňující na obsah SO₂, stop vajec či stop mléka (příloha X část B nařízení (ES) č. 607/2009))

Označení alergenu pocházejícího z vajec a mléka platí pro vína, vyrobená zcela nebo částečně z hroznů sklizených v roce 2012 a v následujících letech, která byla opatřena etiketami po 30. červnu 2012. Neoznačit vína je možné v případě, pokud uvedené čířící prostředky nebyly

použity, anebo použity byly a rozbořem dle metodiky OIV u nich byly prokázány hodnoty uvedených látek nižší než 0,25 mg/l (Nařízení Komise (ES) č. 579/2012).

Práce VÚPP

Univerzální bezvaječná směs na přípravu sladkého moučnicku. Osvědčení o zápisu užitého vzoru 26027

Imunoanalytická souprava na detekci alergenů v potravinách. Osvědčení o zápisu užitého vzoru 28653

Imunoanalytická souprava na stanovení alergenů vaječného bílku v potravinách. Osvědčení o zápisu užitého vzoru 17443

Literatura ke kapitole 4

Altunay, N., Gurkan, R. (2016): A new simple UV-Vis spectrophotometric method for determination of sulfite species in vegetables and dried fruits using a preconcentration process. *Anal. Methods*, 8(2), 342-352.

Altunay, N., Gurkan, R., Sertakan, K.(2015): Indirect Determination of Free, Total, and Reversibly Bound Sulfite in Selected Beverages by Spectrophotometry Using Ultrasonic-Assisted Cloud Point Extraction as a Preconcentration Step

Amarine, M. A., Joslyn, M. A. (1970): *Table wines: the technology of their production*, London, England, ISBN 0-520-01657-2.

AOAC Official methods 990.28 Sulfites in Foods, modified M.V. method.

Aplikační list č. 34 Recman laboratorní technika.

Bartošková, M., Farková, M., Lubal. P. (2013): Stanovení siřičitanů ve víně. *Chem. Listy* 107, 219–221.

Briones-Labarca, V., Perez-Wom, Habib, G., Giovagnolli-Vicuna, C., Canas-Sarazua, R., Tabilo-Munizaga, G., Salazar, F.N. (2017): Oenological and Quality Characteristic on Young White Wines (Sauvignon Blanc): Effects of High Hydrostatic Pressure Processing. *J. Food Quality*, (<https://doi.org/10.1155/2017/8524073>).

Chen, L., de Borba, B., Rohrer, J.: Determination of Total and Free Sulfite in Foods and Beverages, Application Note 54, Thermo Fisher Scientific, Sunnyvale, CA, USA

Cheng, X., He, P., Zhong, Z., Liang, G. (2016): Reaction-based probe for hydrogen sulfite: dual-channel and good ratiometric response. *Luminescence*, 31(7), 1372-1378.

Codex alimentarius commission FOOD AND AGRICULTURE WORLD HEALTH ORGANIZATION ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS JOINT OFFICE: JOINT FAO/WHO FOOD STANDARDS PROGRAMME CODEX COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES AND CONTAMINANTS Thirty-fourth Session Rotterdam, The Netherlands, 11-15 March 2002.

de Paula, N.T.G., Barbosa, E.M.O., da Silva, P.A.B., de Souza, G.C.S., Nascimento, V.B., Lavorante, A.F.(2016): In-line electrochemical reagent generation coupled to a flow injection biamperometric system for the determination of sulfite in beverage samples. *Food Chem.*, 203, 183-189.

Dobiáš J.: *Technologie zpracování ovoce a zeleniny I – provizorní učební text.*

Dobiáš J.: *Technologie zpracování ovoce a zeleniny II – provizorní učební text.*

Dorr, H., Rodder, K., John, F. (2000): *Co nevíte o víně*, Praha, ISBN 80-7202-673- 9.

Dostálek P., Dvořák J., Hulín P. (2010): Alergeny v pivu, *Kvasný průmysl* 56(2), 105 – 107.

Dvořák J., Dostálek P. (2008): Význam oxidu siřičitého v pivu, *Kvasný průmysl* 56(2), 105 – 107.

Dvořák, J., Dostálek, P., Čejka, P., Kellner, V., Čulík, J., Horák, T., Jurková, M. (2007): Význam oxidu siřičitého v pivu. Část 2.: Metody stanovení oxidu siřičitého v pivu. *Kvasný průmysl*, 53 (11-12), 338-343.

Dvořák, J., Dostálek, P., Kellner, V., Čejka, P., Čulík, J., Horák, T., Jurková, M. (2008): Význam oxidu siřičitého v pivu. Část 3.: Faktory ovlivňující tvorbu oxidu siřičitého během pivovarského kvašení. *Kvasny Prum.* 54, 142–148.

Food Anal. Methods, 8(8), 2094-2106

Fu, L.M., Ju, W.J., Liu, Ch.Ch., Yang, R.J., Wang, Y.N. (2014): Integrated microfluidic array chip and LED photometer system for sulfur dioxide and methanol concentration detection. *Chem. Engineer. J.*, 243, 421-427.

Garcia-Fuentes, A.R., Wirtz, S., Vos, E., Verhagen, H. (2015): Short Review of Sulphites as Food Additives. *Eur. J. Nutr. Food Safety*, 5(2), 113-120.

Grainger, K. *Wine Quality* (2009): Tasting and Selection, ISBN 978-1-4051-1366-3.

Guerrero, R.F., Cantos-Villar, E. (2015): Demonstrating the efficiency of sulphur dioxide replacement in wine: A parameter review. *Trends Food Sci. Technol.*, 42, 27-43.

Guido, L.F. (2016): Sulfites in beer: reviewing regulation, analysis and role. *Sci. Agric.*, 73(2), 189-197.

Häberle, M., Geier, J., Mahler, V.M. (2017): Contact allergy and intolerance to sulphite compounds: clinical and occupational relevance. *Allergol. J. Int.*, 1-4 (doi: 10,1007/s40629-016-0003-iks).

HI 3822 siřičitany testovací souprava <http://www.hanna-instruments.cz/>, Hanna Instruments Czech s.r.o., firemní literatura.

Hosseinjad, M. (2014): Active packaging for food applications - A review *Int. J. Advanced Biol. Biomed. Res.*, 2(4), 1174-1180.

Jančářová, I., Jančář, L., Náplavová, A, Kubáň, V. (2014): A Role of Reductones in the Monitoring of Sulphur Dioxide Content in Wines during their Maturation and Storage. *Czech J. Food Sci.*, 32 (3), 232-240.

- Jideani, V.A., Vogt, K. (2016): Antimicrobial Packaging for Extending the Shelf Life of Bread – A Review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 56(8), 1313-1324.
- Koch, M., Köppen, R., Siegel, D., Witt, A., Nehls, I. (2010): Determination of Total Sulfite in Wine by Ion Chromatography after In-Sample Oxidation. *J. Agric. Food Chem.*, 58 (17), 9463-9467.
- Kohout, F. (1986): O víně, Praha: Merkur.
- Kosař K. a kol. (2000): Technologie výroby sladu a piva, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a. s., ISBN 80-902658-6-3.
- Kováš, J. a kolektiv, Spracovanie hrozna. Bratislava, 1990, ISBN 80-07- 00313-4.
- Kuttelvašer R, Z. Abeceda vína. Praha: Radix, 2003, ISBN 80-86031-41-3.
- Li, H. a kol. (2008): Mechanisms of oxidative browning of wine. *Food Chem.*, 108, 1- 13.
- Malík, F. Vinářský rok, Bratislava, 1989, ISBN 80-224-0015-7.
- Matias, F., Pinto, A.F., Torgal, I., Alves, M., Gracio, J., Mira, H. (2016): The Ultraviolet radiation (UV-C) for the microbiological stabilization of red wine. *BIO Web of Conferences* 7, 02013 (2016) (doi: 10.1051/bioconf/20160702013) 39th World Congress of Vine and Wine.
- Minarik, E., Navara, A. *Chemia a mikrobiológia vína*, Bratislava, 1986.
- MQuant™ Sulfite Test 1.10013.0001 August 2016
(http://www.merckmillipore.com/CZ/cs/product/Siarczynny-test,MDA_CHEM-110013).
- NAŘÍZENÍ RADY (ES) č. 1493/1999, o společné organizaci trhu s vínem, 1999
- Ni, Z.L., Tang, F.B., Liu, Y.H., Shen, D.Y., Mo, R.H. (2015): Rapid Determination of Low-level Sulfite in Dry Vegetables and Fruits by LC-ICP-MS. *Food Sci Technol. Res.*, 21(1), 1-6.
- Nunes, C., Maricato, E., Cunha, A., a kol. (2016): Chitosan–genipin film, a sustainable methodology for wine preservation. *Green Chem.*, 18, 5331-5341.
- Pastorkova, E., Zakova, T., Landa, P., Novakova, J., Vadlejch, J., Kokoska, L.(2013): Growth inhibitory effect of grape phenolics against wine spoilage yeasts and acetic acid bacteria *E.Int. J. Food Microbiol.*, 161, 209-213.
- Picinelli, A., Bakker, J., Bridle, P. (1994): Model wine solutions: Effect of sulphur dioxide on colour and composition during ageing. *Vitis* 33, 31-35 (1994).
- Plaza, A., Romero, J., Silva, w., Morales, E., Torres, A., Aguirre, M. (2014): Extraction and quantification of SO₂ content in wines using a hollow fiber contactor. *Food Sci Technol. Int.*, 20(7), 501-510.
- Potravinová přecitlivělost: alergie a intolerance, SZÚ Brno 2003
(http://czvp.szu.cz/vedvybor/dokumenty/studie/alerg_2003_3_deklas.pdf).
- Proneco, Kadifit. [online]. [2011-03-25]. www: http://www.proneco.cz/link/info_74.htm

- Ramos, R.M., Goncalves, L.M., Vyskočil, V., Rodrigues, J.A. (2016): Free sulphite determination in wine using screen-printed carbon electrodes with prior gas-diffusion microextraction. *Electrochemistry Communications*, 63(2), 52-55.
- Raposo, R., Ruiz-Moreno, M.J., Garde-Cerdán, T., Puertas, B., Moreno-Rojas, J.M., Zafrilla, P., Gonzalo-Diago, A., Guerrero, R.F., Cantos-Villar, E. (2016): *LWT Food Sci. Technol.*, 65, 214-221.
- Robbins, K.S., Shah, R., MacMahon, S., de Jager, L.S. (2015): Development of a Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry Method for the Determination of Sulfite in Food. *J. Agric. Food Chem.*, 63(21), 5126-5132.
- SCF Opinion of 25 February 1994, SCF reports, 35th series, p. 23
- Scientific Opinion on the re-evaluation of sulfur dioxide (E 220), sodium sulfite (E 221), sodium bisulfite (E 222), sodium metabisulfite (E 223), potassium metabisulfite (E 224), calcium sulfite (E 226), calcium bisulfite (E 227) and potassium bisulfite (E 228) as food additives. *EFSA Journal* 2016, 14(4), 4438.
- Silva, M.M., Cebola Lidon, F., Garrett, A. (2016): Food preservatives – An overview on applications and side effects. *Emirates J. Food Agric.*, 28(6), 366-373.
- Silva, M.M., Lidon, F.C (2016): Food preservatives – An overview on applications and side effects. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 28(6), 366-373.
- Steidl, R. *Sklepní hospodářství*, Valtice, 2002, ISBN 80-903201-0-4.
- URL: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92107.aspx> 11.3.17.
- URL: <http://www.ekovin.cz/ekovin/sekce-ekologicke-produkce/aktualni-postupy-pri-vyrobe-vina-zamerene-na-snizeni-obsahu>
- Usaga, J., Manns, D., Moraru, C.I., Worobo, R.W., Padilla-Zakour, O.I. (2017): Ascorbic acid and selected preservatives influence effectiveness of UV treatment of apple juice. *LWT - Food Science and Technology*, 75, 9-16.
- Vally, H., Misso, N.L.A., Madan, V. (2009): Clinical effects of sulphite additives. *Clinical & Experimental Allergy*, 39, 1643–1651.
- Velíšek, J. *Chemie potravin 3*. Tábor: OSSIS, 1999, ISBN 80-902391-5-3.
- Vogel, W. *Víno z vlastního sklepa*, Vydavatelství VÍKEND, 2010, ISBN 978-80- 7433-026-1.
- Vyhláška č.4/2008 Sb., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin, příloha 6 – Seznam konzervantů povolených při výrobě potravin nebo skupin potravin a podmínky jejich použití.
- Vyncke, W.: Determination of total sulfite in shrimp: a review of methodology. Paper presented at the 14 th meeting of the Working Group on Analytical Methods of the West-European Fish Technologists' Association (WEFTA), Nantes, April 1991.

Wang, W. (2016): Research and Analysis on Agricultural Logistics of Sulfites —Taking an Example of Mushroom. American J. Industr.Business Management, 6, 790-793 (<http://dx.doi.org/10.4236/ajibm.2016.66072>).

Wang, X.W., Liu, J.F., Guan, H., Wang, X.Y., Shao, B., Zhang, J., Liu, L.P., Zhang, N.N. (2016): Determination of Total Sulfur Dioxide in Chinese Herbal Medicines via Triple Quadrupole Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry. Spectroscopy Spectral Anal., 36(2), 527-531.

Wang, X.W., Liu, J.F., Wang, X.Y., Shao, B., Liu, L.P., Zhang, J. (2015b): Direct quantification of total sulfur dioxide in wine using triple quadrupole ICP-MS. Analytical Methods, 7(7), 3224-3228.

Wang, X.Z., Zhao, W.J., Li, L.F., Wang, X.Y., Li, P., Wang, Y., Luo, J.K. (2015a): Fast and sensitive determination of sulfur dioxide in herbal medicines by microchip-based field asymmetric-wave ion mobility spectrometry. Analytical Methods, 7(3), 1036-1045.

Warrick, S. The way to make wine: how to craft superb table wines at home, London, England, 2006, ISBN 100-520-24719-1.

www.r-biopharm.com/products/food-feed-analysis/constituents/enzymatic-analysis/roche-yellow-line/item/sulfite staženo 23.3.17.

Yang, Y., Bai, B., Xu, W., Xu, Z., Zhang, J, Li, W. (2017): A highly sensitive fluorescent probe for the detection of bisulfite ion and its application in living cells. Dyes and Pigments, 136, 830-835.

Zhang, H.Y., Huang, Z.J., Feng, G.Q. (2016): Colorimetric and ratiometric fluorescent detection of bisulfite by a new HBT-hemicyanine hybrid. Anal.Chim. Acta, 920, 72-79.

5. OSTATNÍ DŮLEŽITÉ ALERGENY V POTRAVINÁCH

5.1. ARAŠÍDY

Arašídy, jinak plody podzemnice olejné (*Arachis hypogaea*), jsou plody jednoleté byliny z čeledi bobovitých (*Fabaceae*). Původně pocházejí arašídny z Jižní Ameriky, ale dnes jsou konzumovány na celém světě. Arašídny se vyskytují v potravinách v mnoha podobách, například jako arašídové máslo, ve snackvýrobciích a pečivu typu sušenek, kreker a oplatek. V mnoha potravinách nahrazují vzhledem k ceně jiné ořechy. Jsou složkou múslí tyčinek a směsí. Samostatně se prodává arašídový olej. Pražené a solené arašídny jsou vyhledávanou pochutinou.

Alergenní složkou jsou bílkoviny arašíd. Arašídny obsahují 24-30 % bílkovin, z toho tvoří většinu (85 %) globuliny rozpustné v roztociích solí. 15 % albuminů je frakce rozpustná ve vodě a jsou zde obsaženy i jiné bílkovinné frakce rozpustné v kyselém nebo zásaditém prostředí. Tyto bílkoviny působí až 50 % úmrtím končícíích anafylaxí, prahová dávka je pouze 100 mg až 1 g bílkovin, což představuje 400 mg-4 g arašídové mouky.

V arašídciích bylo identifikováno několik alergenníích bílkovin. Ara h1 a Ara h2 jsou považovány za hlavní alergeny a představují 20 %, resp. 10 % všech bílkovin arašíd (De Meulenauer

a kol. 2005). Ara h1 - conarachin, vicilin - je 7S globulin, tj. zásobní bílkovina. Ara h2 – konglutin – patří mezi 2S albuminy. Ara h1 a Ara h2 zapříčiní většinu alergických reakcí na arašídů. Arachin Ara h3 a velmi podobný protein Ara h4 jsou 11-12S globuliny (Koppelman a kol. 1999, Szymkiewicz a kol. 2010, Iqbal a kol. 2016).

Tyto bílkoviny arašídů jsou tepelně rezistentní a jejich alergenicita se při pražení může paradoxně zvyšovat, pravděpodobnou příčinou jsou změny struktury bílkovinných molekul (EFSA 2004, Cai a kol. 2016, Rao a kol. 2016). Naopak vlivem působení proteolytických enzymů reaktivita alergenů Ara h2 a Ara h3 klesá. (Cabanillas a kol. 2011). V jiné studii byly prokázány změny v rozpustnosti molekul alergenů po tepelném ošetření kombinujícím var a pražení, reaktivitu s IgE však byla zachována (Comstock a kol. 2016). V arašíděch jsou přítomny i další minoritní alergeny (Szymkiewicz a kol. 2010). Ara h 5 je vysoce termostabilní a homologní k rostlinným profilinům. Ara h6 a 7 jsou 2S albuminy podobné zásobní bílkovině konglutinu. Ara h6 je z 60 % homologní k Ara h2 a vnitřní část jeho molekuly je rezistentní k proteolytickým enzymům. Při pražení se podílí na tvorbě komplexů reagujících s IgE (Guillon a kol. 2016) Ara h8 je méně stabilní bílkovina křížově reagující s profilinem Bet v 1. Ara h9 patří do skupiny LTP (lipid transfer protein) a je důležitá hlavně pro populaci žijící kolem Středozevního moře. V arašíděch jsou přítomny i oleoresiny, jejich reaktivita klesá v průběhu pražení (Krause a kol. 2009).

Literatura ke kapitole 5.1

Cabanillas, B., Pedrosa, M. M., Rodriguez, J., Muzquiz, M., Maleki, S. J., Cuadrado, C., Burbano, C., Crespo, J. F. (2011): Influence of enzymatic hydrolysis on the allergenicity of roasted peanut protein extract. *Int. Arch. Allergy Immunol.* 157 (1), 41-50.

Cai, Q., Zhang, W.J., Zhu, Q.Q., Chen, Q. (2016): Influence of heat treatment on the structure and core IgE-binding epitopes of rAra h 2.02. *Food Chemistry* 202, 404-408.

Comstock, S.S., Maleki, S.J., Teuber, S.S. (2016): Boiling and Frying Peanuts Decreases Soluble Peanut (*Arachis Hypogaea*) Allergens Ara h 1 and Ara h 2 But Does Not Generate Hypoallergenic Peanuts. *Plos One*, 11(6), (Article Number: e0157849 doi: 10.1371/journal.pone.0157849).

De Meulenauer, B., De la Court, M., Acke, D., De Meyere, T., van de Keere, A. (2005): *Food Agric. Immunol.* 16(2), 129-148.

Guillon, B., Bernard, H., Drumare, M.F., Hazenbrouck, S., Adel-Patient, K. (2016): Heat processing of peanut seed enhances the sensitization potential of the major peanut allergen Ara h 6. *Molecular Nutr. Food Res.* 60 (12), 2722-2735.

Iqbal, A., Shah, F., Hamayun, M., Ahmad, A., Hussain, A., Waqas, M., Kang, S.M., Lee, I.J. (2016): Allergens of *Arachis hypogaea* and the effect of processing on their detection by ELISA. *Food Nutr. Res.*, 60, (10.3402/fnr.v60.28945).

Koppelman, S.J., Bruijnzeel-Koomen, C.A.F.M., Hessing, M., de Jonghi, H.H.J. (1999): *J. Bio.Chem.* 274 (8), 4770–4777.

Krause, S., Reese, G., Randow, S., Zennaro, D., Quaratino, D., Palazzo, P., Ciardiello, M. A., Petersen, A., Becker, W. M., Mari, A. (2009): Lipid transfer protein (Ara h 9) as a new peanut allergen relevant for a Mediterranean allergic population. *Journal of Allergy & Clinical Immunology* 124 (4), 771-778.

Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (2004): *The EFSA Journal* 32, 1–197.

Rao, H., Tian, Y., Tao, S., Tang, J., Li, X., Xue, W.T. (2016): Key factors affecting the immunoreactivity of roasted and boiled peanuts: Temperature and water. *LWT-Food Sci Technol.* 72, 492.

Szymkiewicz, A. Peanut (*Arachys hypogea*) Allergens. In Jendrychowski, L., Wichers, H.J. (2010): *Chemical and Biological Properties of Food Allergens*. CRC Press, Boca Raton.

5.2. OŘECHY

Alergie na ořechy může probíhat prudce a může zasáhnout jak dýchací cesty tak více orgánů současně. Na ořechy připadá velký podíl všech anafylaktických reakcí na potraviny. Přehled alergenů ořechů i dalších suchých plodů je uveden v tabulce č. 1. Jsou zde zařazeny alergeny lískových ořechů (Costa a kol. 2016), vlašských ořechů (Costa a kol. 2013) i plodů ořešáku černého (Zhang a kol. 2017), pekanu (Zhang a kol. 2016), para ořechů (Bartolomé a kol. 1997), kešu (Reitsma a kol. 2016, Mendes 2017 in press), makadomských a piniových ořechů (Zhang a kol. 2016, Cabanillas a kol. 2016). Většina alergenů ořechů patří do skupiny zásobních bílkovin, ale náleží sem i PR proteiny a strukturní bílkoviny. 2S albuminy jsou zásobní bílkoviny senzibilizující prostřednictvím trávicího traktu. Jsou vysoce stabilní a předpokládá se, že jsou schopné projít přes střevní sliznici a vyvolat imunitní odpověď. Tato imunitní reakce může být pak do značné míry ovlivněna vazbou bílkovin v potravinové matici (Moreno a Clemente 2008). Mezi proteiny strukturní patří profiliny. Jsou to panalergeny rostlin přítomné v pylu, semenech, čerstvém ovoci a zelenině.

Mezi alergeny ořechů byly zaznamenány četné křížové reakce dané podobností aminokyselinové sekvence molekul, např. alergeny kešu a ostatních ořechů (Archila a kol. 2016), stejně tak existuje homologie mezi alergeny ořechů a alergeny břízy nebo jablek. Tento stav odpovídá taxonomickému zařazení druhů a jejich (byť někdy dost vzdálenou) příbuzností. Líska patří do skupiny Betulaceae, kde jsou druhy, jejichž pyl působí respirační problémy. Ořešák, mandloň, kešu jsou vzdáleně příbuzné spolu se sezamem se skupinou miříkovitých rostlin, jako je celer a mrkev. Pekan je blízký příbuzný ořešáku, mandloň je zařazena do čeledi růžovitých spolu s jabloní, švestkami apod. Jedlý kaštanovník je příbuzný s dubem a bukem. Uotila a kol. (2016) studovali křížovou senzibilizaci mezi pylem břízy a ořechy. Mezi osobami alergickými na břízu bylo 84 % alergických na lískové ořechy, 71 % na mandle a 60 % na arašídý. Alergie na ořechy s rostoucím věkem částečně vyhasínala. Křížové reakce byly zaznamenány u sér pacientů reagujících na ořechy, nejvíce u kešu a pistácií a pak u pekanu a vlašských ořechů.

V potravinách se setkáváme s ořechy zejména v pekařských a cukrářských výrobcích, v múslí směsích a tyčinkách, ve zmrzlině, sýrech, v paštikách a snack výrobcích. Lískové ořechy a mandle jsou surovinami pro přípravu nápojů jako alternativ ke kravskému mléku. Vzhledem k vysoké ceně jsou občas dražší druhy ořechů předmětem falšování, tj. je snaha nahradit drahé ořechy levnější alternativou. Byly sledovány změny alergenicity bílkovin ořechů v závislosti na intenzitě záhřevu, ve většině případů však zůstala imunoreaktivita i po dosti drastickém tepelném zásahu z větší části zachována. Například studie ukazující, že pražení snižuje alergenicitu lískových ořechů u osob reagujících na syrové ořechy a pyl břízy. Tepelné ošetření snižuje alergenicitu frakce PR-10 proteinů lískových ořechů a mandlí. Alergenní potenciál nespecifických lipid transfer proteinů a zásobních proteinů ořechů se během záhřevu nemění, tyto bílkoviny jsou tepelně stabilní (Masthoff a kol. 2013). Vlivem pražení při 132 °C a 180 °C na rozpustnost a imunoreaktivitu bílkovin vlašských ořechů se zabývali Downs a kol. (2016). Při nejintenzivnějším záhřevu byl zaznamenán významný pokles rozpustnosti sledovaných bílkovin, imunoreaktivita však byla zachována. Pokud byl intenzivní záhřev kombinován s využitím techniky vysokého tlaku, alergenita bílkovin vlašských ořechů klesla. Pokud byl ale zkoušen vliv vysokého tlaku za chladu, ke změnám alergenicity nedošlo (Cabanillas a kol. 2014).

Silným alergenem jsou i sezamová semena, která se svým využitím podobají ořechům. Kromě pekařských výrobků je ale můžeme najít také v některých směsích koření. Alergeny sezamu jsou rovněž zařazeny v tabulce 1 (Patel a Bahna 2016). Kromě suchých plodů vyjmenovaných v Nařízení 1169/2011 jsou vzhledem k možnosti křížových reakcí v tabulce č. 1 uvedeny i alergeny kokosu, jedlých kaštanů a slunečnice (Ukleja-Sokolowska a kol. 2016, Polk a kol. 2016, Lee a kol. 2005).

Tab. 10: Přehled hlavních alergenů suchých skořápkových plodů a semen

Plodina česky	Plodina latinsky	Plodina anglicky	Alergen	Skupina alergenů
ořešák královský	<i>Juglans regia</i>	walnut	Jug r 1	2S albumin
(vlašský ořech)			Jug r 2	7S vicilin
			Jug r 3	LTP
			Jug r 4	legumin
			Jug r 5	profilin
ořešák černý	<i>Juglans nigra</i>	black walnut	Jug n 1	2S albumin
			Jug n 2	vicilin
pekan	<i>Carya illinoensis</i>	pecan nut	Car i 1	napin, 2S albumin
			Car i 2	vicilin
			Car i 4	legumin
para	<i>Bertholletia excelsa</i>	brasil nut	Ber e 1	2S albumin
			Ber e 2	11S globulin

Plodina česky	Plodina latinsky	Plodina anglicky	Alergen	Skupina alergenů
líška	<i>Corylus avellana</i>	hazelnut	Cor a 1	Bet v 1 homolog
			Cor a 2	profilin
			Cor a 8	LTP
			Cor a 9	11S globulin
			Cor a 11	7S vicilin, globulin
			Cor a 12	oleoresin
			Cor a 13	oleoresin
			Cor a 14	2S albumin
			Cor a Thaumatin	Thaumatin
			Cor a Heat Shock Protein	
mandle	<i>Prunus dulcis</i>	almond	Pru du Conglutin	konglutinin gama
	<i>Amygdalus communis</i>		Pru du 2s	2S albumin
			Pru du LPT	lipid transfer protein
			Pru duAmandin	11S legumin
			Pru du LPT	
			Pru du 4	profilin
			Pru du 5	kyselý ribozomální protein
			Pru du Conglutin	konglutin
			Pru du Amandin	11S legumin,
sezam	<i>Sesamum indicum</i>	sesame seed	Ses i 1	2S albumin
			Ses i 2	2S albumin, zásobní
			Ses i 3	7S vicilin, zásobní
			Ses i 4	oleoresin
			Ses i 5	oleoresin
			Ses i 6	11S globulin
			Ses i 7	11S globulin
			Ses i profilin	profilin
kešu	<i>Anacardium occidentale</i>	cashew nut	Ana o1	7S vicilin
			Ana o2	11S globulin, legumin
			Ana o3	2S albumin
			Ana o Profilin	
kokosový ořech	<i>Cocos nucifera</i>	coconut	Coc n 7S globulin	
			Coc 11S globulin	
			Coc S profilin	

Plodina česky	Plodina latinsky	Plodina anglicky	Alergen	Skupina alergenů
jedlý kaštan	<i>Castanea sativa</i>	Sweet chestnut	Cas s 5	chitináza
			Cas s 8	LTP
"piniové" oříšky	<i>Pinus edulis</i>	Pine nut	Pin p 1	2S albumin
			proteiny 66-68kDa, 17 kDa	
makadam. ořechy	<i>Macadamia integrifolia</i>	Macadamia nut		vicilin
			17,4kDa	
pistácie	<i>Pistacia vera</i>	pistachio	Pis v 1	2S albumin
			Pis v 2	11S globulin
			Pis v 3	vicilin
			Pis v 4	superoxid dismutáza
				LTP
slunečnice	<i>Helianthus annuus</i>	sunflower		2S albumin, zásobní bílkovina
			Hel a1	defensin like protein
			Hel a2	profilin
			Hel a3	nsLTP1
arašídý	<i>Arachis hypogea</i>	peanut	Ara h 1	vicilin, zásobní bílkovina
			Ara h 2	konglutin, zásobní bílk., trypsin inhibitor
			Ara h 3	11S globulin, podobný glycininu, zásobní bílkovina, trypsin inhibitor
			Ara h 4	zásobní bílkovina, podobná glycininu
			Ara h 5	profilin
			Ara h 6	2S albumin
			Ara h 7	2S albumin
			Ara h 8	Bet v 1 homolog
			Ara h 9	LPT
				Ara h oleoresin
	Ara h Agglutinin			

Literatura ke kapitole 5.2

- Archila, L.D., Chow, I.T., Mc Ginty, J.W., Renand, A., Jeong, D., Robinson D., Farrington, M.L., Kwok, W.W. (2016): Ana o 1 and Ana o 2 cashew allergens share cross-reactive CD4(+) T cell epitopes with other tree nuts. *Clin. Exp. Allergy*, 46 (6), 871-883.
- Armentia, A., Pineda, F., Palavios, R., Martín-Gil, J., Miguel, A.S., Arenal, J.J., Tejedor, J., Teff, B.M.(2014): Utility of opium seed extract tests in preventing hypersensitivity reactions during surgery. *Allergol. Immunopathol.*, 42 (1), 56-63.
- Bartolomé, B., Méndez, J.D., Armentia, A., Vallverdu, A., Palacios, R. (1997): Allergens from Brazil nut: immunochemical characterization. *Allergol. Immunopathol.*, 25 (3), 135-144.
- Cabanillas, B., Maleki, S.J., Rodriguez, J., Cheng, H., Teuber, S., Wallowitz, M.L., Muzquiz, M., Pedrosa, M.M., Linacero, R.(2014): Allergenic properties and differential response of walnut subjected to processing treatments. *Food Chemistry* 157, 141-147.
- Cabanillas, B., Crespo, J.F., Maleki, S.J., Rodriguez, J., Novak, N. (2016): Pin p 1 is a major allergen in pine nut and the first food allergen described in the plant group of gymnosperms. *Food Chemistry* 210, 70-77.
- Costa, J., Carrapatoso, I., Oliveira, M.B.P.P., Mafra, I. (2013): Walnut allergens: molecular characterization, detection and clinical relevance. *Clin. Experiment. Allergy* 44, 319-341.
- Costa, J., Mafra, I., Carrapatoso, I., Oliveira, M.B.P.P. (2016): Hazelnut Allergens: Molecular Characterization, Detection, and Clinical Relevance. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 56 (15), 2579-2605.
- Downs, M.L., Simpson, A., Custivic, A., Semic-Jusufagic, A., Bartra, J., Fernandez-Rivas, M., Taylor, S.L., Baumert, J.L., Mills, E.N.C.(2016): Insoluble and soluble roasted walnut proteins retain antibody reactivity. *Food Chemistry* 194, 1013-1021.
- Lee, S.K., Yoon, S.H., Kim, S.H., Choi, J.H., Park, H.S. (2005): Chestnut as a Food Allergen: Identification of Major Allergens. *J. Korean Med. Sci.* 20, 573-8.
- Masthoff, L.J., Hoff, R., Verhoeck, K.C.M., van Os-Medendorp, H., Michelsen-Huisman, A., Baumert, L., Pasmans, S.G., Meijer, Y., Knulst, A.C. (2013): A systematic review of the effect of thermal processing on the allergenicity of tree nuts. *Allergy* 68, 983-993.
- Mendes, C., Costa, J., Vicente, A.A., Mafra, I., Oliveira, M. (2016): Cashew Nut Allergy: Clinical Relevance and Allergen Characterisation. *Clin Rev Allergy Immunol.* 1-22 Epub 2016 Sep 1 (doi:10.1007/s12016-016-8580-5).
- Moreno, F.J., Clemente, A. (2008): 2S Albumin Storage Proteins: What Makes them Food Allergens? *Open Biochem. J.* 2, 16-28 (<http://www.allergenonline.org> 11.4.2017).
- Patel, A., Bahna, S.L. (2016): Hypersensitivities to sesame and other common edible seeds. *Allergy* 71 (10), 1405-1413.
- Polk, B.I., Dinakarbandian, D., Nanda, M., Barnes, C., Dinakar, C (2016): Association of tree nut and coconut sensitizations. *Annals Allergy Asthma Immunol.* 117 (4) 412-416.

Reitsma, M., Bastiaan-Net., S., Sforza, S., van der Valk, J.P.M., van Wijk, R.W., Savelkoul, H.F.J., de Jong, N.W., Wichers, H.J. (2016): Purification and Characterization of *Anacardium occidentale* (Cashew) Allergens Ana o 1, Ana o 2, and Ana o 3. *J. Agric. Food Chem.* 64 (5), 1191-1201.

Ukleja-Sokolowska, N., Gawronska-Ukleja, E., Žbikovska-Gotz, M., Bartuzi, Z., Sokolowski, L. (2016): Sunflower seed allergy. *Int. J. Immunopathol. Pharm.* 29 (3), 498-503.

Uotila, R., Kukkonen, A.K., Pelkonen, A.S., Makela, M.J. (2016): Cross-sensitization profiles of edible nuts in a birch-endemic area. *Allergy* 71 (4), 514-521.

Van Gasse, A.L., Hagendorens, M.M., Sabato, V., Brindts, Ch.H., De Clerc, L.S., Ebo, L.G. (2015): IgE to Poppy Seed and Morphine Are Not Useful Tools to Diagnose Opiate Allergy *J.Allergy Clin. Immunol.* 3 (3), 396-399.

Zhang, Y.Z., Du, W.X., Fan, Y.T., Yi, J., Lyu, S.C., Nadeu, K.C., Thomas, A.L., McHugh, T.(2017): Purification and Characterization of a Black Walnut (*Juglans nigra*) Allergen, Jug n 4. *J.Agric. Food Chemistry* 65 (2), 454-462.

Zhang, Y.Z., Du, W.X., Fan, Y.T., Yi, J., Lyu, S.C., Nadeu, K.C., McHugh, T.H. (2016): Identification, characterization, and initial epitope mapping of pine nut allergen Pin k 2 *Food Res. Int.* 90, 268-274.

Zhang, Y.Z., Lee, B.R., Du, W.X., Lyu, S.C., Nadeu, K.C., Grauke, L.J., Zhang, Y., Wang, S., Fan, Y.T., Yi, J., McHugh, T.H. (2016): Identification and Characterization of a New Pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] Allergen, Car i 2. *J.Agric. Food Chem.* 64 (20), 4146-4151.

5.3. JABLKA

Majoritním alergenem jablek v Evropě i Severní Americe je 18 kDa protein Mal d1 . Obsah Mal d1 v jablku závisí na odrůdě jablek, na stupni zralosti a fázi skladování. U skladovaných jablek je obsah alergenu vyšší než u jablek čerstvě sklizených. Předpokládalo se, že nejvíce alergenní částí jablka je slupka. Mal d1 patří do skupiny PR10 proteinů typu ribonukleáz, které se zapojují do ochrany plodů proti bakteriálním a houbovým chorobám. Vykonává také transportní funkci pro nepolární složky (Rur 2007, Poltinieri a Hong 2015).

Počáteční senzibilizace je spojena s expozicí pacienta březovým pylem, protože oba tyto alergeny jsou homologní. To platí pro 70 % osob alergických na březový pyl. Výsledkem senzibilizace je nejčastěji orálně alergický syndrom (OAS). Výzkum ukázal, že Mal d1 a Bet v 1 mají podobné prostorové uspořádání (Alhamer a kol. 2017 a 2017) V séru čínských alergiků byly hledány IgE proti pylu břízy a alergenu jablek. V sérech pacientů s IgE namířených proti alergenu břízy byly současně nalezeny IgE proti alergenům jablka a sóji (Hao a kol. 2016). Jablko působí jednak OAS a jednak všeobecné příznaky. U pacientů s alergií na jablko rozborů prokázaly 43,2% podíl OAS a 56,8 % systémové příznaky. Středoevropská populace reaguje nejvíce na Mal d1 x Bet v 1 a Bet v 2 x Mal d4 (Gomez a kol. 2014).

Alergická reakce na jablka bývá obvykle mírná. Imunitní systém tvoří IgE protilátky a výsledkem je orálně alergický syndrom (OAS) jako alergická reakce na proteiny v potravinách rostlinného původu, které se svou strukturou podobají sezónním pylovým alergenům. Příznaky jsou omezeny na dutinu ústní a jsou obecně krátkodobé. Hlavním projevem je svědění a pálení v ústech a hrdle, v těžších případech ale také otoky. Plodiny, které mohou takto vyprovokovat zkřížené reakce s pylovými alergeny, jsou především hlavní druhy ovoce a zeleniny, zelená nať bylin a koření, mandle a ořechy a luštěniny (Danahy 2016) OAS hrozí hlavně při konzumaci syrového ovoce a zeleniny, protože za vysoké teploty, oxidací nebo vlivem enzymové hydrolýzy alergenita klesá.

V jablkách byly nalezeny ještě další alergeny. Minoritní alergen Mal d2 patří do skupiny PR5 thaumatinů a má na svědomí prudké alergické reakce. Alergen Mal d4 pak patří do skupiny profiinů (Poltronieri a Hong 2015).

Nespecifický lipid transfer protein (nsLTP) Mal d3 patří mezi rostlinné panalergeny. Byly sledovány křížové reakce mezi těmito bílkovinami různého původu i křížové reakce s pylovými alergeny. (Morales a kol. 2014)

Jablka jsou velmi oblíbené ovoce pro přímý konzum i pro průmyslové zpracování. Proto se stále hledá možnost, jak snížit alergenitu jablek. Na VÚPP bylo provedeno modelové sledování chování rekombinantních alergenů jablek a mrkve při vystavení kombinaci vysokého tlaku a teploty po různou dobu ošetření. Byl testován vliv na alergenitu za tlaku 400-550 MPa při 25 °C a také reakce na změny teploty v rozmezí 30-50 °C při tlaku 500 MPa. U alergiků na břízu byl proveden test aktivace bazofilů a séra těchto osob byla testována metodou Western blot. Za vysokého tlaku a mírné teploty se nepodařilo snížit alergenitu rMal d1, i když při analýze metodou cirkulárního dichroismu byly zaznamenány změny prostorového uspořádání alergenu (Šetinová a kol. 2009)

Hledaly se odrůdy jablek s přirozeně nízkým obsahem Mal d1 mezi odrůdami Boskopské, Elina, Topas, Santana, Pinova. Bylo provedeno stanovení alergenu na počátku a v průběhu skladování po dobu 44 týdnů. Nejméně alergenu bylo nalezeno v odrůdě Santana, pak následovala Pinova a pak Elise. Jablka s nízkým obsahem Mal d1 nebyla ze skupiny Golden Delicious. Bude nutná genová manipulace zasahující do syntézy bílkovin (Gomez a kol. 2014). Takto byla získána odrůda jablka Elstar se potenciálně sníženou alergenitou. Genovou manipulací bylo provedeno utlumení genu kódující hlavní alergen jablka Mal d 1. Produkce alergenu je pak jen 0,1-6,4 % nebo v druhé linii 0,2-9,9 % původního obsahu. Při pokusném testu s alergickými pacienty polovina z nich nehlásila po konzumaci jablka žádné symptomy (Dubois a kol. 2015).

Literatura ke kapitole 5.3

Alhammer, L., Grutsch, S., Tollinger, M. (2016): NMR resonance assignments of the major apple allergen Mal d 1. *Biomol. NMR Assignments*, 10 (2), 287-290.

- Alhamer, L., Grutsch, S., Kamenik, A.S., Liedel, K.R., Tollinger, M. (2017): Structure of the Major Apple Allergen Mal d 1. *J. Agric. Food Chem.* 65, 1606–1612.
- Danahy A. (2016): Oral Allergy Syndrome, Cinahl Information Systems, Glendale, CA September 16.
- Dubois, A.E.J., Pagliarani, G., Brouwer, R.M. a kol. (2015): First successful reduction of clinical allergenicity of food by genetic modification: Mal d 1-silenced apples cause fewer allergy symptoms than the wild-type cultivar. *Allergy*, 70 (11), 1406-1412.
- Gomez, F., Aranda, A., Campo, P. a kol. (2014): High Prevalence of Lipid Transfer Protein Sensitization in Apple Allergic Patients with Systemic Symptoms. *PLOS ONE*, 9 (9), e107304, DOI: 10.1371/journal.pone.0107304.
- Hao, G.D., Zheng, Y.W., Wang, Z.X., Kong, X., Song, Z.J., Lai, X.X., Spangfort, M.D.(2016):High correlation of specific IgE sensitization between birch pollen, soy and apple allergens indicates pollen-food allergy syndrome among birch pollen allergic patients in northern China. *J Zhejiang Univ-Sci B (Biomed & Biotechnol)* 17 (5),399-404.
- Kiewning, D., Schmitz-Eiberger, M. (2014): Effects of long-term storage on Mal d 1 content of four apple cultivars with initial low Mal d 1 content. *J. Sci. Food Agric.*, 94 (4), 798-802.
- Morales, M., Lopez-Matas, M.A., Moya, R., Carnes, J. (2014): Cross-reactivity among non-specific lipid-transfer proteins from food and pollen allergenic sources. *Food Chemistry* 165, 397-402.
- Poltronieri, P., Hong, Y. (2015): Applied plant genomics and biotechnology Woodhead Publishing Limited, Cambridge.
- Rur, M.: Localization of the main allergy protein in two apple cultivars grown in Sweden. Bachelor project in the Danish-Swedish Horticulture programme 2007: 03. (ISSN 1652-1579)
- Šetinová, I., Honzová, S., Trnková, B., Heroldová, M., Vávrová, H., Kučera, P., Houška, M., Gabrovská, D., Strohalm, J., Paulíčková, I., Julínek, O., Urbanová, M. (2009): Vliv vysokého tlaku na snížení alergenicity proteinů rMal d1 a rDau c1 a orientační kvantifikace jejich obsahu v jablku Golden Delicious a mrkvi. *Alergie* 2, 102-115.

5.4. CELER

Velmi nebezpečnou alergenní plodinou je celer. Mezi alergeny celeru je zařazeno 5 bílkovin (InformAll 2017). Hlavní alergenní bílkovinou je Api g1 ze skupiny PR-10 bílkovin (pathogenesis-related protein), do stejné skupiny patří i alergen Api g2, Api g4 je profilin a Api g5 je ze skupiny FAD oxidoreduktáz (oxygen-dependent FAD-linked oxidoreductase family).

Alergie na celer patří ve střední Evropě mezi nejběžnější alergie spojené s alergií pylovou, byly pozorovány reakce po konzumaci syrového kořene i celeru po technologické úpravě. Známa je totiž křížová reaktivita u pacientů s alergií na celer, kteří současně reagují na mrkev, petržel a další rostliny z čeledi miříkovitých (*Apiaceae*), na další zeleniny a také na pyl břízy nebo pelyňku

(Steinman 2017). Příčinou je homologie jedné skupiny alergenních bílkovin obsažených v těchto rostlinách (Yamamoto a kol. 1997, Faeste a kol. 2010, Ballmer-Weber a kol. 2000).

Po tepelné úpravě zůstává alergenní potenciál bílkovin celeru částečně zachován (Jankiewicz a kol. 1997). Sušený celer (nať i kořen, ale i semena celeru) jsou součástí kořenících směsí, instantních polévek a omáček. Celer bulvový i řapíkatý je surovinou pro přípravu salátů a dalšího lahůdkářského zboží. Příznaky alergie jsou lokální, jako je orálně alergický syndrom i systémové. Prahová dávka není známa, téměř polovina pacientů reaguje při konzumaci 700 mg celeru. EFSA řešila bezpečnost oleje izolovaného z listů a semen celeru. Pokud je izolace prováděna destilací s vodní parou, měl by být produkt bezpečný. U ostatních způsobů získávání olej nebyl k dispozici dostatek informací (EFSA 2004).

Literatura ke kapitole 5.4

Ballmer-Weber, M.D., Vieths, S., Lüttkopf, D., Heuschmann, P., Wüthrich, B. (2000): Allergen Data Collection: Celery (*Apium graveolens*). Internet Symposium on Food Allergens 2 (3): 145-167 (<http://www.food-allergens.de/password/PDF-downloads/complete-data/celery.pdf>).

Faeste, C.K., Jonscher, K.R., Sit, L., Klawiter, J., Lovberg, K.E., Moen, L.H. (2010): Differentiating cross-reacting allergens in the immunological analysis of celery (*Apium graveolens*) by mass spectrometry. *J. AOAC Int.* 93(2), 451-461.

InformAll databáze Allergy information for: Celery, Celeriac (*Apium graveolens*) 2.4.2017 <http://research.bmh.manchester.ac.uk/informall/allergenic-food/?FoodId=18>

Jankiewicz, A., Baltés, W., Bogl, K.W., Dehne, L., Jamin, A., Hoffmann, A., Hausteiner, D., Vieths, S. (1997): Influence of food processing on the immunochemical stability of celery allergens. *J. Sci. Food Agric.* 75(3), 359-370.

Steinman, H.: Celery <http://www.phadia.com/en/Products/Allergy-testing-products/ImmunoCAP-Allergen-Information/Food-of-Plant-Origin/Vegetables/Celery/> staženo 2.4.2017.

The EFSA Journal (2004): 155, 1-6 Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to a notification from EFA on celery leaf oil, celery seed oil and celery oleoresin pursuant to Article 6 paragraph 11 of Directive 2000/13/E

Yamamoto, M., Torikai, S., Oeda, K. (1997): A major root protein of carrots with high homology to intracellular pathogenesis-related (PR) proteins and pollen allergens. *Plant Cell Physiol.* 38 (9), 1080-1086.

5.5. HOŘČICE

Hořčice jako potravinářský výrobek se připravuje ze semen hořčičných rostlin. Jedná se zejména o hořčici bílou (*Sinapis alba*) využívanou pro výrobu plnotučné hořčice a brukev sítinovitou (brukev, hořčici sarepskou, *Brassica juncea*). Tmavosemenné odrůdy této hořčice se využívají na výrobu kremžské hořčice a žlutosemenné odrůdy do výrobků orientálního typu. Na

výrobu křemžských hořčic se dále používají i semena brukve černé (*Brassica nigra*). Pokud jde o prevalenci, alergie na hořčici je asi pátou až šestou nejčastější potravinovou alergií. Její výskyt úzce souvisí se spotřebou hořčice v dané oblasti (Vavreinová a kol. 2003)

Hlavním alergenem bílé hořčice je protein o molekulové hmotnosti 14 kDa označovaný jako Sin a1, který patří do skupiny zásobních bílkovin a je také přiřazovaný mezi inhibitory amyláz. Minimální dávky proteinu Sin a1 vyvolávající alergickou reakci se pohybují v mikrogramových množstvích. Dalším významným alergenem je Bra j1, alergen hořčice *Brassica juncea* (Monsalve a kol. 2001, Steinman 2017). Oba proteiny jsou rezistentní k proteolýze trypsinem, chymotrypsinem a pepsinem. Odolávají teplotám nad 88 °C. Alergické reakce na hořčici včetně anafylaxe byly už dokumentovány v řadě studií a setkáváme se s nimi i u malých dětí (The EFSA Journal, 2004, Rancé a kol. 2000; Palgan a kol. 2016, Monreal a kol. 1992).

Literatura ke kapitole 5.5

Monreal P., Botey J., Pea M., Marín A., Eserverri J.L. (1992): Mustard allergy. Two anaphylactic reactions to ingestion of mustard sauce, *Ann. Allergy* 69, 317-320.

Monsalve, R.I., Villalba, M., Rodriguez, R. (2001): Allergy to Mustard Seeds: The Importance of 2S Albumins as Food Allergens. *Internet Symposium on Food Allergens* 3(2) (<http://www.food-allergens.de>).

Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission relating to the evaluation of allergenic foods for labelling purposes, *The EFSA Journal* (2004): 32, 1-197.

Palgan, K., Zbikowska-Gotz, M., Bartuzi, Z.: Dangerous anaphylactic reaction to mustard. *Arch. Med. Sci.*, (doi: 10.5114/aoms.2016.60580).

Rancé F., Abbal M., Dutau G. (2000): Mustard allergy in children, *Allergy* 55, 496-500.

Steinman, H.: Mustard <http://www.phadia.com/en/Products/Allergy-testing-products/ImmunoCAP-Allergen-Information/Food-of-Plant-Origin/Spices/Mustard/> 2.4.2017.

Vavreinová, S., Gabrovská, D., Rysová, J., Hanák, P., Prošková, A. (2003): Alergeny v potravinách rostlinného původu. Vědecký výbor fytosanitární a životní prostředí, VÚRV Praha.

5.6. LUPINA

Lupiny jsou jednoleté byliny z čeledi bobovitých (*Fabaceae*). Pro potravinářské využití se pěstují lupina bílá (*Lupinus albus*, white lupin), lupina žlutá (*L. luteus*, yellow lupin), lupina úzkolistá (*L. angustifolius*, blue lupin) z Austrálie a lupina andská (*L. mutabilis* – pearl or tarwi lupin) původem z Jižní Ameriky. Do potravin se používá mouka (surová i tepelně stabilizovaná), šrot, granuláty, vláknina a bílkovinné koncentráty a izoláty (Alsohaimy a kol., 2007, Villarino a kol. 2016). V potravinách mají lupinové produkty jako aditiva funkci emulgátorů, pěnotvorných látek, přísad zvyšujících vaznost nebo želírujících látek. Často se používají jako náhrada vajec nebo mléka.

Prošlechtené odrůdy lupiny obsahují minimum alkaloidů a nejsou hořké (sweet lupin). Přidává se v množství až 20 % do snacks, těstovin, chleba, sušenek, kávy, vegetariánských výrobků, instantních výrobků, bezlepkového zboží. V zahraničí jsou na trhu i fermentované výrobky z lupiny, tj. tofu, miso, shoyu, tempeh (Scarafoni 2008).

Z pohledu alergologie je významná globulinová frakce. Podle reakcí s IgE pacientů na lupinu alergických se zdá, že nejvíce alergenní bílkovinou lupiny je β -konglutin, základní podjednotka β -konglutinu a γ -konglutin. Frakce γ -konglutin je zajímavá svými metabolickými účinky, jsou totiž sledovány její interakce s inzulinem a vliv na snižování glukózy v krvi (Duranti a kol., 2008).

Byla zjištěna 80 % homologie 11S globulinu z lupiny a sójového glycininu, β -konglutin lupiny má velmi blízko k alergenu arašíd Ara h2. U osob s alergií na arašíd má lupina vysoce senzibilizující potenciál (Moneret-Vautrin a kol., 1999). Dají se předpokládat zkřížené reakce se sójou, arašíd, fazolemi, hráškem, zkříženě mohou reagovat i potravinářská aditiva jako je svatojánský chléb, karob, guar, tragant, arabská guma nebo byliny, například sena, tamarind, lékořice. Reakce pacientů byly velmi různorodé, od orálně alergického syndromu, rýmy, otoků, kopřivky a astmatu až anafylaxi. Prach z lupiny působí také jako inhalační alergen, zaznamenána byla senzibilizace u pracovníků v pekařských provozech (van Kampen a kol. 2015) Četnost výskytu alergie na lupinu není zcela jasná, údaje se značně liší. Prahová dávka zatím není známa, odhady uvádějí méně jak 100 mg, ale i rozmezí 265-7110 mg lupiny (BfR 2005). Stabilita alergenních bílkovin lupiny bude nejspíš značná. Mills a kol. (2002) řadí zásobní bílkoviny semen (cupins) mezi velmi stabilní alergeny. Ke snížení alergenicity došlo zahřátím v autoklávu na 138 °C, ale při méně drastických podmínkách k poklesu nedocházelo. Účinné údajně není ani použití mikrovlnného ohřevu, var ve vodě nebo extruze (BfR 2005, EFSA 2005).

Literatura ke kapitole 5.6

Allergy information for: Lupin or Lupine (*Lupinus Albus*) 30.3.2017
<http://research.bmh.manchester.ac.uk/informall/allergenic-food/?FoodId=32>

Alsohaimy, S.A., Sitohy, M.Z., El-Masry, R.A. (2007): Isolation and Partial Characterization of Chickpea, Lupine and Lentil seed Proteins. World J. Agric. Sci. 3, 123-129.

Bundesinstitut für Risikobewertung Allergie durch Lupineneiweiß in Lebensmitteln Aktualisierte Stellungnahme Nr. 039/2011 des BfR vom 26. August 2011
<http://www.bfr.bund.de/cm/343/allergie-durch-lupineneiweiss-in-lebensmitteln.pdf>

Duranti, M., Consonni, A., Magni, Ch., Sessa, F., Scarafoni, A. (2008): The major proteins of lupin seeds: Characterisation and molecular properties for use as functional and nutraceutical ingredients. Trends in Food Sci. Technol. 19, 624-633.

Mills, E.N.C., Jenkins, J., Marigheto, N., Belton, P.S., Gunning, A.P., Morris, V.J. (2002): Allergens of cupin superfamily. Biochemical Society Transactions, 30 (6), 925-929.

Moneret -Vautrin, A.A., Guérin, L., Kanny, G., Flabbee, J., Frémont, S., Morisset, M. (1999): Cross-allergenicity of peanut and lupine: The risk of lupine allergy in patients allergic to peanuts. *J. Allergy Clin. Immunol.* 104, 883-888.

Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies on a request from Commission related to the evaluation of lupin for labelling purposes (Request No EFSA-Q-2005-086, adopted on 6 december 2005) *The EFSA Journal* 302, 1-11.

Scarafoni, A.: Processing, formulations and uses of Lupin in Europe. First. Int. CGNA Workshop – Temuco 4.-6.8.2008 staženo z www.cgna.cl/Scarafoni_lupineEU%5B1%5D.pdf

van Kampen, V., Sander, I., Quirce, S., Bruning, T., Merget, R., Raulf, M. (2015): IgE Sensitization to Lupine in Bakers - Cross-Reactivity or Co-Sensitization to Wheat Flour? *Int. Arch. Allergy Immunol.* 166 (1), 63-70.

Villarino, C.B.J., Jayasena, V., Coorey, R., Chakrabarti-Bell, S., Johnson, S.K. (2016): Nutritional, Health, and Technological Functionality of Lupin Flour Addition to Bread and Other Baked Products: Benefits and Challenges. *Crit. Rev. Food Sci Nutr.* 56 (5), 835-857.

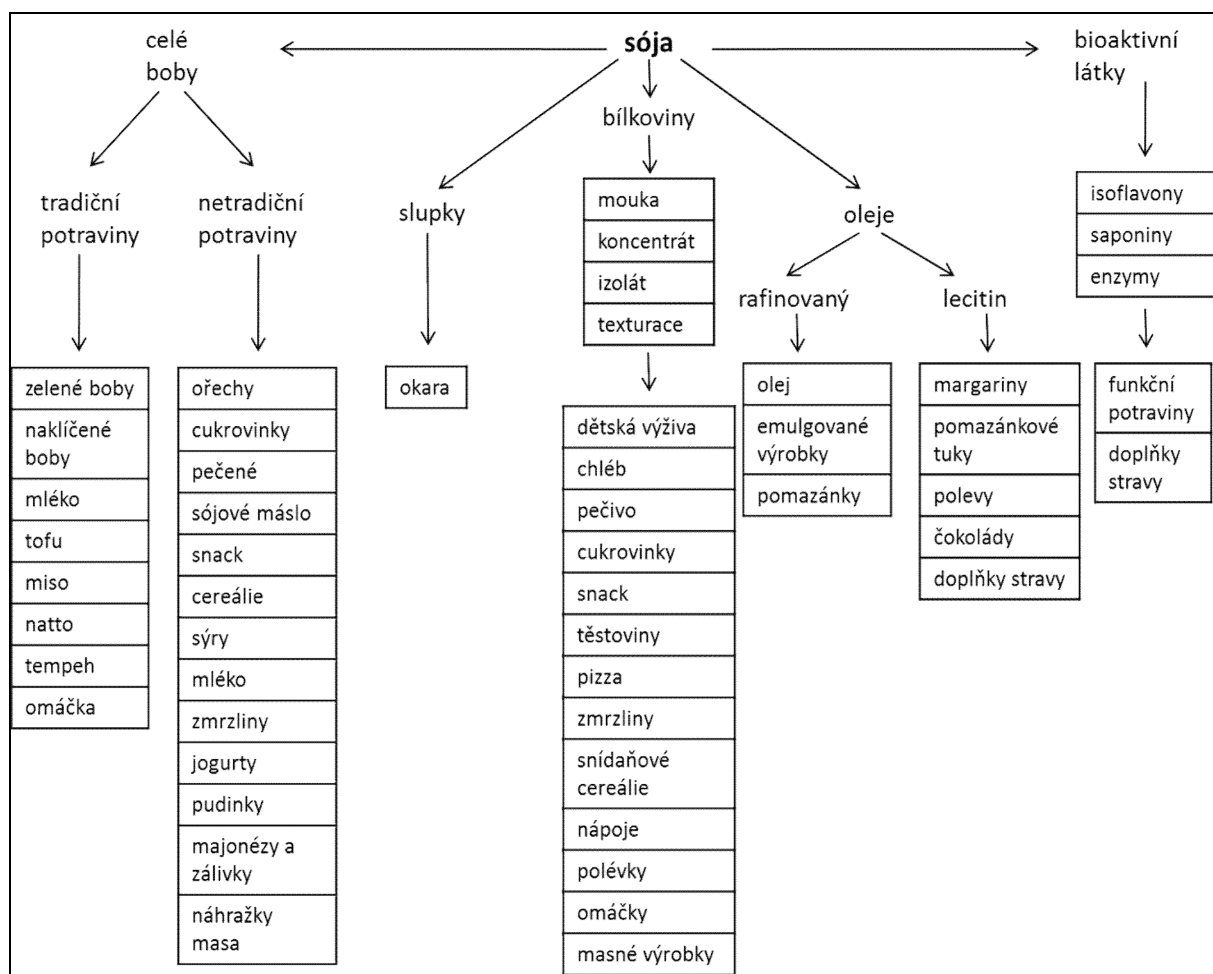
5.7. SÓJA

Sója (*Glycine max*) spolu s *G. soja* a *G. gracilis* patří čeledi bobovitých rostlin (*Fabaceae*) a je považována za jednu z nejstarších kulturních plodin. Pochází ze severní a střední Číny, kde se dosud vyskytují divoké původní druhy. Do Spojených států byla sója dovezena už v roce 1765 a dnes se využívá po celém globalizovaném světě. Z celosvětového pohledu je sója čtvrtou nejrozšířenější plodinou. V současné době se v celosvětovém měřítku sója pěstuje na více než 100 mil. ha, při průměrném výnosu cca 2,4 t/ha. Produkce a užití sójových bobů zaznamenaly obrovský nárůst hlavně v posledních letech. Příkladem tohoto trendu jsou zejména Brazílie, USA, Argentina a Čína zastupující 87 % světové produkce. Současná roční produkce sójových bobů se odhaduje na 326 milionů tun (Štranc a kol., Pulkrábek a Capouchová 2017)

Sója je důležitým zdrojem látek pro zdravý růst a prevenci onemocnění. Navíc má výhodné funkční vlastnosti pro použití v potravinách, jako je absorpce vody, emulgační schopnosti a tvorba textury. Má podíl na vybarvení kůrky pečiva, zlepšuje stabilitu pečiva a výživovou hodnotu. Snižuje sorpci tuku při smažení, zlepšuje zpracovatelnost těsta.

Přehled využití sójových bobů a dalších produktů do potravin je uveden na **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** Sortiment je velmi bohatý a liší se podle způsobu využití. Například sójová mouka obsahuje 50 % bílkovin a může být vyrobena v plnotučné nebo odtučněné verzi, enzymově aktivní, toastovaná nebo s vysokým podílem lecitinu. Odtučněná mouka najde použití při výrobě dětské výživy, krupice, pečiva, krekry, muffinů, do chleba, snídaňových cereálií, koláčů, těstovin, tortilly, pizzy a výrobků z mletého masa. Toastovaná mouka se uplatní v sušenkách, krekrech a cereáliích, enzymově aktivní mouka může být použita do chleba, mouka s lecitinem do těst s vyšším podílem tuku.

Koncentrát obsahuje sójových bílkovin 70 % a izolát dokonce 90 % bílkoviny. Koncentrát je určen do masných výrobků, pečiva a pro speciální účely. Izolát sójových bílkovin se stává složkou vysokoproteinových potravin, mléčných výrobků, používá se jako náhrada mléka a vajec, do nápojů, krémových polévek a omáček a snack výrobků. V masných výrobcích zvyšuje vaznost masa, je součástí nakládacích směsí, podílí se na tvorbě emulzí a gelů. Texturovaná sójová bílkovina se přidává do mletých masných výrobků a vegetariánských potravin. Ve výrobcích pro speciální výživu (kojenci, dětská výživa, kojící matky, staří lidé) se používá sójová bílkovina jako kompletní protein (Weingartner 2014).



Obr. 6: Schéma sójových výrobků.

Sója se požívá mimo jiné jako náhrada za mléčné bílkoviny v potravinách a nápojích. Vstupní surovina se upraví odslupkováním, bobtnáním a někdy i pražením. Při pražení se inaktivují enzymy a upraví se chuť výrobku. Následuje extrakce i s možným použitím alkálií (uhličitan, louh) nebo enzymů. Teplota extrakce se musí zvolit jako kompromis mezi rozpustností bílkovin a lepší extrakcí tuku. Navíc je možná fermentace a popřípadě také fortifikace (Makinen a kol. 2016).

Sója obsahuje kolem 35 % bílkovin a v těch bylo dosud identifikováno a do určité míry charakterizováno 34 imunoreaktivních bílkovin. Hlavními alergenními bílkovinami jsou glycinin a

beta-konglycinin. Při zkrmování sóje u mladých zvířat projde část bílkovin střevní sliznicí a pak se projeví jejich antigenní potenciál. Dochází ke stimulaci imunitního systému a reakci s protilátkami a stimulaci T lymfocytů. Může vzniknout přecitlivělost. Podobný mechanismus je možné očekávat i u lidí. Dalším dominantním alergenem je Gly m Bd 30K, tzv. P34, který rozezná 65 % alergiků na sóju (Yang a kol. 2011). Alergenní bílkoviny sóji jsou uvedeny v Tab. 11 (Gagnon a kol. 2010, Vorlová 2011, Wilson a kol. 2005).

Tab. 11: Přehled alergenů sóji

Protein	Molekulová hmotnost (kDa)	Název	Skupina bílkovin, pozn.
Gly m1a	7,0	hull protein	
Gly m1b	7,5	hull protein	hydrofobní bílkovina
Gly m2	8,0	hull protein	zásobní bílkovina
	12,0		2S albumin
Gly m3	12-15		profilin
Gly m4	16,6		2S globulin, PR- 10
	20,0	Kunitzův trypsin inhibitor	2S globulin
	1,0		
	18-21	syrovátková frakce	
	22,0	glycinin G2	11S globulin, basický řetězec glycininu
Gly m Bd 28K	28,0		7S globulin, glykoprotein
Gly m Bd 30K	30-34	P34	imunodominantní alergen, proteáza
	29-31	syrovátková frakce	
	32,0	agglutinin	agglutinin
	33-35		7S globulin
	35-38		7S globulin
	35-40	glycinin G1	11S globulin, basický řetězec glycininu
	40-41		7S globulin
Gly m5	42	beta-konglycinin, beta podjednotka	7S globulin, vicilin
	47-50		7S globulin
	52-55		7S globulin
Gly m Bd 60K	63-67	beta-konglycinin, alfa podjednotka	
	71	beta-konglycinin, alfa podjednotka	
Gly m6	320-360	glycinin	11S globulin, legumin

Ze zásobních bílkovin jsou z 90 % v roztocích solí rozpustné globuliny. Jedná se o směs bílkovin rozdělenou podle sedimentačního koeficientu na 2S, 7S, 11S a 15S frakce. 2S globuliny tvoří až 22 % rozpustných sójových bílkovin a obsahují mimo jiné enzymy a inhibitory enzymů. Sem patří i alergenní Kunitzův inhibitor trypsinu. 7S frakce představuje 35% rozpustných bílkovin. Jejich

hlavní součástí je beta-konglycinin Gly m5, který je hlavní zásobní bílkovinou sóje a může být v sóji obsažen až 30 %. Jedná se o glykoprotein o molekulové hmotnosti 140-170kDa složený ze 3 podjednotek (a, á, b), které podléhají disociaci podle pH a iontové síly prostředí. Podjednotky označované alfa a beta jsou prokázány jako alergenní (L'Hocine a kol. 2007)

11S frakce má na rozpustných bílkovinách sóje podíl až 52 %. Převahu této frakce tvoří glycinin. Glycinin Gly m6 je jeden z hlavních alergenů sóje. V nativním stavu se jedná o 2 spojené hexamerní kruhy s molekulovou hmotností 320-360kDa. Podléhá rozkladu na podjednotky, což jsou kyselé (A1a, A1b, A2, A3, A4, A5) a bazické polypeptidy (B1a, B1b, B2, B3, beta-struktura a beta-struktura kombinovaná s nepravidelně svinutou strukturou). V molekule je množství disulfidických můstků, proto je snadno ovlivnitelná redukčními činidly typu močoviny nebo dodecylsulfátem sodným (He a kol. 2015).

Obě bílkoviny – beta konglycinin i glycinin jsou tepelně stabilní a mohou být příčinou anafylaktických reakcí.

Výrazným alergenem sóji je i bílkovina označovaná jako P34, zásobní bílkovina ve vakuolách sóji.

Mezi alergeny jsou zařazený i bílkoviny ze slupek sóji Gly m1 a Gly m2, které jsou svojí povahou blízké aeroalergenům působícím astma. Patří do skupiny lipid transfer proteinů, které zajišťují přenos fosfolipidů z liposomů do mitochondrií, mají ochrannou funkci proti houbové a bakteriální infekci. Sójový profilin Gly m3 je homologní s březovým alergenem Bet v2, ale je méně odolný vůči trávicím enzymům. S alergenem břízy Bet v1 je svými účinky spojený i Gly m 4. Minoritními alergeny jsou lektiny – rostlinné aglutininy schopné vazby na glykoproteiny.

Alergeničita bílkovin je mimo jiné úměrná rezistenci jejich struktury při technologickém zpracování a při trávení potravy. Klíčovou roli hrají konformační epitopy. V mnoha případech je bílkovina vázána na sacharidickou složku. Prahová dávka bílkoviny sójové bílkoviny se uvádí v rozmezí 400-500 mg bílkoviny (Vorlová 2011, Cordle 2004, Wilson a kol. 2005).

Vzhledem k tomu, že se sójová mouka, lecitin nebo sójová bílkovina se běžně používají v potravináchv malých množstvích jako složky zlepšující funkční vlastnosti výrobku, jsou velkým problémem stopová množství sóje obsažená jako skryté alergeny ve výrobcích. Obsah sóji jako nedeklarovaný kontaminant bývá také příčinou stahování výrobků z trhu po zásahu kontrolních orgánů. Při průzkumu přítomnosti kontaminující sójové bílkoviny v pekařském a snack zboží byly na kontrolu využity 2 ELISA kity. Byly vybrány vzorky bez obsahu sóje nebo s preventivním značením (PAL). Kit Neogenu zachytil 17 % a Elisa Systems 11 % kontaminovaných výrobků. Více kontaminovány byly pekařské než snack výrobky. V pečivu obsahovalo sóju 25 % neoznačených vzorků, ale v množství nižším jak 10,6 mg/porci, což je považováno za dávku působící alergickou reakci (Khuda a kol. 2016). Jako součást evropského projektu v rámci FP7 vznikla databáze zachycující stahované potraviny v jednotlivých oblastech světa v období 2011-2014. Nejvíce byla kontaminována hotová jídla a snack výrobky, dále cereální a pekařské výrobky. Nejvíce se nachází mléko (16-31 %), lepek (9-19 %), sója (5-45 %) a vejce (5-17 %). Nejvíce záchytů je u potravin, kde není na obale preventivní značení (Bucchini a kol. 2016). Kaayla (2004) publikoval varování

veřejnosti a zejména rodičů proti riziku přítomnosti sójových bílkovin jako alergenů prakticky téměř ve všem potravinářském zboží i ve farmaceutických výrobcích. Upozorňuje na křížové reakce a možnost anafylaxe. V pasáži FRANKENSOY'S MONSTER napadá geneticky modifikovanou sóju a spojuje ji s nárůstem alergií na sóju od konce 90-tých let. Závěr pro čtenáře je jediný – alergici, odstraňte sóju ze svého života včetně nepotravinářského zboží.

Prevalence alergií na sójovou bílkovinu se bude lišit podle stravovacích zvyklostí v dané geografické oblasti. Katz a kol. (2014) udávají prevalenci u sóji 0-0,5 % všeobecně a 0 -12,9 % pro alergické děti. Senzibilizace byla nalezena u 8,7-8,8% populace. Podle autorů nebyl nalezen důkaz o riziku podávání sójové bílkoviny pro kojence do 6 měsíců, proto u alergiků na kravské mléko není třeba náhradu sójovým mlékem odkládat (Katz a kol. 2014). Cordle a kol. (2004) uvádějí četnost výskytu alergií u 981 dětí do 4 let věku. V tomto počtu bylo nalezeno 11,9 % alergií na roztoče, 7,9 % na pylly trav, 1,4 % alergií na mléko, 1,2 % alergií na arašídy a pouze 0,25 % alergie na sóju. Velmi se liší také udávaná prahová dávka pro jednotlivé alergeny (prahová dávka minimální dávka bílkoviny pro vyvolání symptomů alergie). I když mohou být mezi pacienty značné rozdíly, u arašídů stačí 0,1 mg bílkoviny, u lískových ořechů 1 mg, u vejce a mléka 3 mg a u sójové bílkoviny cca 400 mg.

Vzhledem k důležitosti sóji jako potraviny i potravinářské suroviny existují snahy o snížení alergenicity sóji za použití tepelných, fyzikálních a chemických zásahů, dále prostřednictvím šlechtění a genová manipulace. Například údajně prostřednictvím vitamínu C a kyseliny lipové je možno specificky blokovat anafylaxi (He a kol. 2015). Imunoreaktivitou glycininu po izolaci, při změnách pH a po denaturaci se zabývali Demonte a kol. (1997). Při záhřevu na 80 °C byla reaktivita zachována, při 90 °C aktivita mizela, současně probíhaly konformační změny a bílkovina ztrácela rozpustnost. Imunoreaktivita je také omezena při extrémních hodnotách pH (pod pH 2 a nad pH 11). Působení záhřevu a změny pH lze kombinovat.

P34 je monomerní glykoprotein spadající do 7S frakce, vyskytuje se hlavně v budoucích děložních listech semene a má podíl na svinutí bílkovin a je také spojen s hospodařením s lipidy. Slouží současně jako biologická ochrana sóje proti bakteriím rodu *Pseudomonas*. Ukázalo se, že záhřev může být účinný pro bílkoviny typu inhibitorů trypsinu, ale ne pro komplexní P34 s mnoha epitopy. Další možností je redukce disulfidických vazeb mezi molekulami nebo částmi molekul. Také fermentací pomocí fungálních nebo bakteriálních proteáz se snižuje významně reaktivita alergenů.

U genetické modifikace byla připravena sója se sníženým obsahem podjednotek konglycininu. Jistý účinek může mít také extruze při vysoké teplotě (Wilson a kol. 2005).

Vliv netepelného ošetření na imunoreaktivitu alergenů sóje testovali Meinlschmidt a kol. (2016c). Použili pulsní UV světlo, studené plazma za atmosférického tlaku (CAPP) a gama záření o intenzitě 3-100 kGy. Na SDS PAGE byla nalezena menší intenzita frakce odpovídající beta-konglycininu (Gly m5) a glycininu Gly m6. ELISA založená na monoklonální protilátce proti Gly m5 potvrdila snížení imunoreaktivity o 91-100% po ošetření UV světlem, přímém CAPP a gama zářením.

Při šlechtění byly nejdříve hledány v genobankách odrůdy sóji s přirozeně nižší hladinou alergenních bílkovin. Metodou ELISA bylo testováno 604 vzorků sóji reprezentujících 37 odrůd z oblasti Severní Ameriky. Bylo sledováno 5 základních alergenů a jejich množství se měnilo 5-19 násobně. Bylo zjištěno, že vliv prostředí na alergenicitu byl větší než vliv odrůdy (Geng kol. 2017). Šlechtění se soustředí kromě výběru nízkoalergenních kultivarů na snížení obsahu genovou manipulací nebo na „vypínání „ genů či tvorbu transgenní sóji (He a kol. 2015). Při šlechtění sóje se podařilo u některých kultivarů snížit hladinu některých bílkovin (typicky inhibitory trypsinu), ale vzhledem k množství alergenů v sóji se jeví tato cesta jako dosti obtížná. Byl například nalezen kultivar sóji chudší na protein P34 a tento kultivar byl použit pro genovou manipulaci. Koncentrace P34 se snížila o 50-70% oproti původním hodnotám (Watanabe a kol. 2017).

Tyto zásahy budou komentovány v kapitole o redukci alergenního potenciálu bílkovin. Cestou k určitému snížení alergenicity, ale také k odbourání antinutričních látek v sóji, jsou tradičně používané fermentační postupy nebo nakličování. Tak je po staletí ve východních kulturách připravována sójová omáčka, miso, tempeh a natto. Vliv fermentace pomocí *Bacillus subtilis*, *Rhizopus oryzae*, *Saccharomyces cerevisiae* a *Lactobacillus helveticus* na vlastnosti izolátu sójových bílkovin sledovali (Meinlschmidt a kol. 2016a) prostřednictvím reaktivity s monoklonální protilátkou proti Gly m5. Nejlépe snižoval imunoreaktivitu *L. helveticus* -100% pokles u reakce s protilátkou a téměř žádná reaktivita na pacientská séra. V závislosti na pH se současně měnily funkční vlastnosti sójové bílkoviny a klesala intenzita typicky luštěninové chuti materiálu. Fermentace sójové mouky a drcených semen a vliv na imunoreaktivitu byly předmětem práce Friase a kol. (2008). Po fermentaci klesl obsah extrahovatelných bílkovin. Na snížení aktivity alergenů byl nejlepší *Lactobacillus plantarum* s 90% poklesem. U drcených sójových bobů se nejlépe uplatnily plísně – *Aspergillus oryzae* a *Rhizopus* s 66 a 71 % poklesu a *Bacillus subtilis* se 75 a 86 %.

Působení fermentačních kultur lze částečně nahradit hydrolýzou. Hydrolýza izolátu sójových bílkovin potravinářskými enzymy alkalázou, pepsinem a papainem byla provázena sledováním imunoreaktivity, funkčních a sensorických vlastností. Alergeničita klesla o 95-100 %. Nejvyšší stupeň hydrolýzy nalezen u alkalázy (13 %). Došlo k degradaci hlavních alergenů sóje. Někdy se sensorické vlastnosti zlepšily, jinde byla zaznamenána hořká chuť. Lepší sensorické výsledky byly nalezeny u papainu a Flavourzymu. Klesla vaznost vody, hydrolyzáty byly dobře rozpustné ve vodě a měly zlepšenou emulgační schopnost. Pěnotvorné vlastnosti se rovněž zlepšily, ale zhoršila se stabilita pěny (Meinlschmidt a kol. 2016b). Byla porovnána sójová mouka a stejný materiál fermentovaný *Bacillus subtilis*. Po 24 hodinách fermentace bylo odstraněno 70 % beta-konglycininu a 50 % inhibitoru trypsinu. Degradace glycininu byla pomalejší, po 24 hodinách ho zbylo 58 % (Seo a kol. 2016). Sójová syrovátka byla hydrolyzována Alkalasou, Neutrasou a Corolasou PN-L za normálního i vysokého tlaku. Rozbory ukázaly, že každý enzym působí poněkud jiným způsobem. Za tlaku 200-300 MPa byla pozorována vyšší enzymová aktivita. Po hydrolýze Alkalasou a Corolasou nebyla pozorována zbytková alergenicita. Po hydrolýze Neutrasou vzorky připravené za tlaku do 200 MPa vykazovaly alergenní schopnosti, při 300 MPa už nikoli (Penas a kol. 2006). Na sójové bílkovině byla zkoušena kombinace proteolýzy Alkalasou a navázání dextranu

jako u Maillardovy reakce. Imunoreaktivita s využitím patientských sér se při stupni hydrolýzy 7,8 % snížila o 20-52 % v závislosti na použitém séru (Walter a kol. 2016).

Literatura ke kapitole 5.7

Bucchini, L., Guzzon, A., Poms, R., Senyuva, H. (2016): Analysis and critical comparison of food allergen recalls from the European Union, USA, Canada, Hong Kong, Australia and New Zealand. Food Additives Contaminants, Part A-Chem. Anal. Control Exposure Risk Asses., 33(5), 760 – 771.

Cordle, Ch. T. (2004): Soy Protein Allergy: Incidence and Relative Severity. J. Nutr., 134, 113-1219.

Demonte, I.Z., Carlos, E.J., Louren, O., Dutra de Oliveira, J.E. (1997): Effect of pH and temperature on the immunogenicity of glycinin (Glycine max L.). Plant Foods for Human Nutrition, 50, 63-69.

Frias, J., Song, Y.S., Matrinez, C., Gonzales de Mejia, E., Vidal-Valverde, C. (2008): Fermented soyabean products as hypoallergenic food. Proceedings of the Nutrition Society, 67 (OCE), E39. 1st International Immunonutrition Workshop, Valencia, 3–5 October 2007, Valencia, Spain.

Gagnon, Ch., Poysa, V., Cober, E.R., Gleddie, S. (2010): Soybean Allergens Affecting North American Patients Identified by 2D Gels and Mass Spectrometry. Food Anal. Methods. 3, 363–374.

Geng, T., Stojšin, D., Liu, K., Schaalje, B., Postin, C., Ward, J., Wang, Y., Liu, Z.L., Li, B., Glenn, K (2017): Natural Variability of Allergen Levels in Conventional Soybeans: Assessing Variation across North and South America from Five Production Years. J. Agric. Food Chem., 65 (2), 463–472.

He, L., Han, M., Qiao, S.Y., He, P.L., Li, D.F., Li, N., Ma, X. (2015): Soybean Antigen Proteins and their Intestinal Sensitization Activities. Current Protein Peptide Sci, 16 (7), 613-621.

Hao, G.D., Zheng, Y.W., Wang, Z.X., Kong, X.A., Song, Z.J., Lai, X.X., Spangfort, M.D. (2016): High correlation of specific IgE sensitization between birch pollen, soy and apple allergens indicates pollen-food allergy syndrome among birch pollen allergic patients in northern China. J. Zhejiang University- Science B, 17 (5), 399-404.

Kaayla T. D. The Whole Soy Story: The Dark Side of America's Favorite Health Food (NewTrends Publishing, 2004) Website: <http://www.wholesoystory.com>

Publikováno i na www.nexusmagazine.com

Katz, Y., Gutierrez-Castrellon, P., Gonzales, M.G., Rivas, R., Lee, B.W., Alarcon, P. (2014): A Comprehensive Review of Sensitization and Allergy to Soy-Based Products. Clin. Rev. Allergy Immunol., 46 (3), 272-281.

Khuda, S.E., Sharma, G.M., Gaines, D., Do, A.B., Pereira, M., Chang, M., Ferguson, M., Williams, K.M. (2016): Survey of undeclared soy allergen levels in the most frequently recalled food categories with or without precautionary labelling. Food Additives Contaminants, Part A-Chem. Anal. Control Exposure Risk Asses., 33 (8), 1274-1282.

- ÍHocine, L., Boye, J.I. (2007): Allergenicity of Soybean: New Developments in Identification of Allergenic Proteins, Cross-Reactivities and Hypoallergenization Technologies. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 47, 127-143.
- Makinem, O.E., Wanhalinna, V., Zannini, E., Arendt, E.K. (2016): Foods for Special Dietary Needs: Non-dairy Plant-based Milk Substitutes and Fermented Dairy-type Products. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 56 (3), 339-349.
- Meinschmidt, P., Ueberham, E., Lehmann, J., Schweiggert-Weisz, U., Eisner, P. (2016a): Immunoreactivity, sensory and physicochemical properties of fermented soy protein isolate. *Food Chem.*, 205, 229-238.
- Meinschmidt, O., Sussmann, D., Schweiggert-Weisz, U., Eisner, P. (2016b): Enzymatic treatment of soy protein isolates: effects on the potential allergenicity, technofunctionality, and sensory properties. *Food Sci. Nutr.*, 4(1), 11-23.
- Meinschmidt, P., Ueberham, E., Lehmann, J., Reineke, K., Schluter, O., Schweiggert-Weisz, U., Eisner, P. (2016c): The effects of pulsed ultraviolet light, cold atmospheric pressure plasma, and gamma-irradiation on the immunoreactivity of soy protein isolate. *Inovative Food Sci. Emerging Technol.*, 38 part B, 374-383. (doi.org/10.1016/j.ifset.2016.06.007).
- Penas, E., Restani, P., Ballabio, C., Prestamo, G., Fiocchi, A., Gomez, R. (2006): Assessment of the residual immunoreactivity of soybean whey hydrolysates obtained by combined enzymatic proteolysis and high pressure. *Eur Food Res Technol.*, 222, 286–290.
- Pulkrábek, J., Capouchová, I.: Sója dostupné na <http://www.zemedelskekomodity.cz> 14.4.2017.
- Seo, S.H., Cho, S.J. (2016): Changes in allergenic and antinutritional protein profiles of soybean meal during solid-state fermentation with *Bacillus subtilis*. *LWT-Food Sci. Technol.*, 70, 208-212.
- Štranc, P., Štranc, J., Štranc, D.: Sója je významná plodina a komodita (http://konference.agrobiologie.cz/2012-08-28/pdf/01-Stranc-Stranc-Stranc_SOJA_JE_VYZNAMNA_PLODINA_A_KOMODITA.pdf)
- Štranc, P.: Výhled produkce sójových bobů pro rok 2016 (<https://www.agromanual.cz/cz/clanky/sklizen-a-skladovani/sklizen-1/vyhled-produkce-sojovych-bobu-pro-rok-2016>)
- Vorlová, L. (2011): Important Minor Soybeans Proteins: Soybean Allergens and Enzymes Inhibitors. In El-Shemy, H.: *Soybean and Health, In Tech 2011*
- Walter, J., Greenberg, Y., Srimarao, P., Ismail, B.P. (2016): Limited hydrolysis combined with controlled Maillard-induced glycation does not reduce immunoreactivity of soy protein for all sera tested. *Food Chem.*, 213, 742-752.
- Watanabe, D., Adányi, N., Takács, K., Macszó, A., Nagy, A., Gelencsér, E., Pachner, M., Lauter, K., Baumgartner, S., Vollmann, J. (2017): Development of soybeans with low P34 allergen protein concentration for reduced allergenicity of soy foods. *J. Sci. Food Agric.*, 97(3), 1010-1017.

Weingartner, K.E.: Soybean utilization. INTSOY (<http://www.wishh.org/wp-content/uploads/2014/09/2009-Karl-Weingartner-and-Bridget-Owen.pdf>)

Wilson, S., Blaschek, K., Gonzales de Mejia, E.(2005): Allergenic Proteins in Soybean: Processing and Reduction of P34 Allergenicity. *Nutr. Rev.*, 63(2), 47-58.

Yang, W. W., Gonzalez de Mejia,E., Zheng, H., Lee, Y. (2011): Soybean Allergens: Presence, Detection and Methods for Mitigation, Soybean and Health, In El-Shemy, H: (Ed.), ISBN: 978- 953-307-535-8, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/soybean-and-health/soybeanallergens-presence-detection-and-methods-for-mitigation>

5.8. POHANKA

Pohanka setá (pohanka setá, *Fagopyrum esculentum* Moench) je jednoletá dvouděložná, cizosprašná hmyzosnubná rostlina, která patří do čeledi rdesnovitých (Polygonaceae), i když díky svému využití je velmi často řazena mezi obiloviny.

Taxonomie

Říše	roslinná	<i>Plantae</i>
Kmen	krytosemenné	<i>Magnoliophyta</i>
Třída	vyšší dvouděložné	<i>Magnoliopsida</i>
Řád	hvozdíkotvaré	<i>Caryophyllales</i>
Čeď	rdesnovité	<i>Polygonaceae</i>
Rod	pohanka	<i>Fagopyrum</i>
Druh	pohanka obecná	<i>F. esculentum</i>

Pohanka je stará kulturní plodina. Původní je v severní Číně a Rusku, odkud se dostala do Evropy s mongolskými a tatarskými vojsky, přes Rusko a Nizozemí pak doputovala do Severní Ameriky. Na našem území se hojněji pěstovala od 16. století a to zejména v horských oblastech a na chudých půdách, v některých regionech byla velmi oblíbená a tvořila součást každodenní stravy obyvatel. Postupně však její význam klesal. Renesance nastala v 90. letech 20. století v souvislosti s jejím uplatněním v ekologických systémech hospodaření (Janovská a kol. 2008) V současné době jsou největšími světovými pěstiteli pohanky Rusko, Čína a Kazachstán, vysoká je produkce pohanky v Polsku a USA, nejvyšších průměrných výnosů (více jak 3 t/ha) je však dosahováno ve Francii (Prakash a Yadav 2016, Ahmed a kol. 2014). V České republice patří pohanka stejně jako například i proso k minoritním plodinám, které se podle „Zelené zprávy“ v letech 2014-15 pěstovaly v souhrnu na rozloze 8,5 tis. hektarů.

Pohanka dobře prosperuje na i na méně vyhnojených, ale nepříliš zhutnělých půdách Kořeny pohanky vylučují organické kyseliny, které pomáhají pohance získat živiny z půdy. Tato schopnost je důležitá pro zařazení pohanky do systémů se sníženými vstupy. Na druhou stranu tato vlastnost může vést k většímu nežádoucím kontaminantů z půdy, především těžkých kovů. Nažky klíčí rychle, rychlý je i růst rostliny. Nažky začínají dozrávat 25-30 dní od začátku kvetení, jsou hnědé, typicky trojboké, HTS dosahuje 15-40 g. Nažky dozrávají postupně, což komplikuje

stanovení vhodného termínu sklizně. Po sklizni se zrna dosouší na skladovací vlhkost 15 % (Janovská a kol. 2008).

Tab. 12: Největší světoví producenti pohanky v roce 2013 (FAOSTAT)

Země	Produkce (t)	Plocha (ha)	Výnos (t/ha)
Ruská Federace	833936	905911	0,921
Čína	733000*	705000*	1,040
Kazachstán	276840	202008	1,370
Ukrajina	179020	168400	1,063
Francie	154800	44500	3,479
Polsko	90874	70384	1,291
USA	81000+	77500+	1,045
Brazílie	62000+	48000+	1,292
Japonsko	33400	61400	0,544
Bělorusko	30353	31403	0,967
Celkem ve světě	2547014	2386212	1,067

*Úhrn, může obsahovat oficiální, částečně oficiální nebo odhadované údaje. +odhad FAO.

Složení pohanky je uvedeno v Tab. 13, je zařazena i mouka z pohanky tatarské, tato pohanka je v některých oblastech Ásie a východní Evropy využívána jako potravina podobně jako klasická pohanka nebo jako zdroj léčebných látek ve farmacii nebo tradiční medicíně. Základní složení pohanky tatarské je velmi podobné pohance obecné (Ahmed a kol. 2014, Bárta a kol. 2004, Wronkowska a kol. 2010)

Tab. 13: Složení pohanky

Obsah (g/100g sušiny)	Celozrnná mouka	Světlá mouka	Mouka z tataruky
Sacharidy	61,6	77,0	70,2
Popel	1,7	1,6	2,2
Tuk	2,2	2,2	2,8
Vláknina	23,8	10,3	2,6
Bílkoviny	10,7	9,0	10,5

Pohanka obsahuje podle podmínek pěstování a podle odrůdy 8,8-18,9 % bílkovin. Tyto bílkoviny se dělí podle rozpustnosti na jednotlivé frakce, zásobními bílkovinami pohanky jsou albuminy a globuliny, které představují více jak polovinu všech bílkovin v pohance obsažených (53-76 %). Jsou zdrojem aminokyselin, fosforu a kationtů pro novou rostlinu. Albuminy jsou rozpustné ve vodě a v bílkovinách pohanky je jich obsaženo 18 %. Nejvýznamější frakcí albuminů jsou 2S albuminy, jednoduché polypeptidy o relativní molekulové hmotnosti 8-16kDa. Globuliny jsou rozpustné v roztocích solí a v bílkovinách pohanky je jich 43-65 %. Globuliny se skládají z 12-13 podjednotek s molekulovou hmotností 16-66 kDa. Hlavní zásobní bílkovinou je 13S globulin s hexamerní strukturou a s kyselými a zásaditými polypeptidy o hmotnosti 68,57-58, 43, 26, 36 kDa vázanými disulfidickými můstky. To je struktura obecně platná pro všechny leguminy. Dále je tu 8S globuliny vicilinové povahy s průměrným podílem 21 %, maximálně pak 30-33 % všech

bílkovin. Prolaminová frakce bílkovin, která je rozpustná v lihu, představuje pouze 0,8-3,8 % všech pohankových bílkovin a glutelinová frakce je obsažena 11,5-23 %. V pohance je dále mimo jiné obsažen protein s navázaným vitamínem B1 – thiaminem (TBP thiamin binding protein). TBP jsou oligomer s podjednotkami o molekulové hmotnosti 42-45kDa, váže a transportuje thiamin a působí také jako ochrana tohoto vitamínu v průběhu technologického procesu (Bárta a kol. 2004, Prakash a Yadav 2016).

Ve spektru aminokyselin jsou v těchto bílkovinách více zastoupeny arginin a lysin a naopak nižší je obsah methioninu a threoninu. Je známo, že bílkoviny pohanky mají vysokou biologickou hodnotu (81,5-86,5 %), ale současně jsou méně náchylné k enzymové hydrolyze. Příčinou této skutečnosti může být vedle vyššího obsahu taninů a vlákniny také přítomnost inhibitoru trypsinu (Wronkowska a kol. 2010).

Škrob tvoří 59-70 % sušiny zrna pohanky, škrobová zrna dosahují velikosti kolem 2-9 μm . Podíl amylozy se stupněm polymerace 12-45 glukózových jednotek je 15-52 % škrobu. Část škrobu je také škrob rezistentní (Christa a kol. 2008).

Velmi významný je obsah vlákniny v pohance a v pohankových produktech, i když zde velmi záleží na způsobu zpracování zrna. Podle Lihha a kol. (2014) obsahuje zrno v sušině téměř 25 % vlákniny potravy (TDF), pohankové slupky celých 80 %, mouka 3,9 % a krupice 4,5 %, otruby 13-16 %. V sušině zrna je 4,4 % hemicelulózy, 9,8 % celulózy a 10,6 % ligninu. Obsah TDF závisí na vnějších podmínkách, celulóza, neškrobové polysacharidy a lignin se koncentrují především ve stěnách buněk endospermu, aleuronové vrstvy i slupek. Rozpustná vláknina pohanky je složená z neškrobových polysacharidů s obsahem xylózy, mannózy a glukuronové kyseliny (Ahmed a kol. 2014).

Obsah tuku v pohance dosahuje pouze 2-3 %, ale jeho výhodou je vysoký podíl nenasycených mastných kyselin s převahou kyseliny olejové a linolové, z nasycených mastných kyselin je přítomna nejvíce kyselina palmitová (Mazza 1988). Volného tuku jsou v sušině asi 2,5 % a vázaného cca 1,3 %. V zrně pohanky je obsaženo 2-2,5 % minerálních látek, vysoký je obsah zejména v obalových vrstvách zrna. Pohanka je lepším zdrojem minerálních látek než pšenice, zejména je významná vysoká využitelnost zinku (20-30 mg/kg), mědi a manganu. Také obsah draslíku, hořčíku, vápníku, sodíku, železa (60-100 mg/kg) a fosforu je z nutričního hlediska významný (Christa a kol. 2008).

Z hydrofilních vitaminů je nejvýznamnější obsah thiaminu (B1) 0,2-0,46 mg/100 g, dále riboflavinu (B2) 0,14 mg, niacinu 1,8 mg, kyseliny panthotenové 1 mg a vitamínu B6 0,15-0,73 mg/100 g. Z lipofilních vitaminů jsou více obsaženy karotenoidy jako prekursor A vitamínu v množství 0,21 mg/100g a tokoferoly (vitamin E) s obsahem 1,4-5,4 mg/100 g (Gimenez - Bastida a kol. 2015).

Pohanka obsahuje řadu minoritních látek s příznivými účinky na lidský organismus. Spadají sem zejména polyfenolické látky a rutin, díky kterým získává pohankové zrno a nať významné antioxidační vlastnosti.

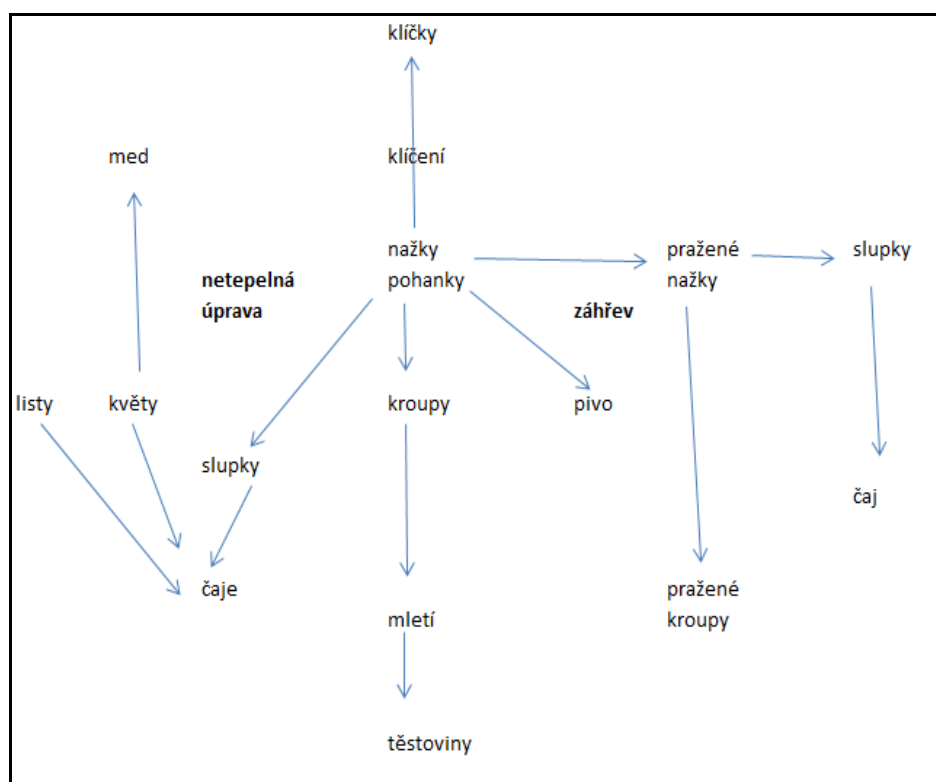
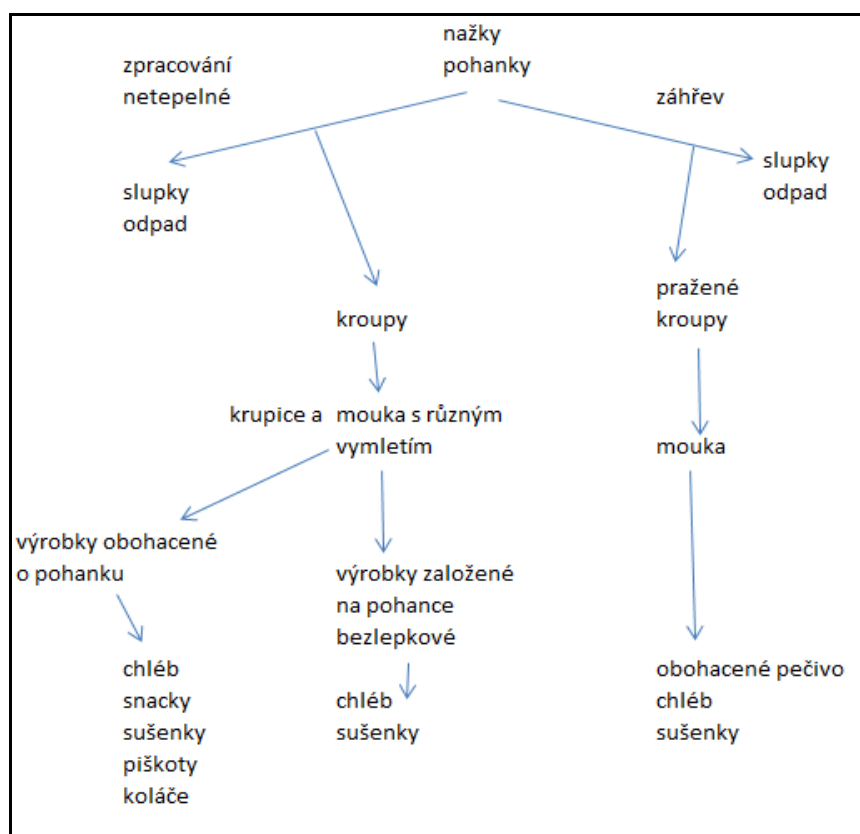
V subaleuronové vrstvě zrna se nacházejí katechiny a fenolické kyseliny, ve slupkách taniny. Obsah rutinu dosahuje 100-126 $\mu\text{g/g}$ zrna, v oloupaném zrně bylo stanoveno 178 μg rutinu, v neoloupaném naklíčeném zrně 366 μg a v klíčku až 1690 $\mu\text{g/g}$ rutinu. Řádově více rutinu a jemu příbuzných látek, jako je quercetin, je obsaženo v listech a květech rostliny. Bohatým zdrojem těchto látek je i pohanka tatarská, která obsahuje i více flavonoidů – asi 40 mg/g. V pohance je možné nalézt řadu dalších biologicky aktivních látek, které obvykle působí na organismus komplexně, kdy se synergicky jednotlivé složky kombinují. Sem patří třeba rostlinné steroly, inositol nebo skvalen (Ahmed a kol. 2014, Gimenez - Bastida a kol. 2015, Goncalves a kol. 2016, Gorinstein a kol. 2008).

Vysoký obsah vlákniny a látek s antioxidačním potenciálem je hlavní příčinou kladného působení pohanky na lidský organismus. Konzumace pohanky napomáhá omezení rizika vysoké hladiny cholesterolu v krvi a vzniku hypertenze, pomáhá snižovat hladinu LDL a zvýšit hladinu potřebných HDL lipoproteinů. Zvýšený příjem flavonoidů a pak zejména rutinu napomáhá spolu s hořčíkem udržení průtoku krve v krevních kapilárách, udržuje pružnost stěn cév a brání tvorbě volných radikálů. Vláknina a inositol obsažené v pohance se mohou podílet na snížení hladiny krevního cukru a inzulinové odpovědi, snadnějším tišení hladu a obecně na snížení rizika diabetu.

Vysoký obsah nerozpustné vlákniny pomáhá v prevenci vzniku žlučových kamenů, protože se urychlí průchod tráveniny střevem a snižuje se sekrece žlučových kyselin. V pohance jsou obsaženy lignany, jejichž deriváty chrání proti rakovině a nemocem kardiovaskulárního systému, zejména u žen po přechodu (G.M.Foundation, Ahmad a kol. 2014, Christa a kol. 2008).

Pohanka samozřejmě obsahuje i látky, které za určitých okolností mohou poškodit zdraví. Jde především o obsah fagopyrinu a fagopyritolu jako fotosenzibilizujících sloučenin. Účinek by se mohl projevit po nadměrné konzumaci naklíčené pohanky nebo listů (Benkovič a Kreft 2015). Nebezpečí představuje konzumace jakýchkoli potravin z pohanky pro osoby alergické na bílkoviny pohanky. Alergická reakce se liší podle citlivosti pacientů a může přejít i do stavu anafylaktického šoku, který bezprostředně ohrožuje život člověka. Alergii na pohanku bude věnována samostatná kapitola studie.

Zpracování pohanky je znázorněno ve schématech na Obr. 7. Vzhledem k tomu, že pohanka obsahuje minimální množství prolaminů a není botanicky příbuzná s běžně užívanými cereáliemi, neobsahují její bílkoviny sekvence aminokyselin toxické pro pacienty s celiakií. Pohanka je tak jednou ze základních plodin vhodných pro bezlepkovou dietu, ovšem za předpokladu, že při sklizni a zpracování nedojde ke kontaminaci surovinami obsahujícími lepek. Produkty mlýnského zpracování jsou kromě krup hlavně mouky různé kvality, lámanka a krupice. Vedle chleba, pečiva, kaší, vloček do mýslí směsí a extrudovaných výrobků z pohankové krupice si pozornost zaslouží i pohankové pivo vhodné pro celiaky a pohankové těstoviny. Samostatnou kapitolou je pohankový med a také čaj připravovaný ze sušených listů, květů a slupek. Pohanka obecná i pohanka tatarská jsou surovinami pro výrobu doplňků stravy s obsahem rutinu a dalších biologicky aktivních látek.



Obr. 7: Zpracování pohanky (upraveno dle Gimenez-Bastida a kol. 2015).

Konzumace pohanky nebo vdechnutí pohankového prachu vedou u citlivých osob k bezprostředním projevům alergie, jako je svědění, otoky úst a hrdla. Jde o imunopatologickou

reakci I. typu založenou na tvorbě IgE protilátek. Kožními projevy jsou záněty kůže, svědění, zarudnutí. Po požití jsou časté bolesti břicha a další gastrointestinální potíže. Opakovaný kontakt přes dýchací cesty vede k otokům sliznic, alergické rýmě a později i k astmatu. V závažných případech se rozvíjí anafylaktický šok, vyskytují se závratě, dušnost jako následek otoku dýchacích cest, pokles krevního tlaku, změny srdečního rytmu i ztráty vědomí (Wieslander a Nordback 2001, Pourshahnazari a Sussman 2014, Davis 2009).

Alergie na pohanku se vyskytuje především u obyvatel východní a jihovýchodní Asie, kde představuje jednu z běžných potravinových intolerancí. V Evropě jsou hlášeny v literatuře případy z Francie, Itálie a Švédska. Při současném pohybu obyvatelstva v globalizovaném světě, nárůstu konzumace bezlepkové diety a příklonu mnoha obyvatel vyspělých zemí ke zdravému životnímu stylu je možné reálně očekávat, že výskyt této alergie bude i v Evropě narůstat.

Tradiční oblastí výskytu alergie na pohanku je Japonsko. V 90. letech byla v Jokohamě provedena velká studie zahrnující 92680 osob. Bylo zachyceno 0,22 % případů alergie na pohanku, z nichž 37 % trpělo kopřivkou, 26,5 % mělo dechové potíže a 3,9 % prodělalo anafylaktickou reakci (Takahashi a kol. 1998). Heffler a kol. (2011) uvádějí, že v Japonsku představuje alergie na pohanku 3,4 % všech alergií a 2,9 % všech anafylaktických reakcí. Proto je také v Japonsku povinné označení pohanky jako suroviny při přípravě potraviny (Akiyama a kol. 2011), podobně, jako je tomu v Evropě u jiných alergenů vyjmenovaných v Nařízení 1169 z roku 2011.

Rozsáhlá studie byla provedena také v Číně, kde byly navíc porovnávány počty alergiků mezi školními dětmi žijícími ve městech a mezi dětmi venkovskými. Celkově bylo zjištěno, že alergií na pohanku trpí 0,9 % dětí, děti z venkova byly zdravější než děti městské. Výskyt alergie bude asi souviset i se stravovacími zvyklostmi, protože autoři uvádějí, že děti alergické na pohanku konzumovaly více masa. Současně bylo konstatováno, že i v Číně počet alergií vzrůstá (Wieslander a kol. 1995). Alergie na pohanku je běžná také v Koreji, kde trpí alergií na pohanku 8,2 % všech alergických pacientů (Kim a kol. 2016). V Koreji se uvádí alergie na pohanku jako příčina 2,9% anafylaktických reakcí, u dětí je tento počet dokonce 6,5 % (Lee a kol. 2016, Sammut a kol. 2011). Také v Austrálii bylo zachyceno v letech 2009-2014 8 případů alergie na pohanku projevující se alergickou rýmou, astmatem a ekzémy, byly však zaznamenány i anafylaktické reakce. I zde bylo konstatováno, že problém bude narůstat s rostoucí oblibou konzumace pohanky (Fok a kol. 2015).

V Itálii se alergií na pohanku zabývali Heffler a kol. (2011). Sledovali 72 pacientů s podezřením na tuto alergii, u 30 pacientů byla zjištěna citlivost na pohanku, 24 mělo pozitivní dvojitě zaslepený DBPCFC test. Séra pacientů byla použita k identifikaci frakcí bílkovin způsobujících alergii. Pacienti s reaktivitou na 16 kDa protein trpěli gastrointestinálními problémy, pacienti reagující na protein o hmotnosti 25kDa měli především kožní symptomy a osoby reagující na protein s 40 kDa hmotností měli problémy s anafylaxií. Autoři předpokládají, že alergie na pohanku v Itálii představuje 1 % všech alergií I. typu. Další studie se v Itálii účastnilo 18 alergologických klinik, které se staraly o 1954 osob. Z tohoto počtu 3,6 % osob mělo prokázanou alergii na pohanku. Výsledky se lišily geograficky - nejvyšší byl počet na severu Itálie (4,5 %), ve střední části země byl počet nejnižší - 2,2 % a jihu země dosáhl 2,8 % (Badiu a kol. 2013). Ve Francii

byla pohanka příčinou 4,5 % anafylaktických reakcí (Beaudoin a kol. 2007). Otázky alergie na pohanku se řeší i na ruskojazyčných webových stránkách (<https://alergostop.ru>, <http://zdorovyedetei.ru>).

Byly také vytipovány skupiny osob, u kterých je vyšší pravděpodobnost výskytu alergické reakce na pohanku. I když pohanka v evropských zemích nepatří mezi základní potraviny, je důležitou součástí bezlepkové diety. Mickovska a kol. (2012) provedli analýzu alkoholických extraktů z pohanky a dalších plodin s využitím SDS – PAGE elektroforézy, imunoreaktivita na lepek byla testována ELISA soupravou s R5 protilátkou proti pšeničnému lepku a western blotem s využitím králičí protilátky proti lepku. U pohanky nebyla zaznamenána reaktivita s protilátkami proti lepku. Pokud tedy reagují celiaci na pohanku, reagují na jiné sekvence aminokyselin než na sekvence působící celiakii. K podobnému závěru došli Skeritt (1986) po přípravě alkoholických extraktů z pohanky a pšenice a jejich analýzou elektroforézou a patientskými séry. Na rozdíl od pšenice představuje v alkoholu rozpustná frakce jen malý podíl bílkovin pohanky. Také imunochemická reaktivita s protilátkami proti gliadinu nebo se séry pacientů s celiakií byla slabá.

Právě u celiaků byl zaznamenán výskyt alergie na pohanku v 1 % případů, pokud byli celiaci zatíženi ještě další alergií, tak se alergie na pohanku projevila u 30 % z nich (Badiu a kol. 2013). Ve Švédsku trpí celiakií 0,2 % obyvatel a z nich u 4 % se projevuje intolerance pohanky (Kim a kol. 2004). Vedle celiaků jsou ohroženými skupinami konzumenti etnických diet, vegani, stoupenci raw stravy a osoby profesionálně pracující s pohankou. Byly zaznamenány alergie na pohanku u zaměstnanců balíren, prodavačů v prodejnách zdravé výživy a v prodeji pohankových těstovin. Zajímavou možností získání alergie na pohanku je používání polštářů plněných pohankovými slupkami (Badiu a kol. 2013, Sammut a kol. 2011).

5.8.1. ALERGENY POHANKY V literatuře je o alergenech pohanky méně informací než u jiných potravinových alergenů. Identifikovány pomocí sér pacientů a blíže charakterizovány jsou tři hlavní alergenní bílkoviny a pak jako čtvrtý trypsin inhibitor. Objevují se ale zmínky o imunoreaktivitě dalších bílkovin většinou po rozdělení na SDS-PAGE a detekci pomocí patientských sér. Přehled hlavních alergenů pohanky a elektroforéza pohankových bílkovin je na obrázku hlavních alergenů pohanky a elektroforéza pohankových bílkovin je na v Tab. 14.

Tab. 14: Přehled a vlastnosti alergenů pohanky (Cho a kol. 2015, Lee a kol. 2012, Park a kol. 2000)

Ozn.	M (kDa)	pl	Rezistence	Pozn.
Fag e 1	24	8,3	odolá chymotrypsin ano, termostabilní do 100 °C, v autoklávu pokles imunoreaktivity	Beta podjednotka 13S globulinu ze skupiny leguminů, 100% pacientů na něj reaguje
Fag e 2, Fag e16kD	16	5,6	pepsinem se neštěpí	2S albumin, nejvíce alerg., 77,8% pacientů na něj reaguje,
Fag e 3, Fag e 19kD	19	6,5;7,0	za tepla nebo v přítomnosti cukrů za vysoké teploty klesá iminoreaktivita	11S globulin = vicilin, specifický pro Koreu, 83,3% pacientů na něj reaguje
Fag e 10kDa	8-17			2S albumin, reaktivita u 57% pacientů
Fag e TI	9	5		trypsin inhibitor

Citlivost na pohanku je definována tak, že hodnota IgE ≥ 0.35 kU/L podle ImmunoCAP system (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA).

Fag e 1, je β polypeptid patřící mezi 13S globuliny, tj. je součástí zásobních bílkovin pohanky. 13S globulin se skládá z více podjednotek, byly identifikovány α -polypeptidy a podle obsahu methioninu byly rozděleny do tří typů a ty byly dále rozděleny na Met-chudé a Met bohaté frakce. Kromě tří známých na Met chudých podjednotek byly identifikovány čtyři nové Met-chudé podjednotky s 0, 2, 4 nebo 6 tandemově opakovanými sekvencemi. Úseky bílkovin s opakujícími se sekvencemi jsou různě dlouhé a tím se vysvětluje polymorfismus při SDS-PAGE a PCR analýze. Oblasti s tandemovou repeticí jsou hydrofilní a s vysokým obsahem argininu, což vysvětluje rozdíly ve stravitelnosti podjednotek trypsinem. (Katsube Tanaka a kol. 2011) Byl sledován vliv záhřevu v autoklávu na 24kDa protein pohanky, po záhřevu klesá významně rozpustnost, elektroforéza i ELISA s monoklonálními protilátkami proti 24kDa proteinu ukázaly snížení imunoreaktivity bílkovinného extraktu z pohanky. Záhřev pohanky v autoklávu by proto mohl snížit její alergenicitu (Tomotake a kol. 2012). Tohgi a kol. (2011) provedl porovnání Fag e1 a e2, rekombinantního Fag e1 a e2 a pouhého výluhu z pohanky z hlediska spolehlivosti a specifity reakce s IgE. Všichni alergičtí pacienti reagovali na nativní Fag e1 a e2, atopici reagovali pouze z 62, resp. 57%. Test na odpovídající rekombinantní bílkoviny byl méně citlivý. Z nativních alergenů je tak nejlépe pro diagnostiku využít alergen Fag e2. Fag e3 je protein s molekulovou hmotností 19 kDa složený ze 135 aminokyselin, je slabě homologní s alergenem kešu ořechů Ana o1 a alergenem vlašských ořechů Jug r2 a 7S globulinem sezamu (Choi a kol. 2007).

Lee a kol. (2013) sledovali odolnost alergenů pohanky proti hydrolýze trávicími enzymy pepsinem (pH 1,2) a chymotrypsinem, působení enzymů bylo kontrolováno imunireaktivitou s IgE pacientů. Na alergen 16kDa reagovali po 60 minutách hydrolýzy pepsinem ještě u 2 z 6 pacientů, 24 kDa protein odolává podle SDS-PAGE působení chymotrypsinu. Lee a kol. (2016) také testovali

vliv vysokého tlaku v kombinaci s hydrolýzou papainem na bílkoviny pohanky. Papain samotný způsobil pokles imunoreaktivity o 79,8%, při použití vysokého tlaku 600 MPa po dobu 1 minuty se snížila imunoreaktivita o 55,1 % a při kombinaci působení papainu ošetření vysokým tlakem došlo k poklesu o 87,1 %. Podle analýzy s využitím cirkulárního dichroismu (CD) jsou příčinou poklesu imunoreaktivity změny sekundární struktury bílkovin při tlakování. Tato skutečnost také dokazuje přítomnost konformačních epitopů ve struktuře testovaných bílkovin. Vliv proteáz na alergeny pohanky zkoumali i Sung a kol. (2014), změny reaktivity sledovali s využitím králičí protilátky a IgE pacientů. Nejlepších účinků, tj. snížení imunoreaktivity, bylo dosaženo u alkalické proteázy (serinová peptidáza). Takto upravená bílkovina nereagovala s králičí protilátkou a s lidským IgE reagovala s 50% intenzitou. Opačný účinek byl zaznamenán u proteáz z *Aspegillus* sp., kdy nedošlo k efektivní hydrolýze bílkovin a imunoreaktivita se ještě zvýšila.

Křížové reakce jsou zaznamenány především s bílkoviny příbuzných druhů pohanky (*F. lineare*, *tataricum*, *urophyllum*). Z pohanky tatarské byly alergeny izolovány a testovány na imunoreaktivitu. Byl například izolován 24kDa protein, skládá se z 215 aminokyselin a silně reaguje se séry alergických pacientů. Tepelná stabilita 24kDa alergenu pohanky tatarské byla testována ve fosfátovém pufru při 100 °C. Po 10 a 20 minutách inkubace byla ještě bílkovina zachycena SDS – PAGE, až po hodině záhřevu frakce mizí. 24 kDa protein je tedy tepelně velmi stabilní. (Wang a kol. 2004). Yang a kol. (2013) také pracovali s jedním z hlavních alergenů pohanky tatarské. Fag t 3 je hlavní alergen tatariky (11S globulin), byl sledován vliv Maillardovy reakce na jeho alergenicitu. Při záhřevu vzniká kovalentní vazba sacharidů a alergenu, imunoreaktivita klesá. Současně klesá i rozpustnost a elektroforetická pohyblivost, tj. dochází k významné změně ve struktuře epitopů.

Yoshioka a kol. (2004) našli v pohance seté protein o hmotnosti 16-18 kDa složený ze 127 aminokyselin. Byl připraven stejný rekombinantní protein reagující s IgE. Podobné vlastnosti mají alergeny arašídů Ara h2, skočce Ric c1 a Ric c3. Doyen a kol. (2014) dokumentovali spojení alergie na latex s alergií na pohanku. V obou materiálech byl nalezen alergen o molekulové hmotnosti 50 kDa. Jedná se zřejmě o homologní bílkoviny odpovídající alergenu Hev b13. Dále byly zachyceny slabé křížové reakce v případě rýže, kešu a vlašských ořechů, sezamu, máku, banánů, sóji, quino, avokáda a kokosu (Phadia, Opiel a kol. 2006, Kobayashi a kol. 2012, Doyen a kol. 2014).

5.8.2. STANOVENÍ ALERGENŮ POHANKY

Pro stanovení alergenů pohanky se používají hlavně imunochemické metody. Pro výzkumné účely se dosud v mnoha případech na detekci v ELISA metodách nebo western blotu používají séra pacientů alergických na pohanku. Výsledky testů pak závisí na individuální reaktivitě pacientů. Maruyama-Funatsuki (2004) sestavili ELISA systém na kvantifikaci 24kDa alergenu a tuto ELISU použili na stanovení obsahu alergenu v odrůdách pohanky s cílem najít odrůdu s menším obsahem alergenů. Byly zjištěny rozdíly v obsahu 24kDa proteinu v různých kultivarech pohanky, pohanka bez tohoto alergenního proteinu, ale nalezena nebyla. ELISA byla kompetitivního typu s využitím rekombinantního proteinu 24kDa a patientských sér na detekci.

Pro detekci pohanky v potravinách jsou používány v ELISA kitech převážně polyklonální králičí protilátky nebo protilátky monoklonální. Pro rychlé kvalitativní testy jsou vyvinuty imunochromatografické metody.

Komerčních ELISA souprav mnoho k dispozici není, další ELISA metody slouží pouze pro výzkumné účely.

Jednotlivé kity se liší kalibrací i vyjádřením výsledků měření. Nejznámější je kit FASTKIT ELISA Ver. II Buckwheat (firmy Morinaga, Nippon Meat Packer) sendvičového typu s protilátkou získanou imunizací králíků částečně přečištěnou bílkovinou pohanky. Na detekci využívá komplex biotin a streptavidin – peroxidáza. Nevýhodou je ředění kalibrátorů na pracovišti zákazníka. Firma ELISA Systems doporučuje speciální postup extrakce vzorků obsahujících taniny, jako jsou čokoláda, víno, ovocné šťávy nebo byliny. MonoTrace Buckwheat ELISA Kit - 96 jamková souprava firmy Biofront Technologies je založená na monoklonální protilátce zaměřené proti tepelně stabilní bílkovině. Je určena na stanovení bílkovin pohanky v mouce, mase, těstovinách a cereáliích. Komerční kity byly porovnány v práci Akyiama a kol. (2004), kteří organizovali kruhový test na stanovení bílkovin pohanky v extraktu ze snack výrobků, těstovin a pečiva, koncentrace pohankových bílkovin byla 5-20 ng/ml. Analýzy byly provedeny 2 různými ELISA kity, variační koeficient byl 10 % a recovery přes 40 %, opakovatelnost se pohybovala mezi 6,8-78,5 % u kitu *Buckwheat kit* a 5-33,9 % u kitu *Buckwheat ELISA kit*. Byl stanoven detekční limit LOD 1 ng/ml.

Back a kol. (2014) vyvinuli kompetitivní nepřímou ELISU pro stanovení pohanky v potravinách s využitím králičí polyklonální protilátky proti bílkovinám pohanky. Při zahřevu po dobu 30 min reaktivita izolované bílkoviny klesla na jednotky procent, u pohankové mouky byl pokles reaktivity na 44 %, v reálné potravine je tedy antigen stabilnější. Pro vzorek pohanky zahřátý na 60-90 °C byla stanovena výtěžnost 83,0 % a pro vzorek zahřátý na 100 °C pouze 44,5 %, výtěžnost stanovené pro vařené těstoviny a škrobové gely a pšeničnou mouku dosahovalo 81-104 %. Dále byla konstruována sendvičová ELISA souprava na stanovení bílkovin pohanky s využitím králičí protilátky proti pohance a kozí antikráličí protilátky na detekci. Výtěžnost byla testována na vzorcích těstovin (90 %) a pečiva (60 %). Limit kvantifikace byl stanoven na 2 mg/kg pohanky, nebyly pozorovány křížové reakce (Panda a kol. 2010).

Imunochemická metoda v kombinaci s fluorescenční detekcí je předmětem patentu EP 0 794 434 (1997). Alergen reaguje s protilátkou značenou fenylisothiokyanátem (FITC), volná protilátka se odstraní chromatografií na iontoměniči a pak se změří fluorescence komplexu antigen-protilátka.

Na imunochemickém základě je vyvinuta i jednoduchá metoda na rychlé stanovení založená na FET biosenzoru (field effect transistor). Metoda detekuje 16 kDa protein, který není dostatečně nabitý pro FET, proto je použita záporně nabitá povrchově aktivní látka dodecylsulfát sodný (SDS) na úpravu povrchového potenciálu - takto upravená bílkovina je schopná vazby na receptor na povrchu senzoru. Citlivost metody je 1 ng – 10 µg/ml. Zvyšující se koncentrace navázaného proteinu zvyšuje náboj na povrchu a tím napětí, jehož změny se registrují (Hideshima a kol. 2016).

Yum a kol. (2000) využili monoklonální protilátky na kontrolu přípravy hypoalergenní pohanky. Prostřednictvím techniky imunoblotu bylo zjištěno, že z hypoalergenní pohanky zmizely proteiny s molekulovou hmotností 50, 36 a 13 kDa. Přesto upravený materiál z pohanky stále s protilátkami reagoval, to znamená, že se alergenní potenciál pohanky nepodařilo zcela odstranit.

Vedle imunochemických metod se rozvíjejí metody PCR na detekci DNA pohanky (EP 1 473 364, Yanakawa a kol. 2008). Hirao a kol. (2006) vyzkoušeli PCR metodu užívající jako unikátní interní standard semena statice kompenzující variabilitu extrakce DNA a amplifikace. Metoda je schopna detekovat pěstované kultivary i divokou pohanku, při koncentraci 10 ppm pohankové mouky (1,2 µg/g bílkoviny) je stanoveno 0,7-0,9 ppm pohankových bílkovin, při 100 ppm mouky je zachyceno 7,7-9,8 ppm bílkoviny. PCR metodu zaměřenou na úsek DNA kódující protein BW10KD a detekující pohanku setou i tatarskou vyvinuli Jeon a kol. (2008).

Chromatografické metody se využívají na stanovení pohanky málo, ale dělení extraktů na iontoměničích nebo gelových náplních se používá při izolaci alergenů pohanky. Byly publikovány metody detekce bílkovin pohanky s využitím MALDI-TOF/MS včetně odpovídajících peptidových markerů (Faeste a kol. 2011).

Literatura ke kapitole 5.8

Agitest Buckwheat Food Allergen Rapid Test www.regabio.com 2014 REGA BIOTECHNOLOGY INC firemní literatura

Ahmed, A., Khalid, N., Abbasi, N.A., Latif, M.S.Z., Randhawa, M.A. (2014): Phytochemicals and biofunctional properties of buckwheat: a review *Journal of Agricultural Science*, 152, 349–369.

Akiyama, H., Nakamura, K., Harikai, N., Maitani, T. (2004): Inter-laboratory Evaluation Studies for Establishment of Notified ELISA Methods for Allergic Substances (Buckwheat) *Shokuhin Eiseigaku Zasshi*, 45(6), 325-31.

Akiyama, H., Imai, T., Ebisawa M. (2011): Japan Food Allergen Labeling Regulation—History and Evaluation. In Steve L. Taylor, editor: *Advances in Food and Nutrition Research*, Vol. 62, Burlington: Academic Press, pp.139-171.

Back, S.Y., Do, J.R., Shon, D.H. (2014): Development of Competitive Indirect ELISA for the Detection of Buckwheat in Processed Foods *Korean J. Food Sci. Technol.*, 46 (3), 269-275 (<http://dx.doi.org/10.9721/KJFST.2014.46.3.269>).

Badiu, E., Olivieri, E., Montagni, M. a kol. (2013): Italian study on buckwheat allergy: Prevalence and clinical features of buckwheat-sensitized patients in Italy. *Int. J. Immunopathol. Pharm*, 26(3), 801-806.

Bárta, J., Kalinová, J., Moudrý, J., Čurň, V. (2004): Effects of enviromental factors on protein content and composition in buckwheat flour. *Cereal Res. Communications*, 32 (4), 541-548.

- Beaudoin, E., Sergeant, P., Flabbee, J., Morisset, M., Kanny, G., Moneret-Vautrin, D.A. (2007): Buckwheat allergy: Analysis of 22 cases recorded by the Allergy Vigilance Network (2002-2006). *Europ. Ann. Allergy Clin. Immunol.*, 39(9), 303-306.
- Benkovič, E.T., Kreft, S. (2015): Fagopyrins and Protofagopyrins: Detection, Analysis and Potential Phototoxicity in Buckwheat. *J. Agric. Food Chem*, 63(24), 5715-5724.
- <http://www.biofronttech.com/> 1.1.2017 BioFront Technologies firemní literatura
- Buckwheat 2001 The George Mateljan Foundation
<http://www.whfoods.com/genpage.php?pfriendly=1&tname=foodspice&dbid=11>
- Buckwheat <http://www.phadia.com/en/Products/Allergy-testing-products/ImmunoCAP> Allergen-Information/Food-of-Plant-Origin/Grains/Buckwheat/ staženo 29.11.2016
- Davis, C.M. (2009): Food Allergies: Clinical Manifestations, Diagnosis, and Management Current problems in pediatric and adolescent health care, 39 (10), 236-254.
- Doyen, V., Lievre, K., de Thit, F., Ledent, C., Mairesse, M., Corazza, F., Michel, O., Leduc, V. (2014): A study of allergens involved in a case of latex-buckwheat cross-allergenicity *Revue française d'allergologie*, 54 (6), 454-456.
- ELISA SYSTEMS - Buckwheat ESBWPRD-48 firemní literature
- Fastkit slim buckwheat https://www.cosmobio.com/contents/fastkit_slim.html
- Faeste, Ch.K., Thorsen Ronning, H., Christians, U., Granum, P.E. (2011): Review Liquid Chromatography and Mass Spectrometry in Food Allergen Detection. *Journal of Food Protection*, 74 (2), 316–345.
- Fok, J.S., Kette, F., Smith, W., Smith, A., Ahmadie, A., Heddle, R., Hissaria, P. (2015): Buckwheat allergy: an emerging problem in Australia. *Internal Medicine Journal*, 45 (4), 1–25.
- Gimenez-Bastida, J.A., Piskula, M.K., Zielinski, H. (2015): Recent Advances in Processing and Development of Buckwheat Derived Bakery and Non-Bakery Products. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 65 (1), 9–20 (doi: 10.1515/pjfns-2015-0005 <http://journal.pan.olsztyn.pl>).
- Goncalves, F.M.F., Debiage, R.R., Goncalves da Silva, R.M., Porto, P.P., Yoshihara, E., De Mello Peixoto, E.C.T. (2016): Fagopyrum esculentum Moench: A crop with many purposes in agriculture and human nutrition. *African J. Agric. Res.*, 11 (12), 983-989.
- Gorinstein, S., Lojek, A., Číž, M., Pawelzik, E., Delgado-Licon, E., Medina, O.J., Moreno, M., Salas, I.A., Goshev, I. (2008): Comparison of composition and antioxidant capacity of some cereals and pseudocereals. *Int.J. Food Sci Technol.*, 43, 629-637.
- Heffler E, Nebiolo F, Asero R, Guida G, Badiu I, Pizzimenti S, Marchese C, Amato S, Mistrello G, Canaletti F, Rolla G. (2011): Clinical manifestations, co-sensitizations, and immunoblotting profiles of buckwheat-allergic patients. *Allergy*, 66, 264–270.

- Heffler E, Pizzimenti S, Badiu I, Guida G, Rolla G (2014): Buckwheat Allergy: An Emerging Clinical Problem in Europe. *J Allergy Ther.*, 5, 168 (doi:10.4172/2155-6121.1000168).
- Hirao, T., Hiramoto, M., Imai, S., Kato, H. (2006): A Novel PCR Method for Quantification of Buckwheat by Using a Unique Internal Standard Material. *J. Food Prot.*, 10, 2320-2566.
- Hideshima, S., Fujita, T., Harada, Y., Tsuna, M., Seto, Y., Satoshi, S., Kuroiwa, S., Nakanishi, T., Osaka, T. (2016): Signal amplification in electrochemical detection of buckwheat allergenic protein using field effect transistor biosensor by introduction of anionic surfactant. *Sensing and Bio-Sensing Research*, 7, 90–94.
- Cho J., Lee, J., Choi, J., Park, M.R., Shon, D.H., Kim, J., Ahn, K., Han, Y. (2015): Significance of 40, 45, and 48-kDa Proteins in the Moderate-to-Severe Clinical Symptoms of Buckwheat Allergy. *Allergy Astma Immunol. Res.*, 7 (1), 37-43.
- Choi, S.Y., Sohn, J.H., Lee, Y.W., Lee, E.K., Hong, Ch.S., Park, J.W. (2007): Characterization of buckwheat 19-kD allergen and its application for diagnosing clinical reactivity. *Int Arch Allergy Immunol*, 144(4), 267-274.
- Christa, K, Soral.Smietana, M. (2008): Buckwheat Grains and Buckwheat Products – Nutritional and Prophylactic Value of their Components – a Review. *Czech J. Food Sci.*, 26 (3), 153-162.
- Janovská, D., Kalinová, J., Michalová, A.: Metodika pěstování pohanky obecné v ekologickém a konvenčním zemědělství. VÚRV a Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, 2008.
- Jeon, Y.J., Hong, K.W. (2008): A duplex PCR assay for differentiating native common buckwheat and tartarian buckwheat, and its application for the rapid detection of buckwheat ingredients in food. *Food Sci Technol.*, 17 (2), 357-361.
- Katsube-Tanaka, T., Khan, N., Takahashi, Y., Nakagawa, M. (2013): Analysis of the major seed storage protein, 13S globulin, in common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). Improving food, energy and environment with better crops. 7th Asian Crop Science Association Conference, IPB International Convention Center, Bogor, Indonesia, 27-30 September 2011 pp.349-353.
- Kim, J.L., Wieslander, G., Norbäck, D. (2004): Allergy/Intolerance to Buckwheat and Other Food Products among Swedish Subjects with Celiac Disease. *Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat*.
- Kim, S.K., Park, H.J., Park, K.H., Lee, J.H., Park, J.W. (2016): IgE Sensitization Patterns to Commonly Consumed Foods Determined by Skin Prick Test in Korean Adults. *J Korean Med Sci*, 31, 1197-1201.
- Kobayashi, S a kol. (2012): Identification of a new IgE-binding epitope of peanut oleosin that cross-reacts with buckwheat. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 76 (6), 1182-1188.
- Lee, S.Y., Ahn, K., Kim, J. a kol. (2016): A Multicenter Retrospective Case Study of Anaphylaxis Triggers by Age in Korean Children. *Allergy, asthma & immunology research*, 8(6), 535.

- Lee, Ch., Lee, S., Oh, S (2012): Recent Trends in Buckwheat Allergen Research : a mini review. Food Engineering Progress, 16(4), 314-324.
- Lee, S., Han, Y., Do, J.R., Oh, S. (2013): Allergenic potential and enzymatic resistance of buckwheat. Nutr. Res. Pract., 7 (1), 3-8.
- Lee, Ch., In, S., Han, Y., Oh, S. (2016): Reactivity change of IgE to buckwheat protein treated with high-pressure and enzymatic hydrolysis. J. Sci. Food Agric., 96 (6), 2073-2079.
- Linh, N.T.N., Khoa, D.V.A., Halas, V. (2014): Buckwheat as valuable feed and food resource. Nova J. Med. Biol. Sci., 3 (4), 1-6 (www.novaexplore.com).
- Maruyama-Funatsuki, W., Fujino, K., Suzuki, T, Funatsuki, H. (2004): Quantification of a major allergenic protein in common buckwheat cultivars by an enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Fagopyrum, 21, 39-44.
- Mickowska, B., Socha, P., Urmínska, D., Cieslik, E. (2012): Immunodetection, Electrophoresis and Amino Acid Composition of Alcohol Soluble Proteins Extracted from Grains of Selected Varieties of Pseudocereals, Legumes, Oat, Maize and Rice. Cereal Research Communications, 41 (1), 160-169. (doi: 10.1556/CRC.2012.0029).
- Morinaga - Nippon Meat Packers - FASTKIT ELISA Ver. II Buckwheat firemní literatura
- Nair, A., Adachi, T. (1999): Immunodetection and characterization of allergenic proteins in common buckwheat (*Fagopyrum esculentum*). Plant Biotechnol., 16 (3), 219-224.
- Oppel, T., Thomas, P., Wollenberg, A. (2006): Cross-Sensitization between Poppy Seed and Buckwheat in a Food-Allergic Patient with Poppy Seed Anaphylaxis. Int. Arch. Allergy Immunol., 140 (2), 170-173.
- Panda, R., Taylor, S. L., Goodman, R.E. (2010): Development of a sandwich enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for detection of buckwheat residues in food. J. Food Sci, 75 (6), T110-7.
- Park, J.W., Kang D. B., Kim, C. W., Ko, S.H, Yum, H. Y Kim. K. E., Hong, C.-S., Lee, K. Y (2000): Identification and characterization of the major allergens of buckwheat. Allergy, 55, 1035-1041.
- Pourshahnazari, P., Sussman, G. (2014): Buckwheat anaphylaxis: a case report. Clinical Immunology, 10 (2), A38 (<http://www.aacijournal.com/content/10/S2/A38>).
- Prakash, S., Yadav, K. (2016): Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) as a functional food: A nutraceutical pseudocereal. Int. J. Curr. Trend. Pharmacobiol. Med. Sci., 1(3), 1-15.
- Sammot D., Dennison P., Venter C., Kurukulaaratchy R.J. (2011): Buckwheat allergy: a potential problem in 21st century Britain. BMJ Case Reports 2011 (10.1136/bcr.09.2011.4882, Published online 2011 Nov 9).
- Skerritt, J.H. (1986): Molecular comparison of alcohol-soluble wheat and buckwheat proteins. Cereal Chem., 63(4), 365-369.

Sung, J.E., Lee, J., Han, Y., Shon, D.H., Ahn, K., Oh, S., Do, J.R. (2014): Effects of enzymatic hydrolysis of buckwheat protein on antigenicity and allergenicity. *Nutrition Research and Practice*, 8(3), 278-283.

Takahashi, Y., Ichikawa, S., Aihara, Y., Yokota, S. (1998): Buckwheat allergy in 90,000 school children in Yokohama. *Allergy*, 47(1), 26-33.

Tohgi, K., Takahashi, H., Matsuo, H., Nakayama, S., Morita, E. (2011): Usability of Fag e 2 ImmunoCAP in the diagnosis of buckwheat allergy. *Arch. Dermatol. Res.*, 303 (9), 635-642.

Tomotake, H., Yamazaki, R., Masayuki, Y. (2012): An Autoclave Treatment Reduces the Solubility and Antigenicity of an Allergenic Protein Found in Buckwheat Flour. *J. Food Prot.*, 75 (6), 1172-1175.

Wang, Z., Zhang, Z., Zhao, Z., Wieslander, G., Norback, D., Kreft, I. (2004): Purification and characterization of a 24kDa protein from tartary buckwheat seeds. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 68(7), 1409-1413.

Wieslander, G., Norback, D. (2001): Buckwheat allergy. *Allergy*, 56, 703-704.

Wieslander, G. (1995): Allergy to Buckwheat. *Current Advances in Buckwheat Research, Proceedings of the 6th International Symposium on buckwheat in Shinshu, August 24-29, 1995.*

Yanakawa, H., Akiyama, H., Endo, Y., Miyatake, K., Sakai, S., Kondo, K., Toyoda, M., Urisu, A., Teshima, R. (2008): Specific Detection of Buckwheat Residues in Processed Foods by Polymerase Chain Reaction. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 72 (8), 2228–2231.

Yang, Z.H., Li, Ch., Li, Y.Y., Wang, Z.H. (2013): Effects of Maillard reaction on allergenicity of buckwheat allergen Fag t 3 during thermal processing. *J. Sci. Food Agric.*, 93, 1510–1515.

Yoshioka, H., Yasueda, N., Adachi, T. (2004): Molecular cloning and expression of a major allergenic protein Gaf e2 from buckwheat. *Fagopyrum*, 21, 35-38.

Yum, H.Y., Ryu, J.W., Kim, K. E., Lee, K.Y. (2000): Immunoblot Analysis of Hypoallergenic Buckwheat with Monoclonal Antibodies to Raw Buckwheat. *Pediatr.Allergy Respir. Dis.*, 10(1), 34-40.

ZPRÁVA O STAVU ZEMĚDĚLSTVÍ ČR ZA ROK 2014 „ZELENÁ ZPRÁVA“ Zprávu o stavu zemědělství ČR za rok 2014 zpracoval Ústav zemědělské ekonomiky a informací pod gescí Ministerstva zemědělství.

(https://www.businessinfo.cz/app/content/files/dokumenty/Zprava_o_stavu_zemedelstvi_CR_v_roce_2014.pdf, 18.1.17).

PATENTY

Matsunaga, T. (1997): Method for the analysis of allergen. EP 0 794 434 A1.

US 2007/0275427 A1 (2007): Akimoto a kol.: Method of detecting allergen, PRIMA MEAT PACKER, LTD.

US 8,361,460 B2 Morimatsu a kol. (2013): Food allergens, method of detecting food allergens and method of detecting food allergy-inducing foods. Nippon Meat Packers, Inc.

EP 1 473 364 A1 Yamakawa, H. (2004): Method of testing food, Nisshin Seifun group Inc.

US 8361460 B2 Food allergens, method of detecting food allergens and method of detecting food allergy-inducing foods.

Аллергия на гречку: вымысел или реальность? (<https://alergostop.ru/>)

Есть ли у вашего малыша аллергия на гречневую кашу? (<http://zdorovyedetei.ru/>) 30.12.2016

5.9. RYBY

Ryby mohou být příčinou potravinové alergie tak jako řada jiných potravin. Reakce na ryby nemusí vždy vycházet z imunitního mechanismu, ale mohou být způsobeny toxiny a parazity. Reakce může být vážná a ohrozit život pacienta, navíc tento typ alergie obvykle nevyhasíná. Na druhou stranu alergie na rybí maso většinou nemá tak bouřlivý průběh. Jedná se většinou o mírnější projevy, jako je kopřivka, dermatitidy, angioedém, průjmy nebo případně astma. Uvádí se, že různí jedinci jsou různě citliví na různé druhy ryb, takže znalost konzumovaného druhu ryby může být důležitá (Bernhiselbroadbent a kol. 1992) Alergická reakce se může dostavit nejen po požití, ale i při kontaktu kůží nebo vdechování aerosolu při zpracování ryb. Uvádí se prevalence 0,2-2,29 % populace, ale až 8 % u pracovníků zpracovávající ryby. Kuchaři podílející se na kulinární úpravě ryb jsou údajně ohroženi více než sami rybáři. Výskyt se samozřejmě liší podle stravovacích zvyklostí populace (Sharp a kol. 2014, Lodde a kol. 2017.) Hlavním alergenem je parvalbumin, protein rybí příčně pruhované svaloviny (Swoboda a kol. 2002, Bugajska-Schretter a kol. 2000). Je značně termorezistentní, takže tepelnou úpravou dochází jen k částečnému úbytku alergenicity. Vzhledem k tomu, že svalovina tvoří u většiny ryb podstatnou část jejich těla, nejde se případné reakci při konzumaci ryby vyhnout. Kromě parvalbuminu byly identifikovány méně známé alergeny aldoláza a enoláza. Byla také prokázána křížová reaktivita u pacientů s alergií na drůbeží maso bez senzibilizace na vejce (Fernandes a kol. 2015, Mohammadi a kol. 2016, Kuehn a kol. 2016).

Dalším podezřelým, který může být v některých případech původcem alergie na ryby je parazitický červ *Anisakis simplex*, někdy přezdíváný "sledřový červ". *Anisakis simplex* je parazitická hlístice v trávicím traktu mořských savců, ale v ryby mohou být jeho mezihostitelem. Zdravotní potíže mohou nastat po konzumaci nedostatečně tepelně upraveného rybího pokrmu s hlísticí nebo jako imunitní reakce na antigen parazita. Reakce může probíhat s rychlým nástupem až anafylaxí, ale také může mít podobu chronického onemocnění. Ačkoli se zdá, že se jedná v České republice o okrajovou a značně exotickou záležitost, bylo to v polovině roku 2016, kdy byl *Anisakis* prokázán v jednom rybím výrobku, který se následně stahoval z trhu (MZe 11. 8. 2016). Jeho výskyt v dodávaných rybách není tedy zcela zanedbatelný. Riziko spojené s infekcí tímto parazitem je účinně snižováno tím, že odchycené ryby jsou zamrazovány již na lodi, tedy přímo na moři. Tím jsou vývojová stadia *Anisakis* usmrcena. To však nevylučuje alergickou reakci (Ivanovic a kol. 2017).

Literatura ke kapitole 5.9

Bernhiselbroadbent, J.; Scanlon, S. M.; Sampson, H. A. (1992): Fish hypersensitivity. In vitro and oral challenge results in fish-allergic patients. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 89, 730-737.

Bugajska-Schretter, A.; Grote, M.; Vangelista, L.; Valent, P.; Sperr, W. R.; Rumpold, H.; Pastore, A.; Reichelt, R.; Valenta, R.; Spitzauer, S. (2000): Purification, biochemical, and immunological characterisation of a major food allergen: different immunoglobulin E recognition of the apo- and calcium-bound forms of carp parvalbumin. *Gut*, 46(5), 661-669.

Fernandes, T.R.J., Costa, J., Oliveira, M.B.P.P., Mafra, I. (2015): An overview on fish and shellfish allergens and current methods of detection. *Food Agric. Immunol.*, 26(6), 848-869.

Ivanovic, J., Baltic, M.Z., Bosiovic, M., Kilibarda, N., Dokmanovic, M., Markovic, R., Janjic, J., Baltic, B. (2017): Anisakis allergy in human. *Trends Food Sci. Technol.*, 59, 25-29.

Kuehn, A., Codreanu-Morel, F., Lehnert-Weber, C., Doyen, V., Gomez-Andre, S.A., Bienvenu, F., Fisher, J., Ballardini, N., van Hage, M., Perotin, J.M., Silcret-Grieu, S., Chabane, H., Hengtes, F., Ollert, M., Hilger, C., Morisset, M. (2016): Cross-reactivity to fish and chicken meat - a new clinical syndrome. *Allergy*, 71(12), 1772-1781.

Mohammadi, M., Falak, R., Mokhtarian, K., Khoramizadeh, M.R., Sadroddiny, E., Kardar, G.A. (2016): Identification and Characterization of Main Allergic Proteins in Cooked Wolf Herring Fish. *Iranian J. Allergy Astma Immunol.*, 15(5), 363-371.

Sharp, M.F., Lopata, A.L. (2014): Fish Allergy: In Review. *Clin. Rev. Allergy Immunol.*, 46 (3), 258-271.

Varování před konzumací potraviny. MZe 11.8.2016

Swoboda, I.; Bugajska-Schretter, A.; Valenta, R.; Spitzauer, S. (2002): Recombinant fish parvalbumins: Candidates for diagnosis and treatment of fish allergy. *Allergy* 57, 94-96.

5.10. MOŘSKÉ PLODY

Měkkýši a korýši nejsou na českém jídelníčku příliš časté, ale přesto se pokrmy z nich objevují zejména v nabídce restaurací. Do skupiny měkkýšů patří plži (například ušň – rod *Haliotis* a suchozemští hlemýždi – rod *Helix*), mlži zastoupení především slávkami jedlými (*Mytilus edulis*), hřebenatkami (rod *Placopecten*), srdcovkami jedlými (*Cerastoderma edule*, též *Cardium edule*) a ušticemi (rod *Ostrea*) a hlavonožci. Do skupiny hlavonožců řadíme chobotnice, sépie a olihně (kalmary).

Z korýšů se objevují v nabídce krevety a garnáti, langusty, krabi a humři. Do této skupiny patří i raci (*Astacidea*) kteří dříve byli součástí české kuchyně, ale v současné době jsou přísně chráněni.

Konzumace mořských živočichů může způsobit řadu problému neimunologického charakteru, které mají podobné příznaky jako pravá alergie. Příčinou může být obsah parazitů, mikrobiální kontaminace nebo obsah toxinů a histaminu. Skutečná alergická reakce se může projevit mírnými příznaky typu kopřivky, orálním alergickým syndromem, ale i anafylaktickou reakcí ohrožující na životě. Výskyt alergie na korýše a měkkýše se liší podle geografické oblasti, to znamená podle dostupnosti a četnosti konzumace těchto potravin. Alergeny představují i určitou profesionální zdravotní zátěž. Při epidemiologické studii výskytu astmatu u lidí profesionálně pracujících při lovu, zpracování nebo kulinární úpravě mořských živočichů bylo zjištěno, že astma je častější u lidí pracujících s bezobratlými živočichy než s rybami (Jeebhay a kol. 2010).

Hlavním alergenem korýšů i měkkýšů je svalová bílkovina tropomyosin o relativní molekulové hmotnosti 34-38 kDa. Tropomyosin se vyskytuje ve svalových i jiných buňkách, kde má podíl na zprostředkování interakce troponinu a aktinu a tím reguluje svalovou kontrakci. Tropomyosin je tepelně rezistentní alergen a odolává i změnám při běžné technologické úpravě potravin (Pedrosa a kol. 2014). Například bylo zjištěno, že alergenicita tropomyosinu uštic se při tepelné úpravě částečně sníží v závislosti na způsobu kulinární úpravy v pořadí - syrové > vařené > smažené ≈ pečené (Yadzir a kol. 2015).

Tropomyosiny v různých korýších vykazují vzájemnou podobnost, což vede ke značné zkřížené reakci a zkřížené senzibilizaci v rámci skupiny korýšů. Tropomyosin je odpovědný také za křížovou reaktivitu mezi korýši a měkkýši a také mezi bezobratlými a roztoči nebo hmyzem. Existují tak zkřížené reakce také mezi korýši a měkkýši, dále mezi korýši a hlemýždi, roztoči a šváby. Není známa zkřížená reakce tropomyosinu mezi korýši a obratlovci (rybami). Tropomyosin obratlovců není alergenní. Křížová reaktivita se také projeví třeba u osob alergických na domácí prach s roztoči (Lopata a kol. 2010, Leung a kol. 1996, Leung a kol. 2014).

Korýši obsahují rovněž řadu minoritních alergenů, které mohou způsobovat alergii více či méně specifickou pro určitý druh. Především jsou mezi alergeny bílkoviny spojené s funkcí svalových vláken, tj. se schopností svalové kontrakce. Myosiny představují skupinu svalových bílkovin podílejících se na svalové kontrakci spolu s aktinem. V relaxovaném stavu troponin obaluje myosin a brání mu ve vazbě na aktin. Při kontrakci svalu roste hladina vápníku, který váže další bílkovina troponin C a tím se uvolní na myosinu místa pro vazbu aktinu. Paramyosin je termolabilní alergen a je křížově reaktivní s tropomyosinem, podílí se také na svalové kontrakci, když tvoří jádro vláken s myosinem. Sarkoplasmatický protein vázající vápník (Sarcoplasmic Calcium-binding Protein) se rovněž podílí se na svalové funkci.

Výrazným alergenem je argininkináza, která byla nalezena v aerosolu ve vzduchu zpracoven mořských živočichů. Její biologickou funkcí je přenos energie prostřednictvím přechodu ADP na ATP. Stejně jako u tropomyosinu se jedná o panalergen bezobratlých živočichů včetně hmyzu. Záhřev nebo kyselé/zásadité prostředí snižují aktivitu argininkinasy jako u všech enzymů.

Alergenicita alergenu u krevet vlivem Mailardovy reakce většinou částečně klesá, stejně tak po enzymové hydrolýze nebo ozáření UV zářením (Pedrosa a kol. 2014, Faber a kol. 2017). Mezi alergeny patří i glykolytický enzym triosafosfát izomeráza. Zvláštní vlastnosti má hemocyanin, který v molekule váže atom mědi a plní funkci přenašeče kyslíku.

Také pro další alergenní bílkoviny bezobratlých platí obecně vysoký stupeň homologie, z toho plyne rozšířená možnost křížových reakcí mezi alergeny různých druhů bezobratlých, ale také výskyt křížových reakcí i mezi bílkovinami taxonomicky velmi vzdálených živočichů.

Literatura ke kapitole 5.10

Faber, M.A., Pascal, M., Kharbouchi, O., Sabato, V., Hagendorens, M.M., Decuyper, I.I., Bridts, C.H., Ebo, D.G. (2017): Shellfish allergens: tropomyosin and beyond. *Allergy* (doi: 10.1111/all.13115).

Jeebhay, M.F., Cartier, A. (2010): Seafood workers and respiratory disease: an update. *Curr. Opin. Allergy Clin Immunol.* 10 (2), 104–113.

Leung, P.S.C., Chow, W.K., Duffey, S., Kwan, H.S., Gershwin, M.E., Chu, K.H. (1996): IgE reactivity against a cross-reactive allergen in crustacea and mollusca: Evidence for tropomyosin as the common allergen. *J. Allergy Clin. Immunol.* 98 (5, part 1), 954-961.

Leung, N.Y.H., Wai, Ch. Y.Y., Shu, S., Wang, J., Kenny, T.P., Chu, K.H., Leung, P.S.C. (2014): Current Immunological and Molecular Biological Perspectives on Seafood Allergy: A Comprehensive Review. *Clinic Rev Allerg Immunol.* 46 (3), 180-197.

Lopata, A.L., O'Hehir, R.E., Lehner, S.B. (2010): Shellfish allergy. *Clin.Experimental Allergy*, 40, 850–858.

Pedrosa, M., Boyano-Martínez, T., García-Ara, C., Quirce, S. (2015): Shellfish Allergy: a Comprehensive Review. *Clinic Rev Allerg Immunol.* 49 (2), 203-216.

Yadzir, Z.H.M., Misnan, R., Bakhtiar, F., Abdullah, N., Murad, S. (2015): Tropomyosin, the major tropical oyster *Crassostrea belcheri* allergen and effect of cooking on its allergenicity. *Allergy Asthma Clin Immunol.* 11, 30 (doi: 10.1186/s13223-015-0099-4).

5.11. HISTAMINOVÁ INTOLERANCE

5.11.1. VZNIK, VÝZNAM A FUNKCE HISTAMINU

Histamin (2-[4-imidazolyl]-ethylamin) patří mezi biogenní aminy, má molekulovou hmotnost 111 Da a nachází se přirozeně v lidském těle. Vzniká enzymovou dekarboxylací bazické esenciální proteinogenní aminokyseliny histidinu enzymem histidin dekarboxylázou (EC 4.1.1.22), obsahující pyridoxalofosfát (Maintz a kol., 2006). Histamin je hlavním mediátorem při alergiích (senná rýma), hraje důležitou roli v alergii na léky a lékové intoleranci (Jarisch a kol., 2015). V

organismu dále funguje jako tkáňový hormon – mediátor zánětu a jako neurotransmitter v centrální nervové soustavě.

Histamin přítomen v potravinách je obvykle asociovaný s jinými farmakologicky aktivními biogenními aminy a je produkován mikroorganismy s histidin-dekarboxylující aktivitou z histidinu během zpracování potravin nebo jejich kažení.

5.11.2. UVOLNĚNÍ HISTAMINU V LIDSKÉM ORGANISMU

Histamin se může uvolňovat mechanismy na IgE protilátkách závislými a mechanismy na IgE protilátkách nezávislými – nealergickými. Látky, které uvolňují histamin nealergickým způsobem, se nazývají histaminoliberátory.

Zvýšená dostupnost histaminu nastává při jeho endogenní nadprodukci při alergiích, mastocytóze, bakteriemi, při gastrointestinálním krvácení, nebo zvýšeným exogenním příjmem histidinu nebo histaminu potravinami (Maintz a Novak, 2007).

Histamin může být také uvolňován skupinou plasmových bílkovin, které nazýváme komplement, a také mastocyty a bazofily při alergické reakci, což vyvolává alergické projevy. Je syntetizován také krevními destičkami a histaminergními neurony. Mechanismus jeho uvolnění při alergické reakci funguje následovně: některé antigeny (alergeny) jsou schopny stimulovat tvorbu specifických IgE protilátek. Tyto protilátky se u alergické reakce I. typu nespecificky váží na mastocyty a bazofilní granulocyty. Při navázání antigenu (alergenu) na vazebná místa těchto protilátek dochází k degranulaci mediátorů alergické reakce, mezi nimiž histaminu (také např. heparinu) a k tvorbě nových mediátorů (např. leukotrienů, prostaglandinů). Působení těchto mediátorů vede během několik minut - časná reakce - k místní vazodilataci, zvýšení cévní permeability, kontrakcím hladké svaloviny a zvýšené produkci hlenových žláz (Heroldová, 2002). V pozdní fázi s vrcholem po 6-12 hodinách dochází k infiltraci místa buňkami zánětu (neutrofilny, monocyty/makrofágy, eozinofily). Při generalizovaném průběhu vzniká anafylaktická reakce, při postižení průdušek a průdušniček astmatický záchvat, horních dýchacích cest alergická rýma, kůže angioedém, kopřivka, atopická dermatitida, spojivek alergická konjunktivitida a v trávicím traktu projevy potravinové alergie.

IgE-nezávislé uvolnění histaminu je regulováno přes cyklické nukleotidy cAMP a cGMP jako sekundárních messengerů. Spouštěcí faktory, jako např. histamin nebo beta-adrenergní stimuly zvyšují koncentraci cAMP, které brání degranulaci mastocytů. Uvolnění histaminu nastává stimuly, které snižují koncentraci cAMP (alfa-adrenergní a cholinergní vlivy), určitými cytokíny, které se uvolňují při zánětu a vazbou složek komplementu C5a, C3a na receptory na mastocytech. Takovéto „nealergické“ histaminoliberátory mohou být i různé potraviny, léky, hypoxie,uropeptidy, enzymy (fosfolipáza), fyzikální a chemické vlivy (Maintz a kol., 2006).

K dalším průvodním faktorům, které podporují uvolňování histaminu, patří infekce, sport, stres, chlad, chronické nemoci (např. chronická renální nedostatečnost) a léky (např. kyselina acetylsalicylová) (Zopf a kol., 2009).

Histaminová intolerance patří mezi nealergickou přecitlivělost a nejsou u ní zapojeny imunitní mechanismy. Nastává při nerovnováze příjmu, resp. množstvím histaminu a jeho degradací. Je způsobena poruchou metabolismu především exogenně přijatého histaminu (Zopf a kol., 2009). Možností, jak tuto diagnózu zjistit, je dodržovat diety s nízkým obsahem histaminu po určitou dobu (alespoň 4 týdny) a sledovat výrazné zmírnění nebo úplné vymizení příznaků.

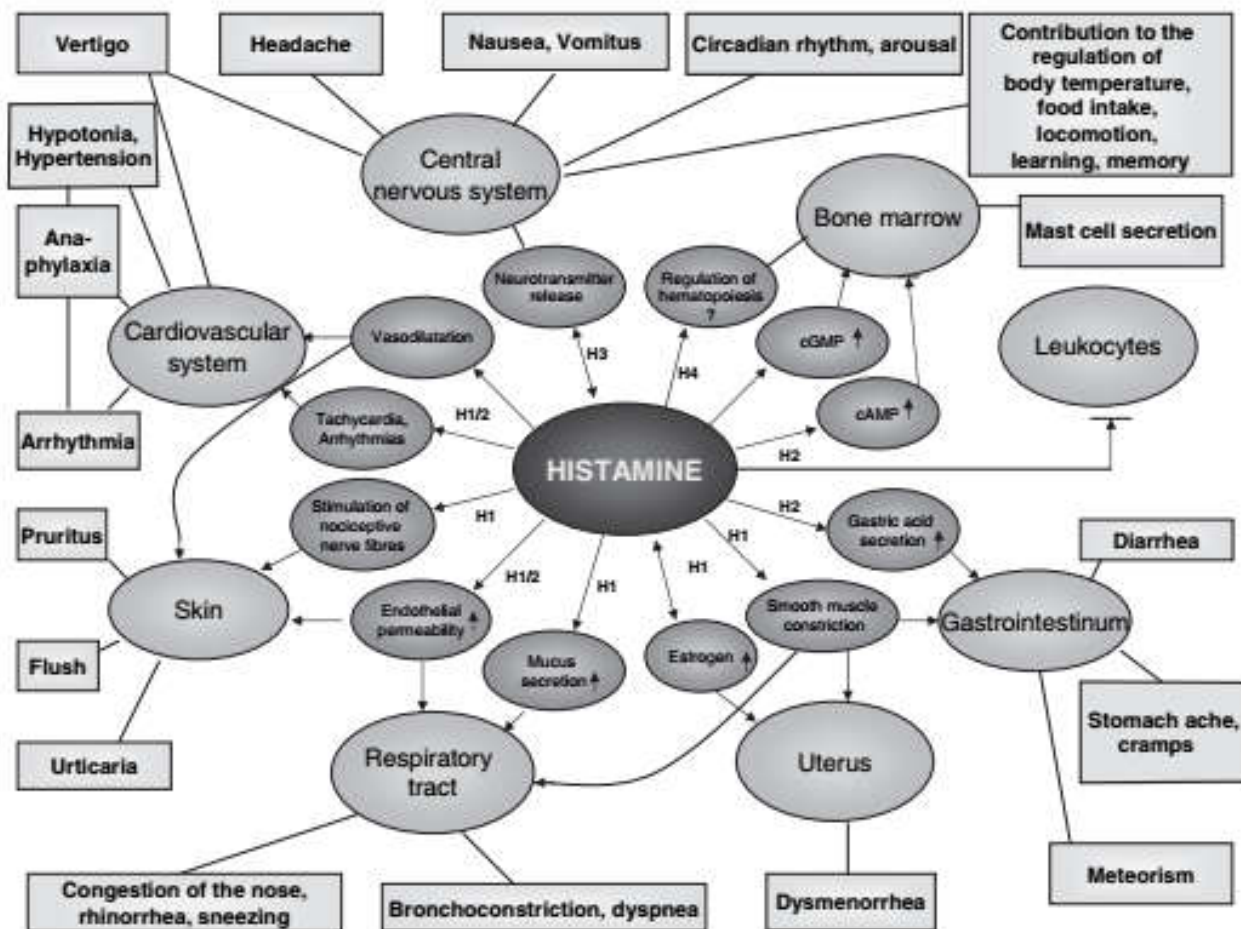
5.11.3. VÝSKYT HISTAMINU A NEŽÁDOUCÍ PROJEVY PO JEHO PŘÍJMU

Histamin je obsažen ve fermentovaných potravinách, tj. takových, které podléhají procesu zrání v přítomnosti bakterií (Jarisch a kol., 2015; Zopf a kol., 2009): v kysaném zelí, v sýrech (hlavně dlouho zrajících), a v alkoholických nápojích - v pivu, ve vínu (hlavně červeném), zároveň ve výrobcích produkovaných s použitím droždí (pečivo). Je to způsobené tím, že mnoho bakterií a droždí má vysokou aktivitu histidin dekarboxylázy (Maintz a kol., 2006). Vysoký obsah histaminu mají i mikrobiálně kontaminované potraviny s vysokým obsahem proteinů (tuňák, makrela, masové výrobky, uzeniny). Jeho množství v potravine závisí na koncentraci aminokyseliny histidinu ve výchozí potravine. Dalším aspektem je doba a teplota uskladnění potravin: vakuové balení a chlazení potravin (případně zmrazení) snižuje růst mikroorganismů a tím zabraňuje vzniku histaminu.

Dalšími potravinami, které mohou potenciálně uvolňovat histamin, jsou čokoláda, špenát, rajčata, jahody, papája, ananas, citrusy a ořechy (Maintz a kol., 2006).

Potraviny bohaté na histamin, jako např. sýr, uzeniny, kysané zelí, tuňák, rajčata a alkoholické nápoje jej mohou obsahovat až 500 mg/kg (Wöhrl a kol., 2004). Hladina histaminu v bílých vínech je v rozpětí 3-120 g/l, v šampaňských vínech 15-670 g/l, v červených vínech 60-3800 g/l a v pivech 21-305 g/l. (Wantke a kol., 1994). Histamin tedy způsobuje intoleranci vína. Pacienti s intolerancí k vínu mají sníženou degradaci histaminu způsobenou pravděpodobně deficiencí enzymu diaminoxidáza (Sattler a Lorenz, 1990; Wantke a kol., 1994).

Pokud dojde v těle k nerovnováze mezi množstvím histaminu a schopností jeho odbourání, vznikají chorobné projevy. Histamin v potravinách v netoxických dávkách způsobuje intoleranci potravin spojenou se symptomy, které nejčastěji souvisí se zažíváním, např. průjem, kolika, nadýmání, křeče v břiše, nevolnost, dále se srdečními problémy - hypo- a hypertenze, arytmie, bolesti hlavy, kožní problémy - svědění, kopřivka, zrudnutí obličeje, respirační problémy - kýchní, rýma, astma aj. (histaminová intolerance) (Maintz a kol., 2006; Wöhrl a kol., 2004; Zopf a kol., 2009). Histamin se váže na svoje čtyři receptory – H1R, H2R, H3R a H4R na cílových buňkách v různých tkáních (Obr. 8). Již jemné zvýšení koncentrace histaminu nad normální hladinu způsobí vazodilataci, zvýšenou sekreci žaludeční šťávy a kontrakci hladkých svalů. Poslední dva objasňují, proč lidé s potravinovými intolerancemi a alergiemi mají nespecifické abdominální symptomy. Autoři Wöhrl a kol. (2004) ve svém výzkumu zjistili, že 75 mg čistého kapalného histaminu podaného orálně, tj. množství, které se běžně vyskytuje v jídle, vyvolalo u 50 % zdravých žen bez předešlé potravinové intolerance okamžité nebo opožděné symptomy.



Obr. 8: Symptomy spojené s uvolněním histaminu v jejich souvislosti s histaminovými receptory (Maintz a Novak, 2007, upraveno podle Maintz a kol., 2006)

5.11.4. MECHANISMUS HISTAMINOVÉ INTOLERANCE

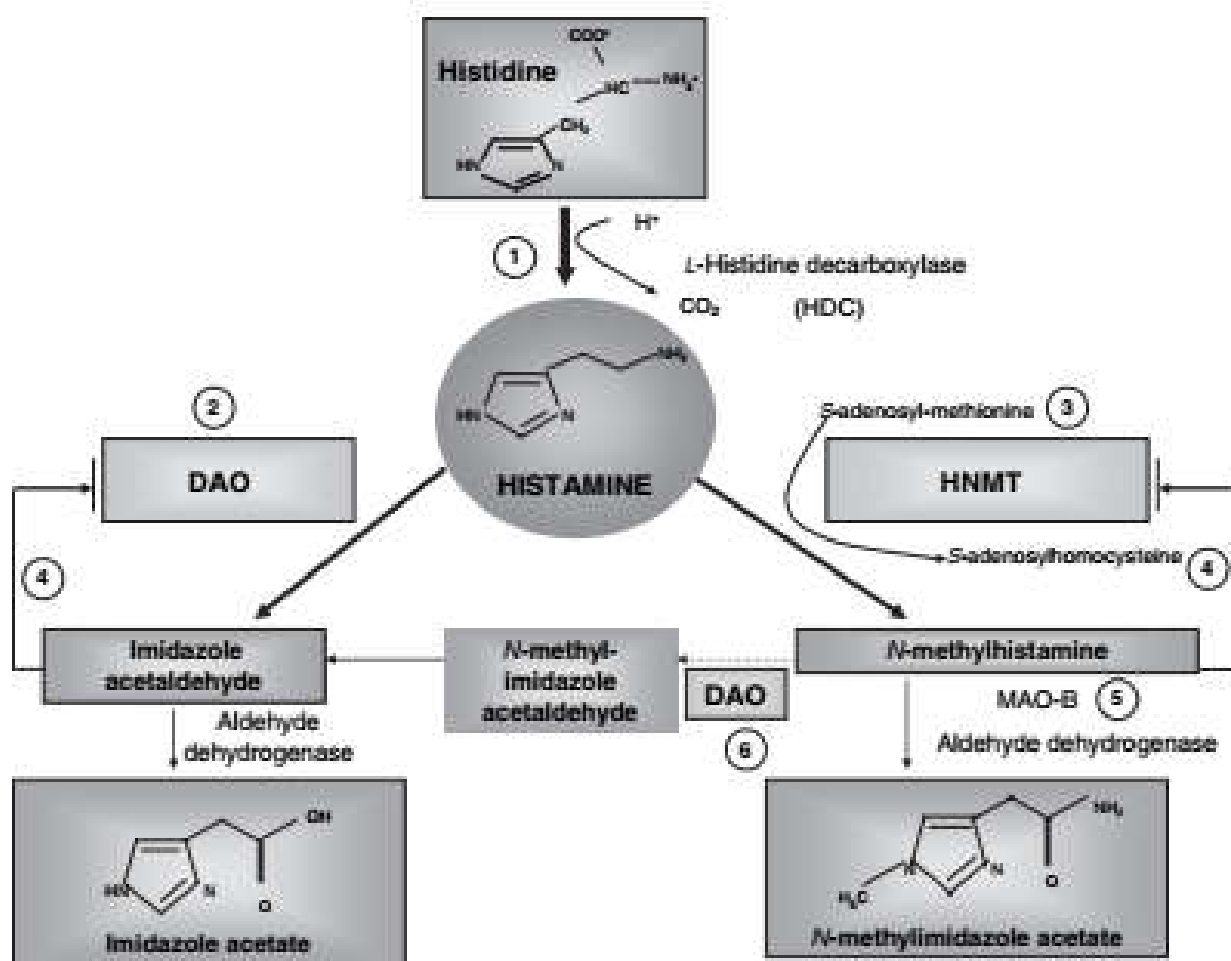
Na to, aby histamin mohl vyvolat reakci intolerance spojenou s negativními symptomy, musí být po konzumaci resorbován střevem a transportován krví bez toho, aby byl degradován enzymy diaminoxidázou (DAO; EC 1.4.3.6) a histamin *N*-methyltransferázou (HMT; EC 2.1.1.8) (Obr. 9). Jestli je histamin katabolizován DAO nebo HMT závisí na jeho lokalizaci. Protein diaminoxidáza je uložen v epiteliálních buňkách ve vezikulách asociovaných s plazmatickou membránou a je sekretován do oběhu při stimulaci (Schwelberger a Bodner, 1997). Proto se předpokládá, že DAO inaktivuje histamin extracelulárně.

HMT je cytosolický protein, který dokáže konvertovat histamin v intracelulárním prostoru buněk. Tyto dva enzymy o substrát nesoutěží, i když mají k histaminu podobnou afinitu (HMT trochu vyšší než DAO). DAO oxidativně deaminuje primární aminoskupinu histaminu za vzniku imidazolacetaldehydu a tvoří primární bariéru pro resorpci histaminu střevem. Enzym HMT je

cytosolický protein (Brown a kol., 1959), který inaktivuje histamin methylovací imidazolového kruhu za vzniku *N*⁴-methylhistaminu (Schwelberger, 2010).

Savčí DAO má nejvyšší aktivitu v tenkém střevě, vzestupní části tlustého střeva a ledvinách (Schwelberger a Bodner, 1997). Lidská HMT je exprimovaná hlavně v ledvinách a játrech, dále v slezině, tlustém střevě, prostatě, vaječnicích, míše, průduškách a průdušnici (Yamauchi a kol., 1994).

Hlavní příčinou histaminové intolerance je tedy porucha mechanismů degradujících histamin, způsobena genetickou nebo získanou poruchou enzymové funkce střevní diaminoxidázy a histamin *N*-methyltransferázy (Maintz a Novak, 2007; Sattler a Lorenz, 1990). Mezi potraviny, které inhibují DAO, patří například černý čaj, čaj maté, alkohol (Zopf a kol., 2009).



Obr. 9: Syntéza a metabolismus histaminu (Maintz a Novak, 2007)

5.11.5. DIAGNOSTIKA HISTAMINOVÉ INTOLERANCE

Diagnostika histaminové intolerance by měla začít důkladným seznamem symptomů a jejich asociaci k určité potravíně. Následuje stanovení množství histaminu v potravinách

způsobujících symptomy, zároveň je potřeba vyloučit jiné příčiny symptomů (metabolické, alergické, aj.). Dalším krokem je dvojnásobně slepý placebem kontrolovaný pokus orální konzumace histaminu v kombinaci se stanovením koncentrace plazmatického histaminu a objektivními parametry (krevní tlak, pulz, zarudnutí kůže). V dalším kroku se stanoví množství a aktivity enzymů DAO a HMT ve střevní mukóze (ne v plasmě periferní krvi) a nakonec analýza genetických polymorfismů DAO a HMT (Schwelberger, 2010).

5.11.6. TERAPIE HISTAMINOVÉ INTOLERANCE

Možností terapie je několik. V první radě je potřeba zabránit konzumaci všech potravin obsahujících histamin. Pokud není možné zabránit příjmu histaminu, např. při cestování, doporučuje se příjem H1- a H2- antagonistů histaminového receptoru jako profylaxe (Maintz a kol., 2006). Rovněž je nezbytné omezit vliv látek, které uvolňují endogenní histamin. Je potřeba se také vyvarovat látkám inhibujícím enzymy DAO a HMT, případně substituovat DAO inkapsulovanou DAO z prasečích ledvin (Schwelberger, 2010). Negativní projevy po příjmu histaminu redukuje podání antihistaminik.

Literatura ke kapitole 5.11

Brown, D.D., Tomchick, R., Axelrod, J. (1959): The distribution and properties of a histamine-methylating enzyme. *The Journal of Biological Chemistry* 234 (11), 2948-2950

Heroldová, M. (2002): Klinické projevy alergie. *Lékařské listy*: 16, 5.

Jarisch, R, Wantke, F., Raithel, M., Hemmer, W.: Histamin and biogenic amines. In: *Histamine intolerance. Histamine and seasickness*. Springer Berlin Heidelberg. Ed: Jarisch, R. pp. 3-4

Maintz, L., Bieber, T., Novak, N. (2006): Die verschiedenen Gesichter der Histaminintoleranz. Konsequenzen für die Praxis. *Deutsches Ärzteblatt* 103, 51-52, A3477-3483.

Maintz, L., Novak, N. (2007): Histamine and histamine intolerance. *The American Journal of Clinical Nutrition* 85, 1185-1196.

Schwelberger, H.G. (2010): Histamine intolerance: a metabolic disease? *Inflammation Research* 59 (2), 219-221.

Schwelberger, H.G., Bodner, E. (1997): Purification and characterization of diamine oxidase from porcine kidney and intestine. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Protein Structure and Molecular Enzymology* 1340 (1), 152-164.

Sattler, J., Lorenz, W. (1990): Intestinal diamine oxidases and enteral-induced histaminosis: studies on three prognostic variables in an epidemiological model. In: *Amine Oxidases and Their Impact on Neurobiology*. *Journal of Neural Transmission, Suppl. 32*, Springer Vienna. Eds: Riederer, P., Youdim, M.B.H. pp. 291-314.

- Wantke, F., Götz, M., Jarisch, R. (1994): The red wine provocation test: intolerance to histamine as a model for food intolerance. *Allergy and Asthma Proceedings* 15 (1), 27-32.
- Wöhrl, S., Hemmer, W., Focke, M., Rappersberger, K., Jarisch, R. (2004): Histamine intolerance-like symptoms in healthy volunteers after oral provocation with liquid histamine. *Allergy and Asthma Proceedings* 25 (5), 305-311.
- Yamauchi, K., Sekizawa, K., Suzuki, H., Nakazawa, H., Ohkawara, Y., Katayose, D., Ohtsu, H., Tamura, G., Shibahara, S., Takemura, M. (1994): Structure and function of human histamine N-methyltransferase: critical enzyme in histamine metabolism in airway. *American Journal of Physiology - Lung Cellular and Molecular Physiology* 267 (3), 342-349.
- Zopf, Y, Baenkler, H.-W., Silbermann, A., Hahn, E.G., Raithel, M. (2009): The differential diagnosis of food intolerance. *Deutsches Ärzteblatt International* 106 (21), 359-370.
- Strisciuglio, P., Concolino, D. (2014): New Strategies for the Treatment of Phenylketonuria (PKU). *Metabolites* 4 (4), 1007-1017.
- Pena, M. J., Almeida, M. F., van Dam, E., Ahrin, K., Bélanger-Quintana, A., Dokoupil, K., Gokmen-Ozel, H., Lammardo, A. M., MacDonald, A., Robert, M., Rocha, J. C. (2015): Special low protein foods for phenylketonuria: availability in Europe and an examination of their nutritional profile. *Orphanet Journal of Rare Diseases* 10, 162.
- Ürge, O. (2015): A current view of the diagnostics and treatment of phenylketonuria in Slovakia. *Acta Fac. Pharm. Univ. Comen. LXII, (Suppl XI), 21-26.*
- Soltanizadeh, N., Mirmoghtadaie, L. (2014): Strategies Used in Production of Phenylalanine-Free Foods for PKU Management. *Comprehensive Rev. Food Sci. Food Safety* 13, 287-299.
- Ergüven, M. (2015): Phenylketonuria (Pku): Food Controlled Genetic Disease. *Int. J. Food Engineering Res.* 1 (1), 25-28.
- Rohde, C., Thiele, A.G., Mütze, U., Kiess, W., Beblo, S. (2014): Simplifying the diet for patients with phenylketonuria (PKU): unrestricted consumption of fruit and vegetables. *Ernaehrungs Umschau international* 12, 178.
- Khan T., Siddiqui M. (2012): Is it Necessary for Adults to Continue a Phenylalanine Strict Diet After Diagnosis of Phenylketonuria During Childhood? *WebmedCentral GENERAL MEDICINE* 3 (4):WMC00613.
- Ney, D.M., Blank, R.D., Hansen, K.E. (2014): Advances in the nutritional and pharmacological management of Phenylketonuria *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 17 (1), 61–68.
- Štajnochrová, S. (2012): Léčebná výživa při fenylketonurii <http://www.vyzivakol.cz/lecebna-vyziva-pri-fenylketonurii/> staženo 10.4.2016, *Výživa* 2.
- Procházková, D. (2013): Metabolické poruchy u dětí. *Nemocniční listy Fakultní nemocnice Brno* 9 (3), 14.

Zhang X. and Liu C.-J. (2015): Multifaceted Regulations of Gateway Enzyme Phenylalanine Ammonia-Lyase in the Biosynthesis of Phenylpropanoids. *Mol. Plant.* 8, 17–27.

Information on EC 4.3.1.24 - phenylalanine ammonia-lyase <http://www.brenda-enzymes.org/enzyme.php?ecno=4.3.1.24> staženo 16.4.2016

Šťastná, S., Chrastina, P., Zeman, J. (2005): Novorozenecký screening dědičných poruch metabolismu <http://zdravi.euro.cz/clanek/priloha-lekarske-listy/novorozenecky-screening-dedicnych-poruch-metabolismu-165575>

5.12. ALERGENICITA U GM POTRAVIN

U potravin, které jsou vyrobeny z geneticky modifikovaných plodin je vždy posuzována jejich možná alergenicita. Toto posouzení je nedílnou součástí schvalovacího procesu pro konkrétní GM plodinu, než je uvedena na trh. Posuzování se v zásadě soustředí na dvě možné příčiny alergenicity takové GM plodiny. V prvním případě se jedná o to, zda u přirozeně lehce alergenní plodiny nedošlo genetickou modifikací k nějakému nepředvídatelnému zvýšení jejího potenciálu alergizovat. Jinak řečeno, nějaký původní protein dané rostliny může vyvolávat lehkou alergii a při posuzování se musí zjistit, zda genetická modifikace nechtěně nezvýšila jeho podíl v těle rostliny. V praxi snad ale nebyl ještě nikdy zaznamenán takový případ.

Druhou příčinou by mohlo být to, že je genetickou modifikací vnesen takový gen, kdy rostlina ze které pochází je sama potravinovým alergenem a tak by se přenesením jejího genu v rámci genetické modifikace plodiny-příjemce tato alergizační vlastnost přenesla i na něj. Rizikem by reálně mohlo být jediné přenášení genů z rostlinných druhů s vysokým potenciálem alergizovat, jako jsou různé ořechy. Skutečně, při přenosu genu pro albumin z para ořechů do sóji byl detegován její potenciál alergizovat, jako by sama byla para ořechem. V takových případech ale takto geneticky modifikované plodiny, potažmo potraviny nebývají povolovány.

Sám proces posuzování možného potenciálu alergizovat u GM plodin má několik stupňů, kdy se nejprve v počítačích speciálními algoritmy porovnávají sekvence přenášených genů s databázemi známých alergenů. Dále se sleduje, zda o zdroji genu je či není známo, zda kdy vyvolal nějakou potravinovou alergii. To samé se ovšem sleduje i u rostliny- příjemce. Také se hledí na to, zda proteiny vzniklé proteosyntézou z přenesených genů jsou vůbec přítomny ve výsledné potravíně. Například proteiny u GM bavlníku se prakticky nedostanou do bavlníkového oleje, který je potenciální potravinářskou surovinou. Nemohlo by tak dojít k alergizaci konzumentů ani tehdy, kdy by tyto proteiny nějaký alergenní potenciál nesly. Sleduje se také, zda takové exprimované proteiny odolávají enzymům trávicího ústrojí či nikoli. V případě, že jsou náchylné k degradaci například pepsinem nebo trypsinem, je jejich schopnost vyvolat alergickou reakci spíše nižší než vysoká.

Souhrně tedy lze asi říci, že z vyvolání potravinové alergie nějakou GM potravínou není třeba mít obavy. Jednak je sama možnost, že by genetická modifikace něco takového vyvolala,

nížká sama o sobě, jednak je v procesu schvalování každé GM plodiny její případný alergenní potenciál podrobně prověřován.

Literatura ke kapitole 5.12

Crevel, R.W.R., Baumert, J.L., Baka, B. (2014): Development and evolution of risk assessment for food allergens. *Food Chem. Toxicology*, 67, 262-276.

Hoff, M., Son, D.Y., Gubesbach, M., Ahn, K., Lee, S.I., Viehts, S., Goodman, R.E., Ballmer-Weber, B.K., Bannon, G.A. (2007): Serum testing of genetically modified soybeans with special emphasis on potential allergenicity of the heterologous protein CP4 EPSPS. *Mol.Nutr. Food Res.*, 51, 946-955.

Thomas, K., Bannon, G., Hefle, S., Herouet, C., Holsapple, M., Ladics, G., MacIntosh, S., Privalle, L. (2005): In Silico Methods for Evaluating Human Allergenicity to Novel Proteins: International Bioinformatics Workshop Meeting Report. *Toxicology Sci*, 88(2), 307-310.

6. FENYLKETONURIE

Příčinou fenylketonurie je deficit fenylalanin hydroxylázy (PAH) způsobený dědičnou genovou mutací. PAH katalyzuje v játrech přechod Phe na Tyr, kofaktorem enzymu je tetrahydrobiopterin (BH4). Následkem deficitu PAH roste koncentrace Phe v krvi a v moči a také koncentrace metabolitů jako jsou fenylacetát nebo fenyl-laktát.

Tab. 15: Závažnost onemocnění fenylketonurie podle koncentrace Phe v krvi

Závažnost	Phe v krvi ($\mu\text{mol/l}$)
klasická PKU	1200
střední	900-1200
mírná	600-900
mírná hyperfenylalaninemie	360-600
benigní bez léčení	120-360

Přitom typická hladina Phe v krvi je 120-360 $\mu\text{mol/l}$ a hladina Tyr 50-100 $\mu\text{mol/l}$ (Ergüven 2015). Protože je přítomnost Phe v těle nutná na syntézu bílkovin a neurotransmiterů, je třeba zachovat určité množství Phe i u pacientů s PKU. Tato hladina je asi 120-360 $\mu\text{mol/l}$ u dětí do 12 let a 120-600 $\mu\text{mol/l}$ pro starší děti (Soltanizadeh a Mirmoghtadaie 2014). Incidence PKU v České republice dosahuje asi 1:5 869 živě narozených dětí. (Procházková 2013), například pro USA je tento poměr 1:13500-19000.

6.1. NÁSLEDKY FENYLKETONURIE

Následky neléčené fenylketonurie jsou závislé na hladině Phe v krvi, resp. na stupni zachování zbytkové aktivity enzymu PAH. Známá je hlavně mentální retardace, poruchy růstu,

mikrocefalie, neurologická postižení a poruchy chování jako je hyperaktivita nebo agrese. Následkem je i úzkost a následné sociální vyloučení. Ve snaze zabránit nevratnému poškození pacientů byl v roce 1975 v Československu zaveden celoplošný screening novorozenců, který je podle pokynů z roku 2009 kombinován se screeningem na 13 dalších chorob.

Od 90. let 20. století se totiž v novorozeneckém screeningu dědičných metabolických poruch používá technika tandemové hmotnostní spektrometrie (MS/MS), která umožňuje z jedné suché kapky krve rozpoznat až několik desítek závažných DPM ještě před rozvojem klinických příznaků. Vyšetření se provádí ze suché kapky krve odebrané 3. až 4. den života dítěte (Šťastná 2005). Péče o pacienty s PKU je v České republice centralizována do třech fakultních nemocnic: VFN Praha, FN Královské Vinohrady Praha a FN Brno (Procházková 2013, Štajnochrová 2012).

Základní léčbou PKU je nízkobílkovinná dieta. Nízkobílkovinná dieta zaručuje při přísném dodržování normální či téměř normální vývoj kognitivních funkcí. Dieta je nasazována okamžitě po diagnóze a trvá minimálně do ukončení vývoje nervové soustavy. V současné době se doporučuje jako dieta celoživotní. V dospělosti se může pokračovat s vyšším příjmem Phe (Khan 2012) Velmi přísně je nutno dodržovat dietu u těhotných žen, jinak hrozí poškození plodu nebo potrat. Podoba diety se může v jednotlivých zemích poněkud lišit. Dieta se skládá z tzv. potravin pro zvláštní lékařské účely, což jsou směsi aminokyselin bez fenylalaninu a z omezeného množství přirozených bílkovin. Směsi nahrazující přirozené bílkoviny jsou hrazeny z prostředků veřejného zdravotního pojištění. Samotná dieta je finančně velmi náročná (Ürge 2015, Štajnochrová 2012).

Základní směsi aminokyselin bez fenylalaninu jsou práškové preparáty bez příchutě, dále jsou k dispozici tzv. dávkované formy. Jedná se o menší dávky směsí, ochucené i neochucené nebo také o hotové nápoje. Směsi aminokyselin jsou vyrobeny hydrolýzou kaseinu a následnou separací nebo smícháním jednotlivých aminokyselin získaných cestou genového inženýrství.

U hydrolyzátů se sleduje tzv. - Fisherův poměr - podíl rozvětvené AK/AK aromatické, z hlediska osmotických vlastností jsou pro dietu vhodnější peptidy než volné AK. Kromě kaseinu se jako vhodný substrát pro hydrolýzu testovaly ryby a jiné mořské produkty a dokonce i mateřské mléko. V následném zpracování se uplatní gelová filtrace ultrafiltrace apod. Výsledek záleží především na vlastnostech použitých proteáz (Soltanizadeh a Mirmoghtadaie 2014).

Z přirozených bílkovin je snaha pro PKU dietu využívat glykomakropeptid (GMP) ze syrovátky, kde je ho obsaženo 15-20 %. GMP se skládá z 64 AK, ale neobsahuje AK aromatické, je dobře rozpustný (pI 2,8) a je schopen tvořit gely nebo pěnu. Je tedy dobře využitelný na pudinky a nápoje. Novinkou jsou speciální potraviny ve formě pudingu a další nízkobílkovinné výrobky nehrazené ze zdravotního pojištění. Dávka aminokyselinových směsí se pro lepší využitelnost rozděluje do 5 denních dávek.

Povolená dávka přirozených bílkovin se stanoví podle zachovalé aktivity PAH. Obvykle je povoleno 5-10 g bílkovin na den (Rohde 2014). Dieta je pak doplněna přísně vybíranými potravinami s minimálním obsahem bílkovin, tedy převážně zeleninou a ovocem. U novorozenců se stále více prosazuje trend zachovat možnost kojení.

PKU dieta je nutričně nekompletní, proto jsou pacientům individuálně doplňovány vybrané vitaminy a minerální látky (Ergüven 2015). Podle studie, která byla provedena v 8 evropských zemích, obsahuje PKU dieta v porovnání s normální stravou o 58-92 % více tuků a sacharidů a je také o 75 % energeticky bohatší (Pena 2015). Typická PKU dieta je deficitní na omega-3-polynenasycené mastné kyseliny, zejména chybí dokosahexaenová kyselina (DHA). DHA má pozitivní vliv na mozkovou tkáň, takže se doporučuje zařadit do diety řepkový, lněný, sójový olej nebo rybí tuk. V preparátech pro PKU pacienty jsou ke směsi AK přimíchány tuky, sacharidy, vitamin C, lipofilní vitaminy, cholin, inositol, minerální látky jako vápník a zinek, a v poslední době i prebiotika. V dietě mohou chybět i vitaminy skupiny B, 33 % pacientů má vyšší obsah homocysteinu v krvi, proto se doporučuje dodávat kyselinu listovou, vitamin B6 a B12 (Soltanizadeh a Mirmoghtadaie 2014).

Na trhu jsou speciální druhy pečiva a těstovin pro PKU dietu vyrobené převážně na bázi škrobů, kde bývá problém s retrogradací. Výrobky pro PKU dietu mají změněnou chuť i funkční vlastnosti proti klasickým potravinám. Jsou přelazené nebo je nepřirozená chuť maskována přísadami aromat. Preparáty založené na hydrolyzáttech bílkovin jsou hořké vlivem odhalených zbytků hydrofobních aminokyselin. Těstoviny pro PKU neobsahují lepek, jejich soudržnost a plasticitu je třeba zajistit přísadami jiných surovin, jako jsou emulgátory a zahušťovadla.

6.2. DALŠÍ MOŽNOSTI TERAPIE FENYLKETONURIE

Vedle nízkobílkovinné diety a doplňování nezbytných minoritních látek se zkouší léčba Sapropterinem, což je syntetický kofaktor BH4. Podávání BH4 má smysl při částečném zachování aktivity vlastního enzymu, protože zvyšuje jeho tepelnou stabilitu a brání enzymu proti oxidaci či hydrolýze (Ürge 2015, Ergüven 2015). Další teoretickou možností je enzym fenylalanin amoniak lyáza (PAL) v mikrokapsulích nebo suplementace neutrálními aminokyselinami. Mezi LNAA – Large Neutral Amino Acids patří Tyr, Trp, Leu, Ile, Val, Met. Tyto látky přecházejí přes střevní sliznici nebo do mozkové tkáně stejným mechanismem jako Phe a tak se projevuje kompetitivní účinek (Ney 2014, Ürge 2015, Ergüven 2015). Fenylalanin amoniak lyáza (EC 4.3.1.24) je enzym, který v rostlinách i jiných organismech katalyzuje štěpení Phe na trans-cinamát a amoniak. Tento krok je v rostlinách součástí biosyntézy fenylpropanoidních látek (Zhang a Liu 2015, Brenda).

Naděje jsou vkládány do „genových oprav“ zkoušených na zvířecích modelech, kde se využívá virálních vektorů jako nosičů genetické informace (Khan 2012). Uvažuje se o transplantaci hepatocytů a zajištění vhodných podmínek pro jejich růst v organismu (Strisciuglio a Concolino 2014).

6.3. ANALYTIKA FENYLALANINU

Pro diagnostiku se využívá stanovení obsahu volného Phe v séru pacientů, pro sestavování diet a pro údaje v tabulkách složení potravin se stanovuje obsah aminokyselin v potravinách po kyselé hydrolýze. V obou případech je analytickou metodou kapalinová chromatografie na ionexu

nebo RP-HPLC. Pro běžné přepočty při sestavování jídelníčků se využívá znalost obsahu bílkovin v potravině a tabulkové hodnoty obsahu Phe nebo velmi přibližný přepočet „výměny bílkovin“, kde 1 g bílkoviny představuje přibližně 50 mg fenylalaninu.

6.4. ZNAČENÍ A LEGISLATIVA

Ve značení potravin na obale se objevuje deklarace aspartamu jako zdroje Phe, protože aspartam obsahuje ve své struktuře Phe a Asp.

Podle vyhlášky 54/2004 Sb. se potravinami bez fenylalaninu rozumějí potraviny vyrobené zvláštním technologickým postupem tak, aby obsah fenylalaninu nebyl vyšší než 20 mg ve 100 g nebo 100 ml potraviny ve stavu určeném ke spotřebě. U potravin vyrobených ze surovin přirozeně neobsahujících fenylalanin musí být jeho obsah nulový.

Práce VÚPP

Vitaprotam

POVA nudle

Pomazánky a jiné výrobky - navrženo

Několik let spolupráce s občanským sdružením – analýzy ovoce, zeleniny a dodaných výrobků

Pacientská organizace

Národní sdružení PKU a jiných DMP; <http://www.nspku.cz/>

Literatura ke kapitole 6

Ergüven, M. (2015): Phenylketonuria (Pku): Food Controlled Genetic Disease. Int. J. Food Engineering Res., 1(1), 25-28.

Khan, T., Siddiqui, M. (2012): Is it Necessary for Adults to Continue a Phenylalanine Strict Diet After Diagnosis of Phenylketonuria During Childhood? WebmedCentral GENERAL MEDICINE 3(4), WMC00613.

Ney, D.M., Blank, R.D., Hansen, K.E. (2014): Advances in the nutritional and pharmacological management of Phenylketonuria Curr Opin Clin Nutr Metab Care. 17(1), 61–68.

Pena, M.J., Almeida, M.F., van Dam, E., Ahrin, K., Bélanger-Quintana, A., Dokoupil, K., Gokmen-Ozel, H., Lammardo, A.M., MacDonald, A., Robert, M., Rocha, J. C. (2015): Special low protein foods for phenylketonuria: availability in Europe and an examination of their nutritional profile. Orphanet Journal of Rare Diseases, 10, 162.

Procházková, D. (2013): Metabolické poruchy u dětí. Nemocniční listy Fakultní nemocnice Brno, 9 (3), 14.

Rohde, C., Thiele, A.G., Mütze, U., Kiess, W., Beblo, S. (2014): Simplifying the diet for patients with phenylketonuria (PKU): unrestricted consumption of fruit and vegetables. *Ernaehrungs Umschau International*, 12, 178.

Soltanizadeh, N., Mirmoghtadaie, L. (2014): Strategies Used in Production of Phenylalanine-Free Foods for PKU Management. *Comprehensive Rev. Food Sci. Food Safety*, 13, 287-299.

Strisciuglio, P., Concolino, D. (2014): New Strategies for the Treatment of Phenylketonuria (PKU). *Metabolites*, 4(4), 1007-1017

Štajnochrová, S. (2012): Léčebná výživa při fenylketonurii <http://www.vyzivaspol.cz/lecebna-vyziva-pri-fenylketonurii/> staženo 10.4.2016, publikováno ve *Výživě* 2/2012.

Šťastná, S., Chrastina, P., Zeman, J. (2005): Novorozenecký screening dědičných poruch metabolismu. <http://zdravi.euro.cz/clanek/priloha-lekarske-listy/novorozenecky-screening-dedicnych-poruch-metabolismu-165575>, staženo 16. 4. 2016.

Ürge, O. (2015): A current view of the diagnostics and treatment of phenylketonuria in Slovakia. *Acta Fac. Pharm. Univ. Comen. LXII*, 2015 (Suppl XI), 21-26.

URL: Information on EC 4.3.1.24 - phenylalanine ammonia-lyase <http://www.brenda-enzymes.org/enzyme.php?ecno=4.3.1.24> staženo 16.4.2016

Zhang, X. a Liu, C.-J. (2015). Multifaceted Regulations of Gateway Enzyme Phenylalanine Ammonia-Lyase in the Biosynthesis of Phenylpropanoids. *Mol. Plant*. 8, 17–27.

7. STRAVA S NÍZKÝM OBSAHEM Na⁺

7.1. SŮL OBECNĚ

Sůl, běžně označovaná jako sůl kuchyňská či jedlá, je nejběžnější přísada k dochucování potravin, kde dodává slanou chuť. Sůl je chemicky chlorid sodný, tj. sloučenina sodíku, chloru a dalších příměsí. V přírodě se vyskytuje ve vodě moří a slaných jezer nebo jako minerál halit krystalizující v krychlové soustavě. Známý měkký nerost barvy bílé nebo zbarvený podle příměsí, dobře rozpustný ve vodě.

Jako nerost je sůl známá od pravěku, v dějinách byla dochucovadlem, účinným konzervačním činidlem, předmětem šamanských rituálů, lékem i platidlem. Ve starověku se sůl používala nejen v lékařství, ale také k mumifikaci zemřelých. Dlouho je známa a využívána sůl v léčitelství a lázeňství. V některých oblastech byla sůl vzácným a nedostatkovým zbožím a byla předmětem dálkového obchodu po solných stezkách. V soli mohla být vyplácena mzda nebo žold vojákům, odtud jsou odvozené výrazy pro odměnu za práci (německy "Salär", anglicky "Salary").

Podle způsobu získávání se sůl dělí na:

- sůl kamennou získávanou hornickým způsobem,
- sůl vakuovanou získávanou odpařením solného roztoku „solanky“, obsahuje až 98,5% soli,
- sůl mořskou získanou odpařením a krystalizací z mořské vody, obsahuje přirozeně 0,5-5mg/kg jódu.

Zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích ve znění pozdějších předpisů, definuje sůl jako „krystalický produkt obsahující nejméně 97 % chloridu sodného v sušině, obohacený případně potravním doplňkem.“ Obsah minerálních příměsí závisí na způsobu získávání soli a může dosahovat u potravinářské soli maximálně 2%. Příměsí jsou převážně sírany, uhličitany a bromidy, a to vápenaté, draselné, sodné a hořečnaté). Kromě základních požadavků platných pro značení potravin je třeba na obalu uvádět u obohacené soli název podskupiny, doplňku použitého k obohacení a způsobu získání soli. Vyhláška č. 331/1997 Sb. také stanovuje požadavky na smyslovou a chemickou jakost soli a množství obohacující složky. U jedlé soli s jodem a fluorem je nutné uvést upozornění, že danou sůl lze konzumovat ve výši 4 g denně a současně nesmí být při konzumaci užívány fluoridové tablety.

Jedlou sůl lze dále rozdělit na skupiny a podskupiny:

- 1) Jedlá sůl
- 2) Jedlá sůl obohacená:
 - Jedlá sůl s jodem,
 - Jedlá sůl s jodem a fluorem,

- Jedlá sůl s jodem obohacená.

Na trhu se vyskytují další druhy soli, často speciality pod různým označením. Reklama často tvrdí, že tyto soli jsou zdravější než běžná kuchyňská sůl, ale jedná se stále o chlorid sodný a tak je nutno počítat se stejnými zdravotními riziky. Jiná věc je kulinární využití těchto specialit.

Dánská kouřová sůl (Danish Smoked Salt) vzniká uzením bukovým dřevem za chladu.

Dietní sůl je nesprávné označení pro chlorid draselný.

Dusitanová nakládací sůl je speciální jedlá sůl obohacená dusitanem sodným vhodná pro nakládání masa.

Fleur de Sel výraz z francouzštiny znamenající solnou květinu. Fleur de Sel vzniká při zvláštních povětrnostních podmínkách na hladině mořské solanky. Fleur de Sel je křupavá a má vysokou zbytkovou vlhkost.

Hickorysalt je mořská sůl vyuzená dřevem ořešáku typická pro americkou kuchyni. Hodí se pro grilování.

Kouřová sůl je sůl s vůní a chutí, která se podobá uzené šunce.

Maldon Crystal Sea Salt je mořská sůl pocházející z Anglie, známá pro svůj neobvyklý tvar krystalů (tvar pyramidy).

PDV (Pure Dried Vacuum salt) označuje velmi čistou solivarskou sůl, nejčastěji používanou ve farmaceutickém průmyslu.

Sel Gris francouzsky "šedá sůl" se sklízí ze dna salin (solných zahrad), kdy zbytky zeminy dodávají mořské soli šedivý nádech.

Smoked Salt je anglické vyjádření pro uzenou mořskou sůl.

Solivarská sůl vzniká v solivarech rekrystalizací solanky (odpařováním vody ze solného roztoku - solanky).

Solná květina je český výraz pro Fleur de Sel. Solné květiny vznikají na vodní hladině v solných zahradách při určitých povětrnostních podmínkách. Solné květiny se ručně sbírají z hladiny nádrže a následně je usuší. Solné květiny jsou křupavé a mají jemnější chuť než běžná sůl.

Himálajská sůl se těží v Pákistánu. Jedná se o kamennou sůl obsahem železa zbarvenou do narůžovělého až oranžového odstínu. Pro svou barvu se mimo jiné používá na výrobu solných lamp. Obsahuje množství (uvádí se až 84) minerálních příměsí.

Černá sůl s vysokým obsahem síry. Nerafinovaná vulkanická sůl, v Indii označovaná jako kala namak nebo sanchal.

Černá lávová sůl mořská sůl je ošetřena v popelu z kokosových skořápek, čímž dostává svoji černou barvu a specifickou chuť.

Bambusová sůl (Crystal Amethyst) je korejská speciální sůl. Připraví se pálením mořské vody v bambusu uzavřeném jílem. Z bambusu a jílu přejde do soli řada minerálních látek.

7.2. SLANÁ CHUŤ

Buňky registrující chuť jsou umístěny v chuťových pohárcích. Ty se nacházejí hlavně na papírách jazyka, dále na měkkém a tvrdém patře a v hltanu. Lidé dovedou rozpoznat 5 hlavních chutí, slaná chuť je jednou z nich. Počet chuťových pohárků se pohybuje mezi 5 000-10 000 a v každém z nich je 50-100 smyslových buněk. Citlivost receptorů (práh) se liší látka od látky. Řádově se jedná o koncentrace v $\mu\text{mol/l}$. Vnímání slané chuti může být u jedinců fixováno geneticky. Porozumění mechanismu obliby cukru, tuků a soli by pomohlo při prosazování některých výživových opatření typu omezení příjmu soli. Byly proto připraveny potraviny s různými koncentracemi cukrů, tuků a soli a byly hodnoceny hedonickou stupnicí. Byly vybrány různé matrice i teplota podávání pokrmů. Senzorický profil ukazuje, že u každé chuti roste nejprve vjem lineárně s obsahem nutrientu. Neplatilo to pouze u minimální hladiny tuků, kde nebyl rozeznán rozdíl. Pak se u střední koncentrace nutrientů preference obrátila dolů. Rozdělení se blížilo normálnímu (Urbano a kol. 2016). Byl také testován vliv emulzní matrice na vjem slané a hořké chuti. Byly zvoleny koncentrace 0-40% oleje v emulzi, 0-1,5% chloridu sodného nebo draselného a 0-0,15% kofeinu. Obsah oleje zvyšoval intenzitu vjemu slané chuti, naopak mírní hořkou chuť kofeinu i chloridu draselného (Torricco a kol. 2015).

Byl sledován vztah mezi chutí a vůní, preferencí jídla a vlivem věku, pohlaví konzumenta, genetickou výbavou, hmotností, případně vlivem kouření a braní léků. Rostoucí věk je spojen s klesající odpovědí receptorů na slanou a sladkou chuť a také na vůni. Starší konzumenti údajně dávají přednost chuti zeleniny a ovoce a také nepreferují tolik koření. Léky mají vliv na vnímání vůně a na preferenci chuti mléčných výrobků, kde dochází k poklesu. BMI (obezita) se projeví u konzumenta na vnímání sladké chuti. Genetická výbava ovlivní celkově vnímání chuti sladké, kyselé a hořké. Vliv pohlaví a kouření nebyl prokázán (Guido a kol. 2016). Vztah tělesné hmotnosti a intenzity chuťového vjemu potvrdili i Hardikar a kol. (2017), když zjistili, že obézní osoby mají nižší prahovou dávku pro sladkou chuť a pro sůl, tj. jsou citlivější na sladkou a slanou chuť. Výzkum mozkových funkcí ukázal, že sodík uvolňuje v mozku neuropřenašeč dopamin, který je zapojen do mechanismu vzniku motivace, emocí a pocitů potěšení a odměn. Protože vjem slané chuti používá v mozku stejné dráhy jako drogy, vzniká na ní údajně i závislost a při jejím nedostatku se dokonce projevují abstinenční příznaky. Proto se mimo jiné doporučuje snižovat příjem soli postupně (Nejedlá 2014).

Chlorid sodný je synonymem čisté slané chuti. Jiné minerální látky mají slanou chuť pouze jako součást svého sensorického profilu. Výjimečnost sodíku je v existenci speciálních přechodových kanálů (ENaCs, epithelial sodium channel) v receptorových buňkách ve sliznicích. V membránách smyslových buněk jsou stále otevřeny tyto iontové kanály. Protože jsou tyto kanály stále otevřené, umožní volný průchod sodných iontů do buňky a tím depolarizaci buněčné membrány. Není třeba dalších speciálních přenašečů. Jeden typ těchto kanálů se aktivuje při nízké koncentraci sodíku a druhý je průchozí pro více druhů iontů při vyšší koncentraci. Vnímání slané chuti začíná právě aktivací ENaC, díky koncentračnímu gradientu dojde k depolarizaci membrány, uvolnění iontů vápníku, uvolnění neurotransmiterů a následně k aktivaci neuronů a vedení signálu do mozku. Při nízké koncentraci sodíku je signál slabý a nelze jej odlišit od nulové hladiny. S

koncentrací sodíku roste signál, až je odlišitelný od nuly, ale není možné popsat kvalitu chuti. Jedná se o tzv. prahovou dávku (Tab. 16). Při vyšší dávce mozek dokáže vnímat na základě elektrických signálů intenzitu slané chuti. Nejmenší koncentrace sodných iontů schopných vyvolat pocit slanosti se liší podle typů potravinové matrice a záleží samozřejmě na citlivosti hodnotitele (Liem a kol. 2011).

Depolarizací membrány senzoričkových buněk vzniká akční potenciál, který během přítomnosti dané chemické látky vykazuje zprvu vysokou frekvenci, která s pokračující expozicí k látce klesá. Proto se při senzoričkové analýze podává potravina „neutralizující“ chuť ochutnávaných vzorků. Frekvence a počet akčních potenciálů následně kódují intenzitu příslušné chuti. Suma aktivity všech receptorů pro všechny chutě pak udává výslednou chuť potraviny (Maďa a Fontana <http://fblt.cz/>).

Tab. 16: Prahové koncentrace vybraných anorganických solí - náhražky soli (Liem a kol. 2011)

Sloučenina	Podnětový práh (mg/l)
Chlorid sodný	1750
Chlorid draselný	1270
Chlorid amonný	214
Chlorid hořečnatý	1430
Fluorid sodný	210

Čistě slanou chuť najdeme u soli kamenné. Čistý chlorid sodný bude mít jinou chuť než mořská sůl obsahující celou řadu dalších minerálů s hořkou nebo kovovou příchutí. Chuť solí závisí jak na kationtu, tak na aniontu. Slanou chuť mají LiCl, LiBr, LiJ, NaNO₃, NaCl, NaBr, NaJ, ale také KNO₃. U solí KCl, KBr, NH₄Cl a NH₄J je slaná chuť kombinována s hořkou chutí. Organické soli lithia a sodíku jsou méně slané. Feltrin a kol. (2015) se snažili stanovit ekvivalentní dávku slané látky jako náhrady za sůl. Relativní potenciál v porovnání s 0,75 % roztokem soli – KCl 74,75 %, glutaman sodný 59,52 %, fosforečnan draselný 60,48 %, mléčnan vápenatý 11,4 % a mléčnan draselný 4,96 %. V senzoričském profilu byly kromě slané chuti zaznamenány i další pachuti jako hořkost, kyselost, umami aj. KCl byl jedinou poměrně přijatelnou alternativou.

Cesty, jak dosáhnout slané chuti a přitom snížit obsah sodíku jsou tři:

- 1) Ovlivnit chuťové receptory nebo signální cesty neslanými látkami, které navodí u uživatele nižší potřebu solení. Tento směr je zatím jen teoretický.
- 2) Najít přírodní látky, netoxické a metabolizovatelné, slanější než sůl. V současné době však konzumenti náhrady spíše odmítají.
- 3) Nalézt netoxické přírodní látky zvýrazňující chuť soli tak intenzivně, že bude možné snížit dávky soli.

Do třetí oblasti spadají aminokyseliny a proteiny, které samotné slané nejsou, ale zvyšují slanost NaCl. Takto byl vyhodnocen leucin, izoleucin a jejich směsi s chloridem draselným a glutamanem sodným. Podobně působí směs lysin hydrochloridu, KCl a kyseliny jantarové nebo arginin s KCl. Chuťové vlastnosti ovlivňuje i L-ornithyl-β-alanin. Jako zvýrazňovač chutí slouží i

hydrolyzáty bílkovin (ryby, sója, cereálie) nebo deriváty trehalózy (tady je ale třeba říci, že trehalosa je v poslední době předmětem zájmu gastroenterologů z důvodu vyskytující se intolerance, respektive někdy se vyskytující nízké aktivity střevní trehalasy). Slanou chuť pokrmů údajně zvýší i tuk s vysokým obsahem kyseliny olejové nebo nukleové báze typu inosinmonofosfátu či enzym chymosin. Podobné účinky mají i další látky jako ftalidy nebo deriváty indolu.

Slanou chutí se vyznačují i preparáty ze slanorožce bylinného (*Salicornia herbacea*), plodů a kustovnice čínské (*Lycium chinensis*) nebo sušených řas *Laminaria japonica*. Podobný význam má i používání sušené celerové natě (Opletal a kol. 2011).

Byl zkoumán vztah mezi příjmem soli, prahovou koncentrací pro slanou chuť a preferencí pokrmů. Bylo zjištěno, že preference slané chuti je úměrná příjmu sodíku a snaze konzumovat více soli a nepřímo úměrná snaze o snížení konzumace sodíku (Shim a kol. 2016). Při snižování dávky soli v receptuře není vhodné překračovat určité procento, o které se dávka sníží. Například senioři a předškolní děti testovali polévky s 30% rozdílem v obsahu soli. Rozdíl v chuti při 30% snížení dávky soli nebyl zaznamenán (Goncalves a kol. 2014).

Sodík je pro organismus nezbytná minerální látka, slaná chuť navíc konzumenty přitahuje. V průmyslově vyspělých zemích je přívod sodíku vysoký, ale 75 % konzumovaného množství pochází z průmyslově vyrobených potravin. Požadované snížení dávky sodíku (soli) v potravinách naráží však na hranice senzorické i technologické.

Tab. 17: Klasifikace potravin dle obsahu soli (<http://www.wikiskripta.eu>)

Potravina s	koncentrace Na (g/kg)	příklad
velmi nízkým obsahem Na	pod 0,4	mléko, ovoce, zelenina
nízkým obsahem	0,4-1,2	maso, drůbež, ryby
vysokým obsahem	1,2-4,0	chléb a pečivo, nakládaná zelenina
velmi vysokým obsahem	nad 4,0	masné a rybí výrobky, olivy, pochutiny

Pravidla pro tvrzení o soli při označování výrobků

Základní členění výrobků se sníženým obsahem soli je dáno v NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 1924/2006 ze dne 20. prosince 2006 o údajích týkajících se potravin z hlediska jejich nutriční hodnoty a vlivu na zdraví. Podle tohoto nařízení se rozlišují potraviny:

S nízkým obsahem sodíku/soli

Tvrzení, že se jedná o potravinu s nízkým obsahem sodíku/soli, a jakékoli tvrzení, které má pro spotřebitele pravděpodobně stejný význam, lze použít pouze tehdy, neobsahuje-li produkt více než 0,12 g sodíku nebo rovnocenné množství soli na 100 g nebo 100 ml (0,12 g sodíku odpovídá 0,3g soli). V případě vod jiných než přírodních minerálních vod spadajících do působnosti směrnice 80/777/EHS by tato hodnota neměla být vyšší než 2 mg sodíku na 100 ml.

S velmi nízkým obsahem sodíku/soli

Tvrzení, že se jedná o potravinu s velmi nízkým obsahem sodíku/soli, a jakékoli tvrzení, které má pro spotřebitele pravděpodobně stejný význam, lze použít pouze tehdy, neobsahuje-li produkt více než 0,04 g sodíku nebo rovnocenné množství soli na 100 g nebo 100 ml (limit odpovídá 0,75 g soli) Toto tvrzení nelze použít v případě přírodních minerálních vod a jiných vod.

Bez sodíku/bez soli

Tvrzení, že se jedná o potravinu bez sodíku nebo bez soli, a jakékoli tvrzení, které má pro spotřebitele pravděpodobně stejný význam, lze použít pouze tehdy, neobsahuje-li produkt více než 0,005 g sodíku nebo rovnocenné množství soli na 100 g (tj. 0,0125 g soli).

7.3. CHLORID SODNÝ A JÓD

Jód je pro organismus nezbytný. Pomáhá kontrolovat hormony štítné žlázy a tím funkci celého organismu. Nedostatek jódu poškozuje produkci hormonů štítné žlázy a vede k nemocem z nedostatku jódu. Nejznámější následek deficitu jódu je struma, ale největší nebezpečí představuje poškození kognitivních funkcí. Následkem je i zvýšená citlivost štítné žlázy k ozáření a hypothyroidismus. Může dojít k potratům nebo porodům mrtvého plodu, vyšší je výskyt vrozených vad a vyšší je i úmrtnost novorozenců. Endemický kretenismus, zhoršené mentální schopnosti dětí až 15% a opožděný vývoj jsou také známé následky nedostatku jódu. U dospělých se kromě zhoršení mentálních schopností objevuje snížený pracovní výkon. Jodidace soli snížila o 72-76% nebezpečí riziko nízké inteligence (IQ <70). Při mírném deficitu jódu si štítná žláza kompenzuje nedostatečný přísun jódu zvýšenou thyroideální aktivitou. Produkci hormonů žláza zajistí, ale za cenu chronické stimulace a následného poškození. Zvyšuje se nodularita (uzlovitost) a hrozí hypertyreóza a autonomie. Pokud se dávka jódu normalizuje, stav se může upravit (Zimmermann a Boelaert 2015).

Jód je v dostatečném množství přítomný pouze v několika málo druzích potravin, převážně mořského původu. Doporučená denní dávka jódu pro dospělé se pohybuje mezi 150 a 200 µg. V jiných zemích jsou hlavním zdrojem potravin pocházející z moře – ryby, měkkýši, chaluhy a další mořští živočichové, u nás se jako zdroj jódu uplatňují vejce a mléko. V úvahu ještě přichází zelenina, kde obsah jódu závisí na způsobu pěstování a oblasti pěstování (Hejmalová 2011).

Do potravního řetězce se jód může dostávat pouze z půdy nebo vody. Středoevropská oblast má obsah jódu v půdě nízký. Obsah jódu v potravinách zde vyráběných je nízký a jeho příjem z těchto potravin je zcela nedostatečný. Ve střední Evropě jsou oblasti, kde je obsah jódu v půdě extrémně nízký a kde je tím větší nebezpečí jódového deficitu. U nás je to třeba oblast Beskyd nebo části jižní Moravy (European Salt Producers Association).

Po 2. světové válce tento problém u nás řešila lékařská skupina profesora Šilinka. V Československu, jako v jedné z prvních evropských zemí, byla zahájena celoplošná jodidace kuchyňské soli přidáváním jodidu draselného. Tím byly odstraněny nejhorší následky deficitu jódu na našem území. V 90. letech 20. století tým profesora Zamrazila z Endokrinologického ústavu v

Praze prosadil jodidaci soli chemicky stabilním jodičnanem draselným (KIO_3) v dávce 42-55 mg/kg. Jiná opatření zahrnují doporučení konzumace mořských ryb, používání jodidované soli v průmyslových podmínkách (masný, pekárenský a mlékařenský průmysl), obohacování kojenecké výživy jódem, používání jódu do krmných směsí (Hejmalová 2011).

Tab. 18: Doporučené dávky jódu podle WHO (Zimmermann a Boelaert 2015)

Populace	Dávka jódu ($\mu\text{g}/\text{den}$)
Děti 0-5 let	90
Děti 6-12 let	120
Nad 12 let a dospělí	150
Těhotné ženy	250
Kojící matky	250

Na řešení situace se podílela Mezirezortní komise pro řešení jódového deficitu při Státním zdravotním ústavu pracující podle požadavků ICCD WHO. 96% domácností dnes používá jodidovanou sůl s průměrným obsahem jódu 25 mg/kg soli. Medián jodurie je pod 300 $\mu\text{g}/\text{l}$ a příjem jódu je hodnocen jako adekvátní, tj. populace v České republice je pokryta dostatečným příjmem jódu. Další dodávání jódu formou doplňků stravy nebo dalších speciálních solí není nutné. Nepříznivá situace se vyskytuje pouze u kojících matek (Ryšavá a Kříž 2016, Málek 2011).

V návaznosti na celosvětové programy WHO a dalších organizací včetně ICCIDD (International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders) a podle zásobení obyvatelstva ČR jódem se dodnes provádí v České republice obohacování jedlé soli jódem. Jako zdroje jódu jsou podle současně platné české legislativy povoleny:

jodid draselný, jodid sodný, jodičnan draselný, jodičnan sodný.

Z důvodu vyšší stability je více používán jodičnan draselný. Zmíněné látky jsou z důvodu zajištění homogenity výsledného produktu aplikovány ve formě roztoků tak, aby bylo dosaženo koncentrace 27 ± 7 mg jódu na 1 kg soli (Zelenka a kol. 2009). Vedle jodidace soli byla zkoušena i suplementace krmných dávek dojníc s cílem zvýšit obsah jódu v mléce. Dojnice přijímají jod z krmné dávky, napájecí vody a v menší míře dýcháním z ovzduší a z nutričně necílených zdrojů jako jsou veterinární a desinfekční prostředky. Koncentrace jódu v objemných krmivech na území České republiky kolísá v rozmezí 0,1-0,9 mg/kg sušiny a závisí na rostlinném druhu, hnojení, geologických a klimatických podmínkách. Seno a silážovaná krmiva se vyznačují ve srovnání se zelenou hmotou vyšším obsahem jódu. Obsah jódu v pastevních porostech se významně zvyšuje v podzimním období. Jinak se používá suplementace krmiv jodidy, jodičnanem draselným, sodným a vápenatým. Z organických sloučenin se používají etylendiamidijodid (EDDI), jodované nenasycené mastné kyseliny, jodované tuky, mořské a sladkovodní řasy kultivované ve vodě obohacené jódem. Vzhledem ke stabilitě se nejvíce využívá jodičnan vápenatý a z organických sloučenin EDDI. Tyto látky se přidávají do minerální krmných přísad (MKP), minerálně vitaminových směsí a minerálních lizů. Podle Nařízení Komise (ES) č. 1459/2005 nesmí dávka jódu přesáhnout 5 mg jódu v 1kg 88 % sušiny krmné dávky. Obsah jódu v mléce 100-200 $\mu\text{g}/\text{l}$ je optimální pro dojnici i pro spotřebitele (Trávníček a kol. 2011).

Používání KI nebo KIO_3 na jodidaci soli vychází z technických a ekonomických, v některých státech možná i z historických důvodů. Jodid draselný je levnější než KIO_3 a je lépe rozpustný ve vodě, lépe se tedy disperguje mezi krystaly soli. Současně je však jodid draselný méně stabilní a snadno se oxiduje na jód. Záleží proto i na vlhkosti soli a okolního prostředí, vystavení světlu a teple a přítomnosti příměsí. Ztráty jódu jsou nízké, pokud je sůl extrémně čistá (více jak 99,5%) a suchá (vlhkost 0,1%). Pak je možné také přidávat stabilizátory jako thiosíran sodný nebo hydroxid vápenatý, popřípadě látky pohlcující vlhkost jako uhličitan vápenatý nebo hořečnatý.

Historicky se KI používal na počátku jodidace. KIO_3 se jako oxidační činidlo používal jako zlepšovací prostředek ve výrobě pečiva, kde je dnes nahrazen kyselinou askorbovou. Jako zdroj jódu se KIO_3 používá od 50. let minulého století. V USA a Kanadě se dodnes používá KI (Gizak 2016).

V roce 1991 expertní komise FAO/WHO zařadila KI i KIO_3 mezi bezpečné látky při denní konzumaci méně než 1 mg jódu ze všech zdrojů. Skutečná konzumace jódu z uvedených solí je asi 20 % této hodnoty (Standbury 1991, Bürgi 2001).

Prevence nedostatku jódu řeší WHO od roku 1960 a důrazně doporučuje povinnou jodidaci veškeré kuchyňské soli (van den Haar 2017). V roce 1992 byl pak přijat záměr univerzální jodidace soli, tj. jodidace veškeré soli pro potřebu lidí a zvířat. Toto bylo přijato jako nejlepší způsob globálního odstranění nedostatku jódu.

Sůl byla zvolena jako celosvětově konzumovaná složka potravin bez ohledu na sociální, ekonomické nebo náboženské rozdíly. Její konzumace je pravidelná a technologie jodidace je jednoduchá a hlavně levná (ESPA, van der Haar 2017).

Preventivní celosvětový program jodidace soli naráží však na další aktivitu mezinárodních zdravotnických a politických organizací. WHO doporučila v roce 2010 na základě globálního výskytu neinfekčních onemocnění snížit příjem soli. Tento návrh byl v roce 2011 schválen Politickým prohlášením zasedání Valného shromáždění OSN o prevenci a kontrole neinfekčních onemocnění. Byl odsouhlasen celosvětový monitorovací rámec a výzva k dobrovolnému snižování příjmu soli do roku 2025 o 30 % i další dobrovolné cíle k snižování počtu předčasných úmrtí do roku 2025:

- snížení škodlivého účinku alkoholu o 10 %
- snížení příjmu soli o 30 %
- snížení používání tabáku o 30 %
- snížení výskytu zvýšeného krevního tlaku o 25 %
- zastavit růst počtu diabetu a obezity
- o 10 % snížit fyzickou „neaktivitu“
- zajistit nezbytné medicínské a technologické pokrytí neinfekčních chorob z 80%
- zajistit pokrytí z hlediska farmakoterapie a poradenství z 50%

Současně však probíhá globální program jodidace kuchyňské, potravinářské a krmné soli s cílem vymýtit choroby z nedostatečného příjmu jódu. Podle oficiálního stanoviska WHO jsou tyto

cíle kompatibilní. V roce 2007 na zasedání v Lucemburku byl odsouhlasen příjem soli 5 g/den, na dalších setkáních WHO byla tato strategie dále rozpracována, viz Materiál WHO z roku 2014. Výrobci soli mají upravit hodnoty jodidace tak, aby odpovídala nové hodnotě konzumace a sůl už by neměla být používána jako nosič pro jiné látky.

Obr. 10: Rozdílné dávkování jódu v závislosti na očekávané denní konzumaci soli (WHO 2014)

Konzumace soli (g/den)	Přidaný jód (mg/kg soli) RNI+30% ztrát
3	65
4	49
5	39
6	33
7	28
8	24
9	22
10	20
11	18
12	16
13	15
14	14

Nadnárodní společnosti by měly harmonizovat obsah soli ve výrobcích na nejnižší hodnotu, aby nedocházelo k rozdíům v jednotlivých zemích. Změny v příjmu sodíku je třeba hodnotit na základě urinární exkrece, jako je tomu u jódu a na základě zjištěného příjmu soli upravit hladinu jodidace (Tab. 19).

Tab. 19: Hodnocení jódového stavu podle urinární exkrece (WHO 2013)

Jód v moči (median, µg/l)	Příjem jódu	Jódový stav
	Školní děti (nad 6 let)	
Pod 20	nedostatečný	Těžký deficit
20-49	nedostatečný	Mírný deficit
50-99	nedostatečný	Lehký defifit
100-199	adekvátní	Adekvátní stav
200-299	Nad potřebou	Riziko překročení adekv. příjmu
Nad 300	nadbytečný	Riziko hyperthyroidismu
	Těhotné ženy	
Pod 150	nedostatečný	
150-249	adekvátní	
250-499	Nad potřebou	
Nad 500	nadbytečný	
	Kojící matky a děti do 2 let	
Pod 100	nedostatečný	
Nad 100	adekvátní	

Současně s redukcí příjmu sodíku na maximálně 2 g/den, což odpovídá právě 5 g soli, byl naznačen požadavek zvýšit příjem draslíku u dospělých osob na 3510 mg/den. Vhodné je proto prosazování částečné náhrady chloridu sodného chloridem draselným. Tyto požadavky kladou nároky na legislativní opatření, na nutné sledování příjmu sledovaných prvků v populaci. V některých oblastech bude třeba hledat alternativní způsoby obohacování potravin jódem, které však musí být cenově dostupné. Současně musí probíhat vzdělávání konzumentů. Je nutné zajistit informace o obsahu sodíku a jódu v potravinách.

7.4. OSTATNÍ ZDROJE SODÍKU

Chlorid sodný je samozřejmě pro člověka rozhodujícím zdrojem sodných iontů, ale do potravin se používá řada dalších technologicky důležitých přídatných látek ve formě sodných solí. Přehled těchto látek včetně tzv. E kódů je uveden v Tab. 20. Příkladem takové hojně požívané sodné sloučeniny je glutaman sodný, dále kypřicí látky používané při výrobě pečiva nebo kaseinát sodný.

Kaseinát je rozpustná forma mléčné bílkoviny kaseinu. Vyrábí se neutralizací kyselého kaseinu hydroxidem sodným. Roztok kaseinátu se následně sprayově suší. Kaseináty jsou relativně levnou surovinou upravující vhodně fyzikální vlastnosti potravin. Jsou zdrojem bílkovin pro výrobky typu proteinových přípravků ve sportovní výživě. Jsou velmi dobře rozpustné ve vodě a tak se používají do nápojů a omáček jako složka zvyšující viskozitu nebo jako složka vázající vodu. Mají dobré pěnotvorné a emulgační vlastnosti a jsou tepelně stabilní. Používají se v pekařství, masné výrobě, mlékárenství, výrobě cukrovinek a ve vinařství k čiření vína. Jejich velkou výhodou je neutrální chuť. Typicky obsahují cca 1,5 % tuku, více než 90 % bílkovin, 1-1,4 % sodíku a 0,1 % vápníku (Bezpečnost potravin, GDM, firemní literatura).

Glutamát (glutaman) je sůl odvozená od aminokyseliny glutamové kyseliny. Ta se zcela běžně vyskytuje ve všech bílkovinách. V lidském těle ji najdeme i ve volné formě. Svaly obsahují přibližně 6 000 mg, játra 670 mg, krevní plazma 40 mg volné kyseliny glutamové. Celkově se v lidském organismu nachází přibližně 10 g volné kyseliny glutamové. V potravinách přijímáme denně okolo 10 až 20 g kyseliny glutamové vázané v bílkovinách a 1 až 3 g ve volné formě. Bílkoviny jsou štěpeny v organismu na jednotlivé aminokyseliny, což představuje další vstup volné kyseliny glutamové do organismu. Nicméně pouze 4 g kyseliny glutamové přijaté ve vázané nebo volné formě se vstřebá v organismu. Kyselina glutamová patří do skupiny neesenciálních aminokyseliny, tělo si je umí syntetizovat samo pro zajištění důležitých funkcí v organismu. Naše tělo vyprodukuje denně přibližně dalších 48 g kyseliny glutamové vlastními syntetickými procesy nad rámec kyseliny glutamové přijaté ze stravy.

Kyselina glutamová hraje důležitou roli v řadě metabolických pochodů v játrech a střevech a při přenosech nervových vzruchů v mozku. Lidský organismus má řadu kontrolních mechanismů, které nedovolí vzestup hladiny kyseliny glutamové na pro organismus nežádoucí hodnoty například při jednorázově vyšším příjmu glutamanu ze stravy.

Kyselina glutamová a glutaman jsou známy jako přídatné látky označené čísly E 620 až E 625 podle formy, ve které jsou do potravin přidávány. Nejznámější a nejčastěji používaný je

glutaman sodný pod číslem E 621. Kyseliny glutamová a její soli patří do skupiny přídatných látek zvýrazňujících chuť potravin.

Historie konzumace potravin se zvýšeným obsahem glutamanu sahá do dávné minulosti, aniž by konzumenti samozřejmě o existenci této látky věděli. Omáčka připravená z nakládaných ryb má více než 2 500letou tradici v oblasti Středomoří (dnes např. mohou turisté navštívit v Barceloně vykopávky z doby starověkého Říma, kde část vykopávek starověkého města ukazuje výrobu těchto nakládaných ryb). Novodobá historie glutamanu sodného se začala odvíjet zhruba před 110 lety v Japonsku, kdy profesor Kikunae popsal glutaman sodný a jeho vliv na chuťové vjemy. Profesor Kikunae izoloval glutaman sodný z řasy rodu *Laminaria*. Po tomto objevu začala průmyslová výroba této látky. Současná výroba glutamanu sodného je založena na enzymových procesech, jejichž produktem je přírodně identická L-forma kyseliny glutamové. Hlavními surovinami pro výrobu je melasa, cukrová řepa, třtina, tapioka nebo obiloviny.

Samotný glutaman sodný je bezbarvý krystalický prášek bez vůně a jeho chuť je slaná, připomínající masový vývar. Chuť glutamanu se proto označuje jako pátá chuť nazývaná „umami“. Výraz pochází z japonštiny, kde „umai“ znamená chutný, delikátní. V potravinách se glutaman podílí na sensorickém profilu tak, že některé chuti synergicky zvýrazní (slaná chuť) a naopak chuť kyselou potlačuje (Kawasaki a kol. 2016).

Volný i vázaný glutaman je přítomen nejen v lidském organismu, ale je samozřejmě přítomen v říši rostlin a živočichů. V různých druzích masa je volný glutaman přítomen v množství 20 – 40 mg/100 g. O řád vyšší obsah volného glutamanu najdeme v hrášku (200 mg/100 g), v kukuřici (130 mg/100 g), v rajčatech (140 mg/100 g) a u hub až 180 mg/100g. Nejvyšší obsah přirozeně se vyskytující volný glutaman byl nalezen v sýru parmazán – 1200 mg/100 g. Z uvedených příkladů vyplývá, že zcela běžně konzumujeme glutaman jako přirozenou složku potravin. Lidské tělo samozřejmě nedokáže rozlišit, zda glutaman přijatý ze stravy je přirozenou složkou dané stravy nebo je v přídatnou látkou v konkrétní potravine (složce stravy). Je proto zřejmé, že na lidské zdraví působí celkové množství přijatého glutamanu a to z obou zdrojů (přirozený zdroj nebo přídatná látka).

Účinkům glutamanu na lidský organismus byla věnována řada studií. Zatím žádné klinické dvojité zaslepené studie neprokázaly přímou souvislost mezi bolestmi hlavy, závratěmi a dalšími podobnými příznaky ve spojitosti s konzumací glutamanem. Některé negativní účinky byly i následně vysvětleny konzumací alkoholu a v případě stravy čínského typu s některou z jejích dalších složek jako jsou krevety, koření či bylinky. Účinky glutamanu byly rovněž ověřovány expertní skupinou pod záštitou WHO a FAO již v roce 1988. Nebyly shledány žádné negativní účinky. V rámci studií nebyly prokázány negativní účinky na centrální nervový systém po jednorázovém příjmu vysokého množství glutamanu v množství 10 g. Toto množství představuje nereálné množství, které je možné přijmout z běžných potravin včetně pokrmů typických pro čínskou kuchyni. Jako bezpečná hladina příjmu je označována hladina na úrovni 16 g/kg tělesné hmotnosti a den, což je množství mnohem vyšší, než odpovídá reálnému příjmu u jedinců s vysokým příjmem glutamanu.

Údaje o příjmu glutamanu se liší samozřejmě podle regionu a individuálních stravovacích zvyklostí. Průměrná konzumace glutamanu ve volné formě je odhadnuta na 0,5 až 2 g přírodního volného glutamanu a 0,5 až 2 g glutamanu jako přídatné látky. V evropských zemích se konzumace

glutamanu jako přídatné látky pohybuje u dolní hranice tohoto intervalu. Vyšší hodnoty příjmu přidaného glutamanu jsou u některých jedinců odhadovány na 1 g denně v Evropě a na 4 g v Asii.

Často se vyskytuje názor, že glutaman není vhodný pro děti. Málokdo ale ví, že volný glutaman je také přítomen v mateřském mléce v množství 22 mg/100 g, což je přibližně desetkrát více, než je v kravském mléce. Kojenec ve věku 3 dnů o hmotnosti 3 kg vypije přibližně 480 g mateřského mléka, kojeneček starý 1 měsíc vypije přibližně 600 g mateřského mléka. Příjem glutamanu v přepočtu na tělesnou hmotnost a den je krátce po narození vyšší než srovnatelné množství obvykle konzumovaného z obou zdrojů (přirozený a přidaný glutaman) v dospělém věku vyjádřeno stejným přepočtem.

V poslední době se objevují v médiích útoky na některé potraviny nebo běžné složky naší stravy (pšeničná mouka, cukr, sůl, mléko) glutamát nevyjímaje (Strunecká a Patočka 2011). Autoři článků tvrdí, že výrobci skrývají glutaman sodný pod různými názvy jako sójová omáčka nebo kvasničný extrakt. Sójová omáčka je surovina běžně používaná při výrobě potravin stejně jako samostatný výrobek pro kuchyňskou úpravu pokrmů. Kvasničný extrakt je ve vodě rozpustný obsah buněk kvasnic složený z aminokyselin, bílkovin, sacharidů a solí. Výrobci v souladu s platnou legislativou uvádějí názvy složek potraviny tak, jak je běžné a jak se složky jmenují bez ohledu na skutečnost, zda obsahují glutaman nebo ne.

Není bez zajímavosti, že i kuchaři si při přípravě chuťově vyvážených pokrmů vybírají jako suroviny rajčata, žampiony a parmazán.

Přídatné látky by se měly používat ve výrobě potravin s rozvahou. Vyšší dávka než optimální pro daný výrobek nemusí znamenat vyšší přidanou hodnotu. Toto platí i pro glutaman. Pokud je některé potravině použito vyšší množství, dochází ke zhoršení chuťových vjemů a sensorické kvality. V souvislosti se spotřebou soli a glutamanem existuje jedna důležitá, ale často opomíjená vazba. Vyšší obsah glutamanu umožňuje snížit obsah soli v určité potravině o 20 – 40 %, aniž by došlo ke zhoršení sensorických vlastností (Inguglia a kol. 2017). Přídavek 0,4 % glutamanu do pokrmů asijské kuchyně dovolilo snížit dávku soli o 40 % a současně zachovalo vjem slané chuti a chuti kuřecího masa za současného potlačení kyselé a hořké chuti (Leong a kol. 2016). Byly provedeny i pokusy s podáváním definovaného množství glutamátu v zeleninové polévce a byl sledován následný energetický příjem při obědě u osob s nadváhou nebo obezitou. Bylo zjištěno, že příjem glutamanu vyvolal u sledovaných osob pocit sytosti a mírně snížil následný příjem energie (Miyaki a kol. 2016).

Glutaman tvoří přirozenou součást naší stravy již od narození. Denní množství přijímané z potravin ve formě přídatné látky bývá často nižší než z běžných potravin. Zavádějící informace týkající se glutamanu bývají často vytržené z kontextu a představují glutaman jako látku s negativními účinky na lidské zdraví. Dostupné vědecké informace ukazují, že tomu tak není.

Tab. 20: Přehled sodných solí používaných při výrobě potravin

Kód E	Látka	Funkce
211	benzoan sodný	konzervant
215	Ethyl-p -hydroxybenzoát sodná sůl	konzervant
219	Methyl-p -hydroxybenzoát sodná sůl	konzervant
221	Siřičitan sodný	Konzervant, antioxidant
222	Hydrogensiřičitan sodný	Konzervant, antioxidant
223	Disiřičitan sodný	Konzervant, antioxidant, bělicí činidlo
250	Dusitan sodný	Konzervant, stabilizátor barviva
251	Dusičnan sodný	Konzervant, stabilizátor barviva
262	Octany sodné	Konzervant, regulátor kyselosti, sekvestrant
281	Propionan sodný	konzervant
285	Tetraboritan sodný (borax)	konzervant
301	Askorban sodný	antioxidant
316	Erythorban sodný (isoaskorban sodný)	antioxidant
325	Mléčnan sodný	Antioxidant, plnidlo, zvlhčující látka
331	Citronany sodné	Regulátor kyselosti, emulgátor, stabilizátor, sekvestrant
335	Vinany sodné	Stabilizátor, sekvestrant
337	Vinan sodno-draselný	Stabilizátor, sekvestrant
339	Fosforečnany sodné	Regulátor kyselosti, emulgátor, stabilizátor, sekvestrant, zvlhčující látka, zahušřovadlo
350	Jablečnany sodné	Regulátor kyselosti, zvlhčující látka
356	Adipan sodný	Regulátor kyselosti
385	Dvojsodnovápenatá sůl kyseliny diamintetraoctové	Antioxidant, sekvestrant, konzervant
	(kalcium-dinatrium EDTA)	Antioxidant, sekvestrant, konzervant
401	Alginan sodný	Zahušřovadlo, stabilizátor, želírující látka
450	Difosforečnany	Emulgátor, stabilizátor, regulátor kyselosti, kypřící látka, sekvestrant, zvlhčující látka
451	Trifosforečnany	Sekvestrant, regulátor kyselosti, zahušřovadlo
452	Polyfosforečnany	Emulgátor, stabilizátor, regulátor kyselosti, kypřící látka, sekvestrant, zvlhčující látka
466	Karboxymethylcelulosa, sodná sůl karboxymethylcelulosity, celulosová guma	Zahušřovadlo, stabilizátor, emulgátor
468	Zesíťovaná sodná sůl karboxymethylcelulosity, zesíťovaná celulosová gum	Stabilizátor, nosič
470a	Sodné, draselné a vápenaté soli mastných kyselin	Emulgátor, stabilizátor, protispěková látka
500	Uhličitany sodné	Regulátor kyselosti, zahušřovadlo, protispěková látka
514	Sírany sodné	Regulátory kyselosti

Kód E	Látka	Funkce
521	Síran sodno-hlinitý	Plnidlo
524	Hydroxid sodný	Regulátor kyselosti
541	Kyselý fosforečnan sodno-hlinitý	Regulátor kyselosti, emulgátor
554	Křemičitan sodno-hlinitý	Látka protispékavá
576	Glukonan sodný	Sekvestrant
621	Glutaman sodný	Látka zvýrazňující chuť a vůni
627	Guanylan sodný	Látka zvýrazňující chuť a vůni
631	Inosinan sodný	Látka zvýrazňující chuť a vůni
635	5'-ribonukleotidy sodné	Látka zvýrazňující chuť a vůni
640	Glycin a jeho sodná sůl	Látka zvýrazňující chuť a vůni
952	Kyselina cyklamová a její sodná a vápenatá sůl	Sladidlo
954	Sacharin a jeho sodná, draselná a vápenatá sůl	Sladidlo
1450	Sodná sůl oktenyljantaranu škrobu	Zahušťovadlo, stabilizátor

Pozn.: Sekvestranty jsou jedním z typů přídatných látek užívaných v potravinářství. Fungují jako konzervant: tím, že vážou volné ionty kovů, zlepšují kvalitu a stabilitu potravinářských výrobků. Sekvestranty tvoří chelátové komplexy s polyvalentními ionty kovů, zejména mědi, železa a niklu, které slouží jako katalyzátory při oxidaci tuků v potravinách (Wikipedia).

7.5. VÝSKYT SODÍKU V ORGANISMU, JEHO FUNKCE V LIDSKÉM TĚLE

Sodík (Na) je esenciální nutrient, který se v lidském těle vyskytuje převážně v extracelulárním prostoru. V organismu je ho asi 130 g, z tohoto množství je asi 30 g trvale zabudováno v kostech. S věkem jeho obsah v kostech stoupá. Přívod sodíku potravou je nezbytný, avšak dostačující. Lidský organismus je schopen adaptace na široký rozsah přívodu sodíku v rozmezí 230 až 10 350 mg/den (Šubrtová a Matějová 2015). Minimální doporučený přívod sodíku u dospělé osoby se odhaduje na 500 mg/den. Deficit v populaci se objevuje jen velmi zřídka. Problémem je naopak nadměrný příjem sodíku potravou, který představuje v současnosti v ČR 15,6 g chloridu sodného/osobu/den (ČSÚ, 2015). Denní doporučená dávka se přitom uvádí jen 5-6 soli chloridu sodného/osobu/den. Hlavním zdrojem sodíku v potravě je chlorid sodný, dalšími zdroji mohou být potravinová aditiva jako dusičnan sodný, fosforečnan sodný, glutamát sodný a mnoho dalších.

Hlavní funkcí sodíku společně s draslíkem v organismu je udržování osmotického tlaku vně a uvnitř buněk a acidobazické rovnováhy. Sodíko-draslíková pumpa udržuje rozdíl mezi extracelulárním a intracelulárním prostředím tím, že přesouvá dva draselné kationty do buňky a tři sodné kationty ven z buňky. Na membráně dojde ke vzniku elektrochemického gradientu, který umožní transport metabolitů a nutričních komponent (glukóza, aminokyseliny, vápník). Kromě této funkce je nutný pro aktivaci enzymů, např. α -amylasy. Resorpce sodíku v trávicím traktu je rychlá a její účinnost při obvyklém složení stravy je asi 90 %. Z těla je vylučován převážně močí, ale nemalé množství i potem nebo stolicí. Přitom nadměrným pocením může dojít ke ztrátám sodíku a v případě, že není současně dodáván ve stravě ve zvýšeném množství, objevují se svalové křeče,

bolesti hlavy a průjmy. K vyšším ztrátám sodíku může rovněž docházet při špatné funkci ledvin (Velíšek 1999). Na regulaci sodíku v organismu se podílejí právě ledviny a také hormonální systém. Při snížené koncentraci sodíku nebo při poklesu cirkulujícího objemu dojde k aktivaci systému renin-angiotenzin-aldosteron, který podporuje retenci sodíku a vylučování draslíku. Naopak při zvýšeném objemu cirkulující tekutiny a při zvýšené koncentraci sodíku dochází k produkci peptidu, který zvyšuje vylučování sodíku a snižuje arteriální tlak (Šubrtová, Matějová 2015).

7.6. VÝSKYT SODÍKU V POTRAVINÁCH, POTRAVINY S VYSOKÝM A NÍZKÝM OBSAHEM SODÍKU

V potravinách se sodík vyskytuje převážně ve formě volných iontů. V mnoha potravinách rostlinného původu se řadí spíše k minoritním prvkům. Jeho obsah se však může v potravinách zvýšit až o několik řádů solením, ať již dochucováním či konzervací. Pro dospělého člověka jsou minimální potřebné denní dávky 500 mg, pro děti do jednoho roku 120-200 mg. Skutečné dávky sodíku přijímané potravou jsou většinou podstatně vyšší. Asi 75 % sodíku přijímaného potravou pochází z chloridu nebo hydrogenglutamátu sodného, které se přidávají při výrobě a kuchyňském zpracování potravin. Denní přijímaná dávka sodíku by neměla být vyšší než 2,4 g (tj. 6 g soli).

Tab. 21: Obsah sodíku v potravinách a potravinových surovinách (Velíšek 1999)

Potravina	Na (mg/kg)
Maso vepřové	450-600
Maso hovězí	580-690
Maso kuřecí	460
Játra vepřová	770
Ryby	650-1200
Mléko plnotučné	480-500
Tvaroh	-
Sýry	450-14100
Jogurt	-
Vejce slepičí	1350
Vaječný bílek	1920
Vaječný žloutek	500
Pšenice	80
Mouka pšeničná	20-30
Chléb celozrnný	4000-6000
Rýže loupaná	60
Hrách	20-380
Čočka	40-550
Fazole	20-400
Sója	60
Zelí	130
Květák	70-100
Špenát	600-1200

Potravina	Na (mg/kg)
Hlávkový salát	30-100
Rajčata	30-60
Mrkev	210
Hrášek	20
Cibule	100-260
Brambory	30-280
Jablka	16-30
Pomeranče	14-30
Banány	10
Jahody	15-30
Vlašské ořechy	30
Čaj černý	450
Káva pražená	740
Čokoláda mléčná	2800

Mezi potraviny s velmi vysokým obsahem chloridu sodného (více než 4,0 g/kg) se řadí některé uzené masné výrobky (Poličan 45 g/kg), tvrdé a tavené sýry (Balkán, Jadel 80 g/kg, pивní sýr 65 g/kg, Niva 55 g/kg), některé pekárenské výrobky, sušené instantní polévky, zelenina ve slané nálevu (nakládané olivy až 90 g/kg), sójová omáčka (180 g/kg), polévkové koření (200 g/kg) a slané pochutiny (Velíšek, 1999).

Naopak mezi potraviny s nulovým obsahem sodíku patří všechny rostlinné oleje, cukr a většina destilátů. Velmi nízký obsah sodíku (max. 10 mg/kg) mají nektarinky, fíky, proso, brusinky, loupáná rýže, banány a špaldová a žitná mouka.

Příjem soli potravou v naší populaci je velmi vysoký. Urbanová a kol. (2017) monitorovali v kraji Vysočina obsah soli ve 25 provozovnách závodního stravování a ve 25 restauracích v rámci poledního menu. Aby byl dodržen doporučený příjem soli pro dospělé osobu 5-6 g/den, oběd by neměl překročit 1,75-2,1 g soli. Průměrný obsah soli v odebraných vzorcích v závodním stravování byl 8,07 g na porci, v restauracích 7,5 g na porci. Mezi závodním a restauračním stravováním nebyl shledán rozdíl v obsahu soli. Doporučený denní příjem soli byl bohatě vyčerpán obědem.

Zajímavý byl test soli v potravinách (Večerková 2017) u 60 různých produktů z 10 různých skupin z obchodní sítě. Jednalo se o hotová jídla, lahůdkářské výrobky, mražené potraviny, instantní pokrmy z brambor, slané pochutiny, uzeniny, sýry, pečivo, cereálie a sladké potraviny. Nepřekvapilo, že vysoký obsah soli byl shledán v uzených rybách (sledě, drcená treska a la losos), v pršutu, nakládaných olivách a v některých sýrech (Jadel, tvarůžky). Jak potvrzují zjištění, největším dodavatelem soli v dietě je bezesporu pečivo, které navíc konzumujeme často, ale bohužel i snídanové cereálie, které navíc ani sladce nechutnají. Ukázalo se, že velkým zdrojem soli jsou hotová jídla mražená či chlazená včetně sypkých směsí na přípravu knedlíků a kaší a samozřejmě uzeniny a některé sýry. Kdo se stravuje jen z kupovaných hotových jídel, bez problémů v jednom jídle díky aditivum s obsahem sodíku zkonzumuje jeho denní doporučenou dávku. Masné výrobky se bez soli neobejdou, sůl prodlužuje trvanlivost a zvyšuje schopnost vázat vodu. Z testovaných uzenin dvě šunky měly nízký obsah soli, a tím příjemně překvapily. Sůl je

rovněž nezbytnou složkou sýrů, má vliv na texturu a chuť. Zatímco žervé a lučina splní požadavky pro dietu s nízkým obsahem soli, niva patří mezi velmi slané sýry. Rizikové jsou také snídaňové cereálie. Ze sledovaných výrobků s výjimkou jednoho měly všechny obsah soli ve 30 g porci 0,33 - 0,66 g NaCl. Nemalé množství soli bylo nalezeno i v potravinách vyloženě sladkých. Jedna porce sušenek nebo sladkého jemného pečiva dodá organismu 0,3-0,7g soli.

Bednář a Vranová (2012) sledovali obsah sodíku v 50 vzorcích doma připravených hovězích vývarech. Jednalo se o vývary bez použití průmyslových dochucovadel (Vegeta, bujóny aj.). Ve většině vzorků se obsah sodíku pohyboval v intervalu 0,14-0,26 g/100 g. Na základě tohoto pokusu byla vytvořena hypotéza, že doma připravená polévka typu vývaru obsahuje v průměru 0,6 g sodíku v porci polévky o objemu 300 ml. V případě, že se pro přípravu polévky použije bujónová kostka, množství sodíku v pokrmu se dramaticky zvýší až na přibližně 1 g sodíku v porci. Dále zkoumali záchyt soli v potravině nebo na jejím povrchu při vaření příloh (těstoviny, rýže, brambory). Z výsledků vyplynulo, že koncentrace sodíku ve vodě použité na vaření je nejvýznamnějším faktorem, který ovlivňuje jeho celkový obsah v přílohách. Byl sledován razantní nárůst obsahu sodíku v příloze v závislosti na koncentraci sodíku ve vodě užitá pro přípravu. U rýže se projevil i vliv délky vaření – rýže vařená 25 minut obsahuje výrazně více sodíku než vařená jen 10 minut. Opláchnutím uvařených potravin se snížilo množství sodíku o 10-30%. Doporučení pro snížení příjmu sodíku přílohou zní: použití méně slané vody pro vaření (asi 1 % soli) a následné propláchnutí potravin.

Bednář a Vranová (2011) v jiné své práci sledovali obsah sodíku v polévkách asijského typu, extrudovaných polévkách (fy Vitana, Maggi, Knorr) a v chuťových aditivech. Z výsledků vyplývá, že obsah sodíku je velmi vysoký především u polévek asijského typu, v některých případech dosahuje 75 až téměř 100 % maximální denní dávky. U extrudovaných polévek byla situace mnohem příznivější – 1 porce polévky vyčerpá 10 – 15 % doporučené denní dávky soli. U polévek označených „bez glutamanu“ byl obsah sodíku jen nepatrně nižší než u polévek bez označení. Dalším významným zdrojem sodíku jsou bujónové kostky. Jednou porcí takto dochuceného pokrmu konzument přijme v průměru 25 % doporučené denní dávky soli.

WHO ve své zprávě z roku 2007 porovnává obsah sodíku v některých syrových, nezpracovaných a následně zpracovaných potravinách, zvláště konzervovaných, některé příklady uvádí následující tabulka (WHO 2007). Jak je vidět, průmyslové zpracování potravin navýší obsah sodíku ve vybraných potravinách až řádově.

Tab. 22: Porovnání obsahu sodíku v některých "přírodních" a zpracovaných potravinách (WHO, 2007)

Potravina	Popis	Obsah sodíku (mg/100 g)
Otruby	Pšeničné otruby	28
	Vločky z pšeničných otrub	1000
Cizrna	Suchá, uvařená v nesolené vodě	5
	Konzervovaná	220
Brambory	Syrové, vařené v nesolené vodě	9
	Konzervované	250
Hrášek	Syrový, vařený v nesolené vodě	stopy
	Konzervovaný	250
Losos	Syrový, upravený v páře	110
	Konzervovaný	570
	Uzený	1880
Sladká kukuřice	Celý klas vařený v nesolené vodě	1
	Konzervovaná	270
Tuňák	Syrový	47
	Konzervovaný v oleji	290
	Konzervovaný v láku	320

Nemalým zdrojem sodíku přijímaného potravou v České republice jsou i některé minerální vody, jak ukazuje níže uvedená Tab. 23.

Tab. 23: Obsah sodíku v některých minerálkách na českém trhu (Petrová, Stávková 2015)

Minerální voda	Na ⁺ (mg/l)
Poděbradka	464
Hanácká kyselka	275
Korunní	74,70
Mattoni	69,90
Ondrášovka	29,50
Evian	26
Dobrá voda	11,30
Magnesia	6,17

Srovnáme-li příjem sodíku při vypití 0,25 l Poděbradky a stejného množství Magnesie, vidíme, že obsah sodíku v Poděbradce je téměř 80 x vyšší a toto množství nápoje představuje příjem 290 mg NaCl.

7.6.1. SŮL A JEJÍ NÁHRADA PŘI VÝROBĚ SÝRŮ

Sýry jsou podstatnou částí jídelničky obyvatel západního světa. Solení sýrů má přímý vliv na kvalitu sýrů. Přidávky soli v sýrech mají však nejen funkci chuťovou, ale především funkci technologickou. Sůl má spolu s poklesem pH a dalšími faktory vliv na údržnost sýrů, když pomáhá blokovat růst nežádoucí mikroflóry. Sůl se podílí na snížení aktivity vody, má vliv na náboj na bílkovinných molekulách, ovlivňuje rozpustnost nebo naopak agregaci bílkovin nebo také jejich hydrataci. Působí na činnost proteolytických enzymů a silně ovlivňuje reologické vlastnosti suroviny i texturu vlastních sýrů, kdy zpevní povrch sýra. Naopak výměna sodných iontů za vápenaté ionty v kaseinu zjemní konzistenci sýra. Sýry s vyšším pH mají měkčí konzistenci, tvrdé sýry jsou kyselější. Sůl způsobí zvýšení osmotického tlaku mezi zrny sýřeniny a vede k uvolnění syrovátky. Snížení obsahu soli v sýrech je možné provést bez vlivu na kvalitu mírným snížením přídavku soli, částečnou náhradou draselnými, amonnými nebo hořečnatými chloridy nebo úpravou technologického postupu (Suková 2005). Přestože se technologové náhradou soli nebo jejím prostým snížením zabývají už dlouho, je tato otázka předmětem výzkumu a vývoje dodnes.

Sodík má důležitou roli při využití vápníku z mléčných výrobků. Sodík má kalciuretický efekt, důvodem je výměna sodík-vápník v proximální části renálních tubulů, v tomto procesu je důležitý poměr vápník/sodík. Čím vyšší je tento poměr, tím menší je riziko renálních ztrát vápníku. U mléka je tento poměr 2,7/0,21 u čerstvých sýrů, u některých tvrdých sýrů stoupá poměr až k hodnotě 10. Bylo zjištěno, že gram sodíku nad doporučený denní příjem znamená ztrátu 20-40 mg vápníku z kostí (Vorlová 2013).

Sýry obsahují obvykle 0,5-2 % soli, speciality s plísní uvnitř a bílé sýry mají obsah soli 3-7 %. Sůl proniká do sýrové hmoty difuzí, proto záleží při solení i na uspořádání a velikosti tukových kuliček a viskozitě suroviny. Dokonalé a rovnoměrné prosolení sýrové hmoty je záležitostí týdnů až měsíců.

Druhy solení sýrů

- Solení do zrna, suchá sůl se přidává do pomleté nebo rozkrájené sýřeniny na konci zpracování před formováním (Čedar). Výhodou je krátká vzdálenost difuze, za 20min je dosaženo rovnoměrného prosolení.
- Solení na sucho roztíráním soli na povrchu sýra, musí se opakovat, bílkoviny na povrchu sýra se stáhnou a omezí difuzi
- Solení v solné lázni se používá u většiny sýrů, solný roztok obsahuje 18-22 % soli. pH roztoku je 5,2 pro tvrdé a pH 4,8-5,0 pro měkké sýry, proces solení probíhá při teplotě 10-14 °C. Do solící lázně se navíc přidává 0,1-0,2 % vápníku. Při použití solné lázně může dojít ke kontaminaci kvasinkami a plísněmi, dokonce se může vyvinout specifická mikroflóra tolerující kyselé pH a vyšší hladinu soli. Naproti tomu bakterie mléčného kvašení sůl inhibuje (Onipchenko a kol. 2012)

7.6.1.1. TAVENÉ SÝRY

Při výrobě tavených sýrů se spojí tuk, voda a kasein do jedné hmoty a vydrží záhřev. K tomu se používají přídávky tavicích solí. Proběhne výměna iontů sodíku za vápník v bílkovinách, je

zajištěna emulgace tuku a hydratace bílkovin. pH se posune na hodnoty 5,6-5,9 u roztíratelných sýrů, u krájitelných sýrů je pH 5,4-5,6. Tavicí soli jsou soli silné zásady a slabé kyseliny – citrany, fosfáty, až polyfosfáty, používají se obvykle směsi solí. Citrany jsou vhodné pro zajištění dobré chuti výrobku, polyfosfáty prodlužují trvanlivost sýra. Tavení probíhá v zařízení vyhřívaném parou na 80-95 °C po dobu 4-15min, vyšší teplota a rychlé ochlazení jsou potřebné pro roztíratelné sýry (Kadlec a kol. 2012).

Při redukci sodíku v receptuře se zkouší nahrazování sodných solí draselnými nebo také přísady hydrokoloidů. Byla porovnána pevnost tavených sýrů o sušině 40 % a obsahu tuku v sušině 50 % vyrobených tradičními technologiemi s použitím 2,5 % tavicích solí fosforečnanového typu a technologiemi s náhradou 1,0 % karagenanu. Pevnost byla studována v závislosti na stupni prozrálости sýra Eidamská cihla. Modelové i kontrolní vzorky tavených sýrů byly mikroskopicky homogenní bez ohledu na použitý stupeň prozrálости základní suroviny. Pevnost vzorků klesala se zvyšující se prozrálostí základní suroviny. Vzorky s karagenanem byly podstatně pevnější než vzorky kontrolní. Dále byl pozorován nárůst pevnosti sýrů v průběhu 30denního chladírenského skladování (Hladká a kol. 2011).

Podobně byl vyzkoušen i přídavek nízkoesterifikovaného pektinu samotného nebo v kombinaci s lecitinem (Černíková a kol. 2008).

V současné době vyrábí firma Laktos tavený sýr Amarito bez přísady tavicích solí. Tento tavený sýr je složen z přírodních sýrů tvrdých, měkkých, másla, smetany, tvarohu a vody. Hlavní komponent, který nahradil fosfátové soli je amarantová mouka, která je novým stabilizátorem taveného sýra (Amarant 2015).

7.6.1.2. SÝRY OBECNĚ

Snížení obsahu soli nebo náhrada sodíku draslíkem je možná při výrobě sýra jen do určité míry, protože pak dochází ke změnám textury a aromatu a sýr ztrácí svůj typický charakter. To platí zvláště pro sýry s vyšším obsahem soli. Obsah soli u sýra stejného typu se může v jednotlivých zemích lišit podle tradice, technologie i nároků na údržnost sýra. Pro zachování údržnosti byly v modelových podmínkách hledány vhodné kombinace náhradních solidel a antimikrobních látek použitelných pro mléčné výrobky se sníženým obsahem sodíku na eliminaci listerií, salmonel a koliformních mikroorganismů. Laktoperoxidáza, laurylarginát a fermentáty byly účinné, ale bylo zjištěno, že náhradní solidla snižují účinek fermentátů a lyurylarginátu proti salmonelám a *E. coli* (Taylor a Lathrop 2015). Jsou možné také úpravy technologického procesu, které znamenají převážně zařazení tepelného zásahu do výrobního procesu, aby se zabránilo vegetaci nežádoucích mikroorganismů.

Poměrně často je snižování obsahu soli nebo její náhrada testována na sýrech typu Čedar, kde se optimální obsah soli vztahuje k obsahu vlhkosti. Poměr S/M v rozmezí 4,7-5,7 se považuje za nejvhodnější. Další snížení dávky soli způsobí měkkou až mazlavou texturu sýra a pachů. Byla sledována interakce tuku a soli při výrobě sýra typu Čedar. Dávka soli byla snížena až na polovinu (0,9%) a obsah tuku se pohyboval v rozmezí 16-33%. Snížení soli znamenalo více porušený kasein,

menší pevnost a nároky na tavení. Snížení obsahu tuku má opačný účinek než snížení dávky soli (McCarthy a kol. 2016).

Stejní autoři (McCarthy 2015) snížili u Čedaru obsahu tuku a soli o 30-50% a sledovali změny v průběhu 270 denního zrání sýra. Snížení soli z 1,9 na 1,2 % zvyšuje vlhkost, poměr voda/kyselina mléčná a vodní aktivitu a snižuje obsah zbytkové laktózy. Pokles tuku způsobí také růst vlhkosti, poměr bílkovina/kyselina mléčná klesá. pH klesá v kontrolním sýru a roste v sýru s poloviční dávkou soli nebo tuku, u ostatních vzorků je konstantní. Po 270 dnech měly kontrolní sýry nižší koncentraci kyseliny mléčné, nižší pH a méně volných aminokyselin než sýry s redukcí soli a tuku.

S poklesem obsahu soli se snižuje množství syrovátky uvolněné ze sýřeniny. Modelový pokus se surovinou na sýr typu Čedaru provedli Lu a Mahon (2015). Solení bylo prováděno po dobu 5 a 10 min a s různou dávkou soli (20-30 g/kg) a různým počtem aplikací. Byla testována i náhrada soli s 33% obsahem KCl. Snížení obsahu soli zvyšuje retenci syrovátky a mírně snižuje pH. Rychlejší přídavek soli uvolnění syrovátky nezvyšuje, ale částečná náhrada soli přídavkem KCl je účinná. Přídavek vápenatých iontů také zvyšuje synerezi sýřeniny, která má pak vyšší sušinu. Podíl vápníku navázaného na parakasein je úměrný koncentraci vápníku v roztoku.

K podobným závěrům došli Murtaza a kol. (2014). Snižovali obsah soli v sýru typu Čedar z buvolího mléka v rozmezí 2,5 – 0,5 %. Snížení dávky soli snižuje pH a zvyšuje vlhkost a aktivitu vody. Tvrdost sýra, tuhost, drobivost klesají, ale proteolýza se zvyšuje. Zvyšuje se koncentrace těkavých chuťových látek, ale výsledné aroma bylo hodnoceno negativně. Autoři uvádějí, že sůl je možno omezit, ale tvorbu pachuti je třeba regulovat vhodnou startovací kulturou.

Částečnou náhradu sodíku v soli draslíkem v sýru Čedar s celkovým obsahem 1,7% solí provedli McMahan a kol. v roce 2014. Po nasolení rychle klesalo pH a došlo k typické změně mikrobioty. Obsah laktokoků poklesl, naopak rostl počet NSLAB (non-starter lactic acid bacteria). Při poklesu obsahu soli se rozšířilo pásmo pro vegetaci NSLAB. Ke snížení obsahu soli v Čedaru byly využity draselné soli a další ochucovadla a látky maskující chutě. Saloni K, hydrolyzát rostlinných bílkovin a adenosin-5'-monofosfát (AMP) poskytují nejvíce slanou a nejméně hořkou chuť. Bylo dosaženo 75 % náhrady soli (Khetra a kol. 2016). Ganesan a kol. (2014) testovali vlastnosti sýrů typu Čedar a mozzarella se sníženou dávkou soli od 0,7-1,8%, kdy pokles obsahu sodíku dosáhl 25-36 %. Přesto byly lépe hodnoceny sýry s vyšším obsahem soli. V senzoryckém profilu byly nalezeny další dílčí chutě, které se mírně projeví u omezeně solených vzorků, zatímco u slanějších vzorků už jsou překryty dominantní chutí. Konzument snížení obsahu soli pozná, ale 30% snížení dávky soli je proveditelné. Snižít obsah soli lze v závislosti na obsahu vody, tučnosti sýra, pH a obsahu probiotických mikroorganismů. Záleží i na teplotě dozrávání sýra a skladování.

Dalším vhodným sýrem pro snižování soli je Cottage, kde bylo dosaženo snížení přídavku soli o 35 %. Byly připraveny sýry typu Cottage se sníženým obsahem soli a přídavky KCl nebo MgCl₂. Byl sledován růst probiotických bakterií *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium lactis* a růst *Listeria monocytogenes* po záměrné inokulaci. *L. monocytogenes* byla schoná za těchto podmínek vegetovat, a to v závislosti na teplotě (4-12 °C) a přídavku probiotik. Probiotika blokovala růst patogena i ve vzorcích s nižším podílem soli (Jesus a kol. 2016).

Náhrada soli z 30-50% chloridem hořečnatým nebo vápenatým se ukazuje jako nejsnazší z hlediska složení sýra, jeho textury a aromatu. Jinou možností je přidávání látek zvýrazňujících chuť, ale například s přidavkem kvasničného autolyzátu do sýra Cottage se zhoršila nepříjemně kvalita sýra (Suková 2005).

Byl připraven bílý sýr z ultrafiltrovaného kravského mléka bez soli a s přidavkem soli 1; 2,5 a 4 %. Obsah soli má vliv na složení, proteolytickou aktivitu, počet LAB a sensorickou jakost sýra v průběhu 90 dnů zrání. S rostoucí dávkou soli klesá počet LAB. Sýry s 1 a 2,5 % soli jsou sensoricky přijatelné, aroma sýra totiž závisí na stupni proteolýzy (Soltani a kol. 2015). Kamleh a kol. (2015) sledovali vliv 30 % náhrady soli KCl na jakost čerstvého a zralého Akawi sýra. Snížení obsahu soli má vliv na soudržnost, žvýkatelnost a tvrdost sýra. Obsah mikroorganismů rostl s dobou zrání sýra, ale rozdíly mezi vzorky nebyly zaznamenány. Byl zaznamenán vliv soli na hořkost, drobivost a tvrdost sýra, zatímco na barvu a aroma měla větší vliv délka zrání sýra. Vlivem náhrady soli KCl u Akawi sýra při skladování se zabývali i Gandhi a kol. (2016). Solící roztok obsahoval 10 % soli, 7,5 % soli a 7,5% KCl nebo 5% soli a 5% KCl. Po 30 dnech v sýrech s nižším obsahem soli přežilo více probiotických bakterií. Obsah vápníku mírně poklesl u všech vzorků. Extrakt ze sýrů s nižším obsahem soli zlepšil růst buněk z tlustého střeva a uvolňování některých esenciálních aminokyselin jako fenylalaninu, tryptofanu, valinu a leucinu. Snížení soli nemělo vliv na aktivitu potenciálních bioaktivních peptidů v extraktu ze sýra.

Snížování obsahu soli v sýrech mozzarella, často ještě v kombinaci se snížením obsahu tuku, přináší rozporné výsledky. Arboatti a kol. (2014) připravili sýry mozzarella s redukcí obsahu soli o 35% a 60%. Rozdíl mezi sýry byl v intenzitě slané chuti, ale další rozdíly (vlhkost, aktivita vody, přechodová teplota, sensorické parametry) už byly nevýrazné. Nevýznamné rozdíly byly zjištěny i v pH, degradaci kaseinu a intenzitě hořké chuti. Naopak Henneberry a kol. (2016 a 2015) se pokusili snížit obsah soli i tuku současně a výsledky nebyly příliš uspokojivé. Obsah soli v sýru byl snížen z 1,8 na 1,0 % a obsah tuku z 23 % na 11 %. Sýry poté byly skladovány 35 dnů při 4 °C. Snížení obsahu tuku významně zhoršilo sensorické vlastnosti, sýr získal větší pevnost a byl gumovitější, zeslabilo se aroma sýra. Snížení dávky soli mělo méně výrazné důsledky. Byly prováděny i pokusy s přípravou mozzarely s částečnou náhradou soli chloridem draselným a využitím citranu a difosforečnanu draselného místo sodných solí. Jako optimální se ukázalo použití 30,96 % KCl a 2 % emulgačních solí. Kontrolní sýr měl obsah sodíku 905 mg/100g a vzorek nového sýra pouze 260 mg/100g.

Náhrada soli chloridem draselným byla zkoušena i v měkkém sýru. Směsi NaCl/KCl byly připraveny v poměru 3/1, 1/1 a 1/3. Náhrada soli neměla vliv na základní složení a mikroflóru u čerstvě formovaného sýra, ale došlo k většímu poklesu pH. Po 17 dnech zrání u sýrů s KCl významně klesá obsah vlhkosti, roste tvrdost a drobivost sýra. Sensorické hodnocení a technologické vlastnosti naznačují reálnou možnost maximálně 25-50 % náhrady soli KCl (Soares a kol. 2016) Vliv snížení dávky soli na vlastnosti měkkého zrajícího sýra s plísní na povrchu testovali Dugat-Bony a kol. (2016). Kontrolní sýr s 1,8 % soli a vzorek s 1,3 % soli byly sledovány po dobu 27 dnů. Byly zaznamenány změny ve složení mikroorganismů ve prospěch gram-negativních bakterií a tím i změny proteolytické aktivity, aromatu a produkce biogenních aminů. Ve vzorku s nižším obsahem soli byl nalezen vyšší obsah *Pseudomonas fragi* odpovědné za kažení potravin.

Důležitý je vliv rozdílného obsahu soli na činnost startovacích kultur. Při výrobě polotvrdého sýra měly vzorky sýra obsah soli mezi 0,3-3,4 %. Zrání sýra probíhalo 12 týdnů. Snížení dávky soli mělo za následek růst obsahu LAB na počátku zrání, zejména u neslaného vzorku, v další fázi zrání se už vliv soli významně neprojevil. Mezi obsahem soli a proteolytickou aktivitou (PepX aktivity) byla negativní korelace. Protože použitá startovací kultura má vliv na texturu i aroma sýra, bylo by třeba vyšlechtit startovací kulturu vhodnou pro výrobu méně slaných sýrů.

Využitelný pro zlepšení údržnosti sýrů může být vliv probiotických kmenů mikroorganismů. Byla například sledována mikrobiologická kvalita málo slaných analogů sýra s přidanými sporami probiotika *Bacillus coagulans* v průběhu 60dní skladování. Důsledkem bylo snížení vlhkosti, aktivity vody a pH a změny proteolytického indexu u kontrolního vzorku a vzorku s probiotiky. Podíl přežívajících probiotik se skladováním klesá. Po 60 dnech skladování byl pozorován růst 20-67 % celkového počtu konformních bakterií a plísní, naopak u vzorků s probiotiky bylo dosaženo poklesu. Odolnější ke kažení byly vzorky obsahující probiotika.

7.6.2. SODÍK A SŮL V PEKÁRENSKÉ TECHNOLOGII

Chléb, pečivo a další pekařské výrobky přispívají velkou měrou k vysokému dennímu příjmu soli z průmyslově zpracovaných potravin. Obsah soli v pekařských výrobcích se liší podle technologie a chuťových zvyklostí v jednotlivých zemích, pohybuje se od 0,9 do 1,7% . Přídavek soli do pečiva má totiž nejen upravuje chuť výrobku, ale má v prvé řadě řadu technologických důvodů. V České republice se pro běžné pečivo používá 1,5-1,8% soli na množství mouky v receptuře, pro výrobu chleba 1,6-2% soli a pro jemné pečivo 0,8-1,2% soli.

Pekaři vyjadřují většinou dávku soli vztaženou na použité množství mouky a rozlišují kvalitu přidávané soli podle její granulace (Kol. 2013):

do 1mm - jemně mletá sůl

0 – do 1,25mm

I (do 2mm) na posyp

III (do 2,8mm)

IV (do 4mm)

Jedlá sůl krystalová pochází z modifikovaného procesu krystalizace ve vakuu, s granulací 1-2mm má dobrou rozpustnost. Pomalu vlhne a používá se na posyp. Jedlá sůl nevlhne může obsahovat až 1% protispékavých přísad. Sůl se aplikuje do těsta buď jako sypká surovina nebo ve formě různě koncentrovaných roztoků až nasyceného roztoku.

7.6.2.1. VLIV SOLI NA KVALITU TĚSTA

Přídavek soli výrazně ovlivňuje absorpci vody v mouce a tím vývin těsta, dobu potřebnou na jeho hnětení i intenzitu hnětení. Při hnětení sůl podporuje vznik struktury lepku a jeho viskoelastické vlastnosti (McCann a Day 2013). S přídavkem soli se těsto lépe mechanicky zpracovává a je ve výsledku měkčí a pružnější. Přídavek soli na dávku mouky je obvykle 1,5 - 2%, u

nekvalitních mouk na zpevnění těsta až 2,5% soli (což se v dnešní době v ČR již neděje). Těsto se sníženým obsahem soli je pevnější na počátku hnětení, ale méně stabilní a náchylné k přehnětení. Nakonec vznikne těsto slabé a lepivé (Sluimer 2005). Iontová povaha chloridu sodného má za následek širokou interakci mezi vodou a makromolekulami bílkovin a škrobu. Tyto interakce mají pak vliv na obsah vlhkosti a vodní aktivitu v chlebu. Voda není na druhou stranu kvůli soli dostupná pro lepek dostatečně, když o místa vazby na molekule soutěží sodík a vodík. Mezi molekulami lepku pak existují elektrostatické odpudivé síly, které se podílejí na vzniku vláknité bílkovinné sítě (Silow a kol. 2016, Belz a kol 2012, Salovaara 2009). Síť lepkových bílkovin a tedy i obsah soli se podílí i na kvalitě listového a plundrového těsta.

7.6.2.2. VLIV SOLI NA AKTIVITU DROŽDÍ

Fermentaci chlorid sodný do jisté míry reguluje. Sůl se obvykle nepřidává do kvasných předstupňů, protože přidavek soli zvyšuje osmotický tlak a vegetaci kvasinek inhibuje, tlumí produkci CO₂. Proto by sůl neměla přijít bezprostředně do kontaktu s droždím, které ztekucuje a inaktivuje kvasinky. Současně přidavek soli ale dovoluje regulovat rychlost kynutí těsta podle potřeby. Překynuté těsto by bylo příliš kyselé a struktura by byla velmi špatná. Protože převážná většina vody je vázána na makromolekuly, sůl je obsažena ve vyšší koncentraci ve zbylé volné vodě. Tato koncentrace pak působí na kvasinky spolu s osmotickým tlakem, obsahem dostupných cukrů a činností enzymů.

Vlivu přidavku soli na rychlost fermentace, kdy jako měřítko aktivity kvasinek použijeme produkci CO₂ je v následující Tab. 24.

Tab. 24: Rychlost fermentace v závislosti na dávce soli podle vývoje CO₂ (Sluimer 2005)

Sůl na mouku (%)	Pokles fermentace (%)
1	6
2	20
4	70

Jak se mění chování těsta při přidavku soli, je uvedeno v Tab. 25 (Kol 2013).

Tab. 25: Změny chování těsta při daném přidavku soli

% soli (vztaheno na mouku)	důsledek
0	Roztékání těsta, fádňí chuť
0,5	Podporuje kynutí
1-1,5	Ztuhuje bílkoviny, lepší tvar pečiva, horší tažnost a pružnost těsta
2,0	Zpomalení kvasných procesů
2,5	Přesoleno, kynutí pomalé, pečivo tuhé
3,0	Od 2,8 % výrazně slaná chuť výrobku
více soli	Pomalé kynutí, tmavá barva
20	Použitelné pouze pro dekorační výrobky

7.6.2.3. VLIV SOLI NA TEXTURU A KONEČNOU KVALITU PEČIVA

Všechny parametry těsta a fermentace se pak projeví v kvalitě výsledného produktu. Pečení z těsta se sníženou dávkou soli znamená změnu textury kůrky a její barvu. Při kynutí méně slaného těsta kvasinky spotřebují volné cukry a je tedy k dispozici méně redukujících cukrů pro Maillardovy reakce. Ve střídce je malý počet velkých pórů, střídka je nevyrovnaná následkem slabé sítě vytvořené lepem. Specifický objem může v konečném důsledku být nízký, pokud zeslabená síť neudrží expanzi páry a CO₂ při pečení. Při pečení listového těsta je objem pečiva také závislý na dávce soli (Silow a kol. 2016).

Konečná kvalita pečiva je do jisté míry dána kontrolou aktivity vody. Chléb s obsahem soli 0,3 a 0,6% proti 1,2% ve standardu se údajně jen málo lišil v objemu, obsahu vody a ztrátě pečením. Změny se projeví při skladování chleba na procesu stárnutí vlivem retrogradace škrobu. Chléb bez soli byl suchý a drobný, při 1,2% soli ve standardu byla zachována přijatelná textura.

Sůl má vliv na aktivitu vody, odvodňuje buňky a inhibuje metabolismus mikroorganismů. Působí tak jako konzervant proti mikrobiálnímu kažení a plísním (Salovaara 2009, Beltz a kol. 2012). Snížení dávky soli v pečivu bude nutné kompenzovat jiným antimikrobním opatřením.

V neposlední řadě sůl silně ovlivňuje výslednou chuť a aroma pečiva. Charakteristické vnímání slané chuti v ústech je založeno na tzv. ENaC (epithelial Na⁺ channel), kanálech ve stěně sliznice prostupných pro Na⁺ ionty. Mozek vyhodnocuje mnoho signálů a z nich vyhodnotí komplexní chuťový vjem. Sůl ovlivňuje rozpustnost a těkavost řady aromatických látek. Intenzita slané chuti závisí i na rychlosti uvolnění soli z potravinové matrice při žvýkání v ústech a rychlosti transportu soli k chuťovým receptorům, tedy také na textuře a viskozitě potraviny. Tato skutečnost se prokázala, když byly upečeny chleby se stejnou dávkou soli, ale rozdílnou dobou kynutí. Lišily se velikostí pórů a tím rychlostí uvolnění soli do úst při žvýkání. Intenzita slané chuti pak byla vnímána rozdílně, chléb s většími póry byl považován za více slaný (Pflaum a kol. 2013).

Slaná chuť a chuť ostatních složek potraviny se mohou navzájem zvýraznit nebo utlumit. Výsledkem těchto procesů je celkový profil chuti výrobku (Jekle a kol. 2014). Například sůl o koncentraci 0,17 % podporuje sladkou chuť aminokyselin glycinu, alaninu a serinu. Sůl tlumí i hořkou chuť. Bez přídavku soli je chléb hodnocen jako drožděvý, kyselý, kváskovitý.

Technologicky chléb bez soli nebo s velmi nízkým obsahem soli vyrobit lze, ale jeho sensorická kvalita je špatná. Redukce soli si vynutí úpravu technologií, složení surovin a třeba i použití kvasu. Veškeré změny ovšem musí také být ekonomicky efektivní.

7.6.2.4. SNÍŽENÍ OBSAHU SOLI V PEČIVU

Když se má snížit dávka soli třeba jen částečně, musí se snižovat postupně. Při rychlém poklesu je možné využít náhražky soli nebo zvýrazňovače chuti, v průmyslové výrobě se jedná hlavně o chlorid draselný. Relativně novou technikou je tvorba různě slaných vrstev těsta nebo využití větších krystalů soli (Israr a kol. 2016).

Pro snížení obsahu soli v pečivu a tím i snížení příjmu sodíku/soli se používá několik postupů, které je možno i kombinovat.

7.6.2.5. PROSTÉ SNÍŽENÍ DÁVKY SOLI NEBO POUŽITÍ NÁHRADNÍHO SOLIDLA

Vzhledem k používané technologii nelze zcela jednoduše snížit dávku soli. Vliv mořské soli s obsahem sodíku o 57-64 % méně než u běžné soli na technologii chleba sledovali Miller a Jeong (2014). Nebyl zaznamenán vliv zvolené soli na napětí těsta, dobu hnětení, produkci oxidu uhličitého, objem pečiva a kvalitu kůrky. Sensoricky byl chléb hodnocen nepatrně hůře než kontrolní chléb. Sledování preferencí předškolních dětí u chlebů se sníženou dávkou soli o 30-50% provedli Kovac a Knific (2017). Chléb s redukcí soli o 30% byl přijat bez problémů, chléb s polovičním obsahem soli byl přijat hůře. Učitelé mohou ovlivnit stravovací návyky a přijetí méně slané chuti už v předškolním věku.

Pro snížení obsahu soli v pečivu se používá kombinace složek nahrazujících sůl - draselné a vápenaté soli, většinou fosfáty a glutamáty. Chlorid lithný je toxický a jodidy a glukonáty amonné a lithné nevyhovují sensoricky. Jako náhrada se nejvíce osvědčují draselné soli, ale i tady je zaznamenána cizí chuť. To představuje problém, protože u výrobků se sníženým obsahem soli musí být zachován sensorický profil produktu a přirozená chuť. Při plánovaném snížení spotřeby soli o 25% nejsou intenzita pachuti příliš znatelná (Jekle a kol. 2014, Quilez a Salas-Salvado (2012). La Croixa kol.(2015) hledali procento snížení dávky soli, kdy si konzumenti povšimnou změny intenzity slané chuti. 10% rozdíl v dávce soli zůstal nerozpoznán, 20 a 30% rozdíl ve slanosti už byl detekovatelný, ale neovlivnil přijatelnost výrobku pro konzumenty. Z této zkušenosti je možné vycházet při postupném snižování dávky soli v pečivu. Podobně bylo testováno množství chloridu draselného jako náhrada soli v průmyslové výrobě. Byl pozorován vliv na reologické vlastnosti těsta, na roztažnost a lepivost. Chléb s 37,5% KCl místo soli měl podobné vlastnosti jako standardní vzorek (Sayar a kol. 2016).

Snížení dávky soli z 2% na 1% v chlebu z tvrdé pšenice vyzkoušeli Spina a kol. (2015). Jako částečná náhrada byl zvolen chlorid draselný a kvasničný extrakt. Chléb zabalený v modifikované atmosféře byl při 250°C skladován 120 dní. Nebyly zaznamenány významné změny v textuře a vlhkosti chleba, obsah 5-hydroxymethylfurfuralu nezávisel na obsahu soli nebo náhradních látek slané chuti. Počet mikroorganismů při skladování roste, zejména u méně slaných vzorků. Vzorky se lišily na počátku obsahem solí, pružností a vlhkostí. Při skladování vlhkost všech chlebů výrazně klesla. Chléb se substitucí soli směsí stejných dílů $\text{CaCl}_2/\text{CaCO}_3$ připravili Basset a kol. (2014). Celkově bylo do chleba přidáno 1,8% solí (na mouku). Vyšší obsah vápníku způsobil menší pružnost a tažnost těsta. Horní kůrka byla tužší a spodní měkčí než u standardu, barva střídky i kůrky byla světlejší. Citran draselný jako náhrada soli v komerčním chlebu byl využit s úspěchem ve Španělsku (Quilez a Salas-Salvado 2012). Na třech vzorcích komerční mouky byly zkoušeny anorganické soli – KCl, MgCl_2 , CaCl_2 , Mg_2SO_4 a Na_2SO_4 jako náhrada chloridu sodného v rozmezí 0, 25, 50 a 100 %. Vlivem přídavku těchto solí se modifikovaly vlastnosti těsta při míchání a lepivost těsta.

Na farinografu byl zjištěn u chloridu draselného malý účinek, naopak síran sodný prokázal maximálně zpevňující a utužující vliv, chlorid hořečnatý a vápenatý zeslabují těsto. S přidavkem solí se zvýšila viskozita suspenze při zahřívání ve všech moukách, nejvíce vlivem síranu sodného. Chloridy hořečnatý, vápenatý a draselný zlepšily stabilitu těsta. Při 25% náhradě soli roste viskozita suspenze, při vyšší dávce náhradních solí viskozita klesne (Kaur a kol. 2011).

Byl testován vliv obsahu soli v rozmezí 0-8,4% na mouku a současně redukce tuku o 40% na vlastnosti listového těsta. Vliv redukce soli na kvalitu je výrazný, u těsta s plnou dávkou tuku s rostoucím obsahem soli je těsto méně pevné. Bez ohledu na obsah tuku je pečivo s vyšší dávkou soli objemem, texturou i barvou kvalitnější. Snížení dávky soli o třetinu a tuku o 40% je přesto možné (Silow a kol. 2016).

7.6.2.6. POUŽITÍ LÁTEK ZVÝRAZŇUJÍCÍCH CHUŤ SOLI

Potravinářství používá sůl pro její slanou chuť a další látky jako zvýrazňovače slané chuti. Do této skupiny patří aminokyseliny glycin, lysin, arginin a ornitin, dále pak trehalóza, glutamát a soli kyseliny mléčné. Chuť je pak mnohvrstevná. Osvědčuje se i pražená chuť sladů nebo produkty fermentace jako je sójová omáčka nebo chlebový kvas (Jekle a kol. 2014).

Snížování obsahu soli přineslo i snahu o návrat ke kvasu jako prostředku prodloužení trvanlivosti a zlepšení charakteru těsta a sensorických vlastností chleba s nižším obsahem soli (Silow a kol. 2016, Nogueira a kol. 2015). Fermentací média z pšeničné mouky kmenem *Lactobacillus plantarum* byl získán přípravek zvýrazňující chuť a umožňující částečnou náhradu soli v chlebu v rozsahu 20-50 %. Nebyl nalezen rozdíl v obsahu glutamátu a volných aminokyselin mezi novým chlebem a standardem, ale některé deriváty kyseliny octové a mléčné mající vliv na aroma chleba, byly obsaženy pouze v novém chlebu s přidavkem fermentovaného materiálu (Valerio a kol. 2017). Bylo vyzkoušeno použití kvasového přípravku získaného působením *Lactobacillus brevis* a proteázy v množství 21%. Zatímco použití KCl nemá vliv na chemické složení a biologickou aktivitu chleba, při použití kvasu roste obsah gama-aminomáselné kyseliny a peptidů menších jak 3kDa s potenciálem působit jako ACE (angiotensin converting enzyme) inhibitory a majících vyšší antioxidační aktivitu (Penas a kol. 2015).

Sušený kvas byl přidáván jako zvýrazňovač chuti také v rohlících. Obsah soli dosahoval 0-2,5 % a sušený kvas byl přidáván v množství 0-10 % na mouku. Snížení dávky soli způsobilo zkrácení doby hnětení a kynutí. Přídavek kvasu prodloužil dobu míchání a kynutí a snížil při vyšší koncentraci průměr pečiva. Bylo dosaženo redukce soli až o 45% při dávce kvasu 5% a při zachování technologických vlastností (Nogueira a Steel 2016). Zhao a kol.(2015) připravili kvas fermentovaný vybranými kmeny *Lactobacillus reuteri* a sledovali akumulaci gama-aminomáselné kyseliny (GABA). Sensoricky dokázali hodnotitelé rozeznat 6% přídavek kvasu. Dokázali také odlišit použití kvasu s akumulací GABA nebo kvasu s akumulací glutamátu. Takové chleby s obsahem 1% soli se slanou chutí vyrovnaly chlebu s 1,5% soli. Vedle slané chuti byla v chuťovém profilu identifikována kyselá a umami chuť. Jimenez-Maromoto a kol. (2013) provedli srovnání chleba se solí a s náhradou soli fermentovaným preparátem ze sóji. Přídavek sójového preparátu změnil

barvu střídky i kůrky na tmavo, má vliv i na objem chleba. Jako nejlepší se ukázala 25% náhrada soli.

7.6.2.7. TECHNOLOGICKÉ MOŽNOSTI OVLIVNĚNÍ SLANÉ CHUTI

Byl proveden pokus se snížením dávky soli v chlebu na 0 - 1,5 % na mouku a vliv dávky soli na kvalitu chleba připraveného rozdílnou technologií. Byly vybrány tři technologické postupy výroby chleba – využití droždí, klasický postup využívající chlebový kvas a postup s přidavkem startovací kultury.

Snížení dávky soli nemělo vliv na výtěžnost chleba, ale výrazně se projevilo na objemu, pórovitosti a pevnosti střídky. Byly nalezeny rozdíly i mezi jednotlivými technologickými postupy. Snížení obsahu soli se nejvíce projevilo u chleba se startovací kulturou a chleba, kde kynutí zajišťoval přidavek droždí. Nejmenší rozdíly byly zjištěny u kvasového chleba (Ambrisewicz-Walacik a kol. 2016). V korpusu na pizzu je možné jednoduše snížit dávku soli o 10 % nebo nahradit 30 % soli chloridem draselným bez podstatné ztráty slané chuti. Využitím hrubých krystalů soli o velikosti 0,4-1,4 mm se zvýší dojem slané chuti, stejně tak při potření povrchu kůrky sláným roztokem. Při zachování kvality výrobku je možno takto snížit dávku soli až o 25 % (Mueller a kol. 2016).

Další možností zachování dojmu slané chuti je přidavek potažených krystalů soli a jejich úmyslné nepravidelné rozložení ve střídce. Takto lze obsah sůli snížit až o 50 % a pocit slanosti zůstane zachován. Vzniká však problém s lokálními změnami barvy střídky. Podobným způsobem mohou působit i větší nepotažené krystaly soli. Při laminaci plundrového těsta je možné prokládat málo slané vrstvy těsta vrstvami více slanými. Mohou být také připraveny vrstvy méně a více slaného těsta vzniklé laminací (Jekle a kol. 2014) Vliv redukce dávky soli na zpracování plundrového těsta se projevil menším stahováním těsta při rolování. Nižší dávku soli lze nahradit inkorporací enkapsulované soli do vrstvy těsta při laminaci (Diler a kol. 2016).

Poslední možností redukce soli v potravinách jsou legislativní limity omezující množství soli v potravinách.

7.6.3. SŮL V MASNÝCH VÝROBCÍCH

Masné výrobky přispívají 20% k celkovému příjmu soli. Proto je legitimní snaha o snížení obsahu soli v masných výrobcích, která však naráží na omezení daná technologií, chuťovými zvyklostmi konzumentů a požadavky na skladovatelnost produktů. V masných výrobcích je totiž chlorid sodný multifunkční a nepostradatelnou složkou. Kromě zvýraznění chuti podporuje údržnost masných výrobků, snižuje aktivitu vody a reguluje rozpustnost bílkovin. V mase je obsažen soubor bílkovin, které se liší rozpustností. Takzvané sarkoplazmatické bílkoviny jsou dobře rozpustné ve vodě a roztocích solí. Myofibrilární bílkoviny nelze rozpustit ve vodě, v roztocích solí jsou rozpustné dobře. Zvláštní úlohu mají bílkoviny stromatické, které jsou nerozpustné a tvoří

základ pojivových tkání. Toto rozdělení naznačuje, jak důležitá je role soli při zpracování masa do masných výrobků (Kadlec 2012).

U soli proběhne disociace na ionty, které pak vykonají vlastní funkci. Se změnou iontové síly roztoku se zvyšuje rozpustnost myofibrilárních bílkovin, na které závisí stabilizace emulze v masném díle a slepení částic masa. Zahřátím a zchlazením se tvoří gel jako základ struktury masného výrobku. Na tuto funkci je třeba obsah soli kolem 2% (Sebranek 2015). Přídavek soli mění interakce mezi aktinem a myozinem. Tyto elektrostatické interakce jsou založené na negativních a pozitivních nábojích, které mohou působit přitažlivými či odpuzivými silami. Odpuzivý efekt znamená větší prostor mezi řetězci bílkovin. Pro využití tohoto procesu je třeba minimální dávka cca 12 g NaCl na 1 kg díla. Sodné ionty se dále podílejí na tvorbě aromatu, netvoří jen slanou chuť, ale zvýrazňují i chuti jiné. Snížit obsah soli lze jen do určité míry, pak se zhoršují funkční vlastnosti a výrobek se snadněji kazí. Výrobek je také hůře vybarven.

V masné výrobě se operuje velmi často s pojmem vaznost masa. Tato vlastnost vyjadřuje schopnost masa vázat vlastní i přidanou vodu. Vaznost masa závisí především na vstupní kvalitě masa dané procesem zrání, na pH i látkách přidávaných na úpravu technologických vlastností masné suroviny. Nejnižší vaznost masa byla zjištěna při pH kolem 5. Na vaznost masa mají vliv anionty i kationty obsažené v soli. S rostoucím přídatkem soli roste vaznost masa, ale při cca 5% dávce soli se trend obrací a vaznost klesá na původní hodnoty. Přítomnost solí jednomocných prvků umožní imobilizaci vody v mase, naopak za přítomnosti dvojmocných iontů vápníku, hořčíku nebo železa se vytvoří příčné vazby mezi řetězci bílkovin a vaznost masa klesá. V souvislosti s redukcí obsahu soli v masných výrobcích se objevovala jako alternativní metoda snaha využít do výrobků maso před nástupem rigoru mortis, které má vysokou vaznost vody (Desmond 2006).

Sůl se uplatňuje i při výrobě trvanlivých masných výrobků včetně výrobků fermentovaných. Při sušení vlivem ztráty vody roste koncentrace soli a klesá aktivita vody. Při fermentaci dojde současně k poklesu pH a tak obsah soli spolu s nízkou vodní aktivitou a pH zajistí trvanlivost výrobku. Součástí procesu je i působení startovacích kultur vyselektovaných pro dané podmínky.

Čistý chlorid sodný se v masné výrobě používá pouze do vařených masných výrobků, slaniny a specialit typu bílých klobás. Pro většinu masných výrobků se používají průmyslově vyráběné dusitanové solící směsi, které nahradily tradičně používané dlouhodobé nakládání masa s přídatky dusičnanů. Dusitanová směs zajistí nejen požadovanou barvu masného výrobku ale i údržnost, protože dusitany blokují vegetaci *Clostridium botulinum* a působí jako antioxidant (Kameník 2012). Dusitanová solící směs obsahuje obvykle 0,5-0,6 % nebo ve speciálním provedení 0,8-0,9 % dusitanu sodného nebo draselného. Dusitany je možné přidávat do masa pouze jako součást solící směsi. Jedná se o bezpečnostní opatření, protože dusitan sodný je ve vyšší dávce toxický. Ve směsi se solí nemůže dojít k předávkování dusitanem na toxickou úroveň, takový výrobek by byl nepoživatelný. Dusitan se v mase redukuje na oxid dusnatý a ten reaguje s molekulami myoglobinu na nitroxymyoglobin (nitrosomyoglobin) – typicky růžové barvivo masných výrobků. Podle vyhlášky č. 4/2008 Sb. Maximální povolená dávka dusitanů do masného

výrobku 150mg/kg vyjádřeno jako dusitan sodný. Pro vybrané typy tradičních masných výrobků je pak povolen maximální reziduální obsah dusitanů 100-175 mg/kg.

Při výrobě masných výrobků se na zvýšení rozpustnosti myofibrilárních bílkovin přidávají 2-3% soli. Forma přídatku závisí na konkrétní technologii výroby:

- do díla (mělněné masné výrobky),
- naložení do láku na dny až týdny,
- nastříkávání láku do masa jehlovými systémy nebo po krevních cestách,
- solení nasucho.

Sůl je v praxi levným nosičem dalších technologicky významných látek, jako jsou extrakty koření. Do díla se zamíchává v kutru nebo v míchačce ke konci míchání. Tato výrobní operace by měla probíhat za chladu, aby se zbytečně neuvolňoval tuk a nebyl narušen vzhled výrobku v nákroji. Do větších kusů masa se sůl zapracuje při mechanické operaci zvané masírování (tumblování), kdy dojde k mechanické aktivaci bílkovin, část svalových bílkovin se uvolní do roztoku a vytvoří se viskózní lepivá vrstva na povrchu kousků masa.

Do masných výrobků se využívají další aditivní látky s obsahem sodíku:

- askorban sodný, izoaskorban sodný – redukční činidlo do výrobků se solící směsí
- mléčnan sodný a octan sodný – pro lepší údržnost, snížení aktivity vody, přídatky dosahují 1-2%
- polyfosfáty – upravují vaznost masa a snižují výrobní ztráty, vážou vápenaté ionty. Nepřidávají se do trvanlivých výrobků
- kaseináty

7.6.3.1. NÁHRADA SOLI V MASNÝCH VÝROBCÍCH

Sůl ovlivňuje nejen chuť, ale celkovou kvalitu hotových masných výrobků nebo polotovarů. Proto je nutné nejen nahradit chybějící výraznou chuť, ale řešit i problém udržení přijatelné struktury a trvanlivosti výrobku. Pro tento účel je možné použít:

- 1) Jinou látku slané chuti (chlorid draselný, mléčnan nebo askorban vápenatý).
- 2) Použít látky zesilující chuť soli (například glutaman sodný, sodná sůl inosinu, kvasničný extrakt, hydrolyzáty bílkovin, lysin, taurin, glycin, soli guanidinu, sójová omáčka).
- 3) Použít nové technologické metody při nasolování, jako je vysoký tlak nebo působení ultrazvuku (Ingulia a kol. 2017). Zkouší se i přídatky transglutaminázy (Bonfim a kol. 2015).

Obvykle se použije částečná náhrada soli chloridem draselným a chuť se upraví některou ze zvýrazňujících látek (Rodrigues a kol. 2016). Nevýhodou náhradních solidel s KCl je hořká chuť, ostatní soli jsou ještě doprovázeny pachutí po kovu. Tyto nežádoucí pachuti lze částečně maskovat. Pak je náhradní solící směs složená z vápenatých a hořečnatých solí, citranu nebo mléčnanu draselného, glukózy, dusitanů, adenosin monofosfátu na maskování hořké chuti a glycinu. Ve směsi mohou být i fosfáty a hydrokoloidy na udržení vaznosti masa. Jako funkční složka

se objevují i bílkovinné produkty hub (Desmond 2006). Vaznost vody u modelových gelů z myofibrilárních bílkovin a vliv polyfosfátů a KCl sledovali Carkcioglu a kol.(2016). Při 50% náhradě soli pomocí KCl a tripolyfosfátů působí KCl snížení pružnosti vzniklého gelu a naopak tripolyfosfáty funkční vlastnosti gelu zlepšovaly. V jiném modelovém pokusu byly drůbeží myofibrilární bílkoviny smíchány se solí na koncentraci 0,6 mmol/l a 1,0mol/l za současného přidavku 5 mmol histidinu. Byla sledována tvorba gelu po záhřevu. Zvýšila se rozpustnost a želírovací schopnost bílkovin a snížila pohyblivost vody v gelu. O histidinu se proto uvažuje jako o dochucovadle u výrobků s nižším celkovým obsahem soli (Chen a kol. 2016). V gelu z myofibrilárních bílkovin byl sledován vliv KCl, MgCl₂ a CaCl₂. Gel s nižším obsahem soli obsahuje slabší disulfidické vazby, hydrofobní a elektrostatické interakce a pevnější vodíkové můstky. Částečná náhrada soli KCl nemá vliv na chemické vazby. Chloridy vápenatý a hořečnatý posilují hydrofobní interakce a zeslabují vodíkové vazby a elektrostatické interakce. Nižší dávka soli tedy zeslabuje gel a přítomnost dvojmocných solí gel ztužuje (Zhang a kol. 2016).

Snížení obsahu soli v rozmezí 0,25-1,0 % a částečnou náhradu soli směsí 50% KCl, 25% MgCl₂ a 25% CaCl₂ v drůbežích párcích se současným sníženým obsahem soli a tuku testovali Schmidt a kol. (2017). Pro úpravu fyzikálně chemických vlastností byly využity přidavky 0,5-1,0% kolagenu. Reformulací se výrazně změnila textura, aktivita vody a pH párků, ale sensorická přijatelnost byla udržena. Jako nejlepší se ukázala kombinace 0,5% kolagenu, 0,25% náhradního solidla a 0,25% soli. V modelové emulzi byl stanoven optimální poměr přidavku 0,85% KCl a 0,25% polyfosfátů. Pak byly vyrobeny párky s 1,0-1,75 % soli a byla sledována jejich stabilita. Vzorky s vyšším obsahem soli byly ve většině parametrů kvalitnější, nicméně snížení dávky soli o 25% bylo hodnoceno jako proveditelné (Yotsuyanagi a kol. 2016). Nízkoúčinné boloňské párky byly vyrobeny s 50% náhradou soli pomocí KCl a přidavky lysinu nebo udicí kapaliny jako zvýrazňovačů chuti. Omezení soli nemělo vliv na fyzikálně chemické, technologické a mikrobiologické parametry. V chuťovém profilu byla omezena slaná chuť a více vystupovaly cizí chutě jako hořká, svíravá a kovová pachutí. Přídavek 1% lysinu nebo 0,1% udicí tekutiny pachutě omezuje (Alves a kol. 2017). V čerstvých párcích z vepřového masa byly testovány dávky soli v rozmezí 0-2%. Mezi párky s obsahem soli 1;1,5 a 2 % nebyly nalezeny statisticky významné rozdíly v celkovém počtu MO, thiobarbiturovém čísle, chuti, textuře a ztrátách varem. Konzumenti byli schopni podle chuti rozeznat obsah soli 1 a 2% (Cluff a kol. 2016).

Guinard a kol. (2016) využili chuťové vlastnosti hub jako zvýrazňovače chuti a složky mírnící následky snížení obsahu soli. Ve výrobku z mletého masa byl snížen obsah soli o 25% a chuťově byl doplněn houbami. Byly zaznamenány rozdíly mezi vzorky s plným obsahem soli, u vzorků s nižším obsahem NaCl nebyly podle hodnotitelů rozdíly nalezeny. V Brazílii se pokusili zlepšit sensorickou kvalitu a mikrobiální stabilitu levných párků se sníženým obsahem soli přidavkem různě upraveného česneku. Čerstvý česnek se choval současně jako antioxidant (Horita a kol. 2016). Stejní autoři (Horita a kol. 2014) sledovali vliv náhrady soli na kvalitu levných párků obsahujících separované maso. 25-50% soli bylo nahrazeno směsí chloridů s obsahem vápníku, draslíku a sodíku tak, aby iontová síla odpovídala 2% chloridu sodného. Při náhradě soli 50% CaCl₂ maso uvolnilo nejvíce vody a výsledný produkt byl tuhý. Hmota nebyla v nákreji homogenní, byly zde póry a

kaverny, které svědčí o špatné stabilitě emulze. Párky se směsí 25% CaCl₂ a 25-50% KCl se neliší pH, aktivitou vody a barvou od standardu. Sensorická jakost párků s 50% dávkou soli; 25% CaCl₂ a 25% KCl; 50% KCl byla hodnocena hůře než jakost párků kontrolních.

Redukcí obsahu soli v masném výrobku se mění podmínky vegetace mikroorganismů v díle a také jejich diverzita. Významná je tato skutečnost zejména u fermentovaných masných výrobků, kde se nepoužívá tepelná úprava a trvanlivost výrobku je zajištěna hlavně poklesem pH, snížením aktivity vody a právě obsahem soli. V salámu z hovězího a vepřového masa byla sůl nahrazena KCl a CaCl₂. Při snížení dávky soli se změnila aktivita vody a pH. Při dávce soli nižší o 55% a náhradě směsí KCl a CaCl₂ se neměnily technologické vlastnosti výrobku, ale změnila se chuť, textura a celková přijatelnost produktu (De Almeida a kol. 2016). Klobásy z krůtího masa byly využity na testování dvou komerčních náhradních solidel a jedné směsi na zvýraznění chuti. Nebyla narušena vaznost masa a textura, údržnost při 60 dnech skladování v chladu byla uspokojivá. Sensorická přijatelnost se příliš nelišila, jedno solidlo však způsobilo pachutí oproti kontrolnímu vzorku (Pietrasik a Gaudette 2015).

Snížení obsahu soli z 2,2% na 1,1% a 0,55% ve fermentovaných klobásách zpomalovalo oxidativní změny a vznik aldehydů, podpořilo však současně proteolýzu, karboxylaci a tvorbu Schiffových bází. Klobásy se sníženým obsahem soli byly také tužší (Lobo 2016).

V sušených portugalských klobásách připravených s nižší dávkou soli byly sledovány mikrobiologické a biochemické parametry. Byl zjištěn výrazný vliv na počty mikroorganismů a obsah biogenních aminů ve výrobku. Mírné změny nastaly i ve složení mastných kyselin. Textura méně slaných klobás byla měkčí a lepivější. Produkt s 3% soli měl také vyrovnanější chuť (Laranjo a kol. 2016, 2017).

Suché fermentované klobásy mají své typické aroma dané mikroflórou přizpůsobenou daným podmínkám. Při snížení dávky soli se mění složení mikroflory takového výrobku, mění se tedy i aroma výrobku. Byly izolovány kmeny kvasinek a testovány na tvorbu aromatických látek. Vybrané kmeny byly kultivovány a přidány do výrobků (Flores a kol. 2015). V jiné studii byly sušené fermentované klobásy se sníženým obsahem tuku a soli inokulovány kvasinkami *Debaromyces hansenii*. Snížení dávky soli se projevilo rostoucí lipolýzou a oxidací, proto také žlutým aromatem. Snížení obsahu tuku znamenalo posunem aromatu k produktům rozkladu sacharidů. Inokulace kvasinkami způsobí vyšší lipolýzu a současně lepší antioxidační účinek, v aromatu se objeví látky vzniklé degradací aminokyselin a estery s ovocnou chutí. Když se ale společně snížil obsah soli i tuku, vliv kvasinek nebyl jednoznačný (Corral a kol. 2015). Sensorická přijatelnost a funkční vlastnosti fermentovaných klobás se sníženou hladinou tuku a soli byla testována Mora-Galegou kol. (2016). Přídavkem 0,64% KCl se zvýšila aktivita vody, ztráty na výtěžnosti, texturní vlastnosti jako tvrdost, gumovitost a soudržnost a současně se minimálně změnil sensorický dojem. Přídavkem slunečnicového oleje se podařilo snížit tuhost a soudržnost výrobku, ovšem za cenu vyšší drobivosti a pachuti po oleji.

Nasolování kompaktních kusů masa je proces více dlouhodobý, protože je nutné zajistit dokonalý prostup soli do masa. Nasolení masa je může být kombinováno s použitím koření nebo

kořenících extraktů. Koření v této fázi výroby je nejen faktorem upravujícím chuť, ale projeví se i obsah fytoncidních látek a látek s antioxidačním účinkem. Byl například studován vliv krátkodobého nasolení na barvu mleté drůbeží prsní svaloviny po uvaření. Maso bylo nasoleno 0-3% soli na 0-3 dny a uvařeno. Výtěžnost masa rostla s obsahem soli. Při dávce soli 2% myoglobin rychle denaturuje, vyšší dávky soli přinášejí i vyšší obsah dusitanů. Pokud je přídavek soli 1%, je třeba na požadovaný vývoj barvy 3 denní naložení masa (Jeong 2017). Drůbežím masen se zabývali i Gaudette a Pietrasik (2017). Provedli test 2 náhradních přípravků místo soli a jednoho zvýrazňovače chuti v šunce a uzeném krutím mase. Výrobky s náhradou soli byly hodnoceny jako méně slané a více hořké, zvýraznění chuti bylo dosaženo v uzeném mase. Prakticky lze použít kombinaci náhrady a zvýrazňovače pro uzeniny s komplexní chutí, u masa je to obtížnější, tam je třeba hořkou chuť zamaskovat.

Solení šunky od kosti s využitím 1% alternativních solických směsí zkoušeli Lorenzo a kol. (2015). Směsi obsahovaly různé podíly draselných, vápenatých a hořčnatých solí - II. 50 % NaCl, 50 % KCl; III- 45 % NaCl, 25 % KCl, 20 % CaCl₂, 10 % MgCl₂; IV-30 % NaCl, 50 % KCl, 15% CaCl₂, 5 % MgCl₂. Při použití Směsi II byl nalezen nejvyšší obsah mikroorganismů, šunky obsahující směsi II a IV dosáhly nejlepšího sensorického hodnocení. Sensorické změny dušené šunky se sníženou dávkou soli z 3,4 % na 1,4 % a 25% náhradou chloridem draselným pozorovali Greiff a kol. (2015). Bylo zjištěno, že se mění slaná chuť, jemnost, tvrdost a barva vzorků. Byl zjištěn výskyt pachuti, avšak 25% náhrada soli draslíkem působí pouze nevýznamné změny. Snížení obsahu soli v dušené šunce na 1-1,2 % s využitím modifikovaného tepelného procesu a přídavkem extraktu z mošské řasy *Palmaria palmata* zkoušeli Barbieri a kol. (2016). Extrakt z řas neměl vliv na technologické vlastnosti a chuť byla ovlivněna pozitivně. Současně však klesla výtěžnost o 5% a výrobky byly po tepelném opracování sušší.

Reformulace výrobku podobného jitrnici (White pudding) z hlediska obsahu tuku a soli byla provedena autory Fellendorfem a kol.(2015 a 2016). Byly připraveny vzorky s obsahem tuku 2,5-20 % a 0,2-1 % soli. Výrobek obsahující 0,8 a 1% soli byl více přijatelný, pokud neobsahoval příliš málo tuku. Výrobky s výrazně nižším obsahem tuku a soli byly hodnoceny jako tvrdší, málo šťavnaté, překořeněné, světlé až žluté. Přijatelný byl výrobek s obsahem 0,6 % soli a 15 % tuku. Při dalších úpravách byl dobře hodnocen výrobek s 10 % tuku a 0,6 % sodíku ve formě citranu sodného, stejně se osvědčila kombinace KCl s glycinem. Vzorky byly stejně vnímány jako tužší a více kořeněné.

Alternativou měly být i mléčné produkty jako náhrada soli, například nízkominerální permeát ze syrovátky z výroby sýrů a vysokominerální permeát z mléka. Byly přidávány do výrobků typu rybí paštiky nebo nákypu. Nízkominerální přípravek zlepšoval texturu a vaznost vody a dovolil snížit dávku soli na 0,8%. Vysokomineralizovaný preparát kromě textury ovlivňuje i chuť výrobku a může být použit jako náhrada soli (Greif a kol. 2015).

Snížení obsahu soli způsobí v mnoha případech růst vodní aktivity v masném výrobku a zvýšené riziko množení patogenních mikroorganismů. Byly prováděny pokusy, které měly ověřit mikrobiální stabilitu méně slaných výrobků nebo přímo otestovat možnosti přežití vybraných

patogenů. Byly například připraveny syrové vepřové klobásy s obsahem soli 1,5 a 2 % a skladovány byly po dobu 21 dní ve vakuovaném balení nebo modifikované atmosféře. Po 21 dnech byly pozorovány viditelné známky kažení. Mikroflóra klobás s 1,5 % soli byla pestřejší než u klobás se 2% soli, snížení obsahu soli mělo tedy za následek rychlejší kažení a vyšší diverzitu mikrobiální populace (Fougy 2016). Na bázi vinných výlisků byl vyvinut nový kořenící přípravek, který byl přidáván do hovězího masa s různým obsahem soli (1-2 %). Maso bylo skladováno při 4 °C v modifikované atmosféře i za přístupu vzduchu. Přídavek 2 % preparátu zlepšoval mikrobiologickou stabilitu masa, blokoval růst mezofilních mikroorganismů a mléčných bakterií. V mase se zvýšil obsah draslíku, vápníku a fenolických látek (Garcia-Lomillo a kol. 2017).

Garcia-Diez a kol. (2017) zjišťovali možnost přežívání *Listeria monocytogenes* ve vakuově baleném chorizo salámu s různým obsahem soli, cukru a startovací kulturou *Lactobacillus sakei*. Přídavek cukru a startovací kultury nemá vliv na listerie. Vyšší obsah soli (1,5-3 %) a skladování při 220°C snižuje počet listerií přežívajících ve výrobku. V jiné práci byl drůbeží masový základ s různým obsahem soli inokulován salmonelami. Pastovitý materiál skladovali 12 týdnů a suchý materiál 42 týdnů při 21 °C. Počet salmonel se nezvyšoval ani v jednom případě, vliv soli nebyl zaznamenán.

Vedle samotné náhrady chloridu sodného jinými sloučeninami se objevují i pokusy o využití nových technologií, které by měly usnadnit difuzi soli do masa a umožnit tak rovnoměrné vybarvení výrobku a rozložení slané chuti. Jedná se především o pokusy s využitím technologie vysokého tlaku, kdy současně dochází k inaktivaci vegetativních forem mikroorganismů. Vliv vysokého tlaku na inaktivaci *Listeria innocua* a *Enterococcus faecium* v marinovaném mase se sníženým obsahem soli a vliv na fyzikálně chemické vlastnosti masa zkoumali Rodrigues a kol. (2016). Obsah mikroorganismů nebyl ovlivněn samotným marinováním, ale vysoký tlak snížil obsah mikroorganismů o šest řádů. Marinace ve směsi 2 % soli a 2 % kyseliny citronové byla neúčinnější. Vzorky s vyšším obsahem kyseliny měly kromě nižšího pH pomalejší průběh oxidace tuků. Maso tlakované při 600MPa bylo tvrdší. Emulgovaný masný výrobek posloužil jako model pro sledování vlivu kombinace vysokého tlaku 100-400MPa, snížení obsahu tuku na 20 % a soli na 1 %. Použití vysokého tlaku snížilo ztráty varem, změnilo barvu masa a snížilo rozpustnost aktinu a myosinu (Yang a kol. 2015). Vliv vysokého tlaku (do 300 MPa) a dávky soli v rozmezí 0 - 2,5 % na kvalitu drůbežího masa před a po tepelné úpravě studovali Ros-Polski a kol. (2015). Kombinovaný účinek soli a vysokého tlaku měl vliv na pH, ale ne na aktivitu vody. Sůl v nízké koncentraci spolu s působením vysokého tlaku zlepšila barvu a texturu masa. Byl sledován i účinek 0 - 1,9 % soli, 0 a 0,25 % fosfátů a vysokého tlaku 100-600 MPa v různých fázích výroby na kvalitativní parametry dušené šunky. Tlakování syrového masa nebo masa po nastříkání poškozovalo strukturu a vaznost masa, ale tlak 100MPa aplikovaný po masírování masa měl vliv kladný. Dávku soli bylo možné snížit na 1,1 % při použití 0,2 % KCl a vysokotlakého ošetření zařazeném po masírování masa (Tamm a kol. 2016). Vliv vysokého tlaku v kombinaci s použitím chloridu sodného, draselného nebo vápenatého v koncentracích 0-2,5 % na přežívání *Listeria monocytogenes* v nasoleném drůbežím mase byl předmětem práce Balamurugana a kol.(2016). Vysoký tlak 100-300

MPa sám ani v kombinacích se solemi nestačí na inaktivaci listerií, tlak 600MPa již účinný byl. Použití soli nebo KCl má menší účinnost na listerie než použití chloridu vápenatého

Byly prováděny i pokusy s využitím ultrazvuku (Ojha a kol. 2016) na lepší difuzi soli nebo náhradního solidla při nakládání vepřového masa. Ukázalo se, že vliv ultrazvuku je malý, průchod soli do masa se nepatrně zlepšil jen u nejvyšší intenzity procesu. Testováno je i využití mikrobiální transglutaminázy, kdy se při sníženém množství soli ve výrobku vylepší strukturu výrobku, vytvoří se křížové vazby a tím roste soudržnost a pevnost gelu z myofibrilárních bílkovin. Podobně byl zhotoven i restrukturovaný výrobek z rybího masa s novými funkčními vlastnostmi, bez kostí, vhodný pro děti nebo staré lidi s hypertenzí. Pro úpravu textury byla použita mikrobiální transglutamináza, dávka soli dosáhla 1,5 % a enzymu 300 U/kg. Byla zjištěna i optimální teplota procesu 25 °C a dávka enzymu 377 U/kg. Hmota je pak použitelná i pro sendviče (Martelo-Vidal a kol. 2016).

7.7. NÁHRAŽKY STOLNÍ SOLI

Pro pacienty s vysokým tlakem jsou k dispozici solící směsi s rozdílným stupněm náhrady chloridu sodného v maloobchodních baleních. Obal je většinou řešen tak, aby umožnil pohodlné dávkování soli do pokrmů. Náhradní solící směsi jsou dostupné v lékárnách, prodejnách zdravé výživy nebo v e-shopech. Základem těchto solidel je směs soli a chloridu draselného (nebo samotný chlorid draselný), jodid nebo jodičnan jako zdroj jódu a další látky zvýrazňující slanou chuť nebo maskující pachutě chloridu draselného. Ve složení přípravků tedy najdeme například vápenaté a hořečnaté soli, aminokyseliny, hydrolyzáty rostlinných bílkovin a kvasničné extrakty, cukr a protihrudkující látky. Příklady takových solících preparátů jsou uvedeny v tabulce. Jedná se o ukázkou, jaké typy přípravků jsou k dispozici, ale výčet není úplný. Situace na trhu není zcela přehledná, protože se časem mění složení i názvy preparátů nebo výrobu pod jiným názvem přebírají nové firmy. U produktů vyrobených v Evropské unii je možné dohledat složení i nutriční hodnoty, u výrobků původem mimo EU jsou tato data hůře dostupná. Řada přípravků má patentovou ochranu. Vzhledem k současné snaze o reformulaci potravin a snaze o snížení denního příjmu soli je možné očekávat, že se nabídka těchto výrobků bude dále rozšiřovat.

V Československu byl dlouhá léta jediný výrobek Salnatrex, ze kterého zbyla jen ochranná známka. V současné době je v prodeji několik solících přípravků a další jsou v dnešní době dostupné na objednávku přes zahraniční e-shopy. Vedle typických solících přípravků jsou v nabídce přípravky na rozhraní soli a koření, jako jsou sójové omáčky, rybí omáčky, přípravky z kvasničné biomasy nebo kombinace solí a sušených bylin. Někteří výrobci ještě vycházejí vstříc současnému trendu a deklarují, že jejich výrobky neobsahují glutaman sodný nebo látky s E kódem.

Tab. 26: Příklady náhražek stolní soli

Název	Výrobce	Složení	Pozn.
KARDISAL dietní sůl	Solivary, a.s.	Vařená jedlá sůl min. 60%, chlorid draselný max. 40% a jodičnan draselný 33 - 58 mg/kg, protihrudkující látka E536 max. 15mg/kg.	Vařená jódovaná jedlá sůl se sníženým množstvím chloridu sodného o 40%.
SALKA 500G DIETNÍ SŮL	Naturamyl, a.s.	60 % chloridu sodného a 40 % chloridu draselného, jodičnan draselný	
DIETNÍ SŮL MAGDISOL 200G	P.P.H. MANAVITA, Polsko	chlorid sodný 74%, chlorid draselný 24,7%, uhličitan hořečnatý, jodid draselný	Sůl s nízkým obsahem sodíku. Prostředek, který zastupuje kuchyňskou sůl. Je vhodná pro redukci váhy a pro osoby, které nemohou užívat mnoho sodíku. V dietě doplňuje nedostatek draslíku, hořčíku a jódu.
Solící směs Balance®	esco - european salt company, Německo, GmbH & Co. KG		Solící směs Balance® je směs minerálních solí mimořádné čistoty. Podíl chloridu sodného v solící směsi Balance® snížen o 50 % a nahrazen – draslíkem, hořčíkem a vápníkem.
MARY solící směs	K+S Czech Republic a.s. (Solné mlýny Olomouc)	Jedlá sůl vakuová 58%, chlorid draselný 38%, jodičnan draselný (KIO ₃), cukr bílý krupice, oxid křemičitý E551	obsah jódu 20-34mg/kg
Redusalt	Generica,s.r.o. (Slovensko)	Citronan sodný, chlorid draselný, chlorid sodný, uhličitan hořečnatý.	50% snížení obsahu sodíku
Salnatrex	Infusia,a.s.	dietní sůl prostá sodíku	ochranná známka do roku 2008, výroba zastavena
Nu Salt	Sweet 'N Low	KCl, méně jak 1% vianu draselného, oxid křemičitý a přírodní aroma	
TATA Salt LITE	TATA Chemical Ltd	33%Na	jodidováno
No Salt	Terrific Deal Inc.	KCl, vian draselný, adipová kyselina, SO ₂ , minerální olej, kyselina fumarová.	
Salt Substitute sodium free	Morton Salt	chlorid draselný, kyselina fumarová, fosforečnan vápenatý a trifosforečnan vápenatý	v 1,2g obsahuje 610mg draslíku
Morton Lite Salt	Morton Salt	sůl, chlorid draselný, křemičitan vápenatý,uhličitan hořečnatý, glukóza, jodid draselný	obsah v 1,2g – 290mg Na a 350mg K, obsahuje 40% denní dávky jódu

Název	Výrobce	Složení	Pozn.
Morton Salt Ballance	Morton Salt	sůl, chlorid draselný, oxid křemičitý, uhličitan hořečnatý	snížení obsahu sodíku o 25%.
Also Salt Sodium Free Salt Substitute	AlsoSalt	chlorid draselný, lysin hydrochlorid, stearan vápenatý	
Salt for Life Sea Salt + Potassium Blend	Olde Thompson	chlorid draselný, mořská sůl, rýžová mouka	
Saxa So Low Reduced Sodium Salt	Premier Foods Ltd, UK	chlorid draselný 51%, sůl 48%, látky protispěkové (uhličitan hořečnatý, hexakvanoželeznatany draselný a sodný)	Obsahuje draslík – varování pro lidi s ledvinovými nebo srdečními chorobami
LoSalt	LoSalt	chlorid draselný (66%), sůl (33%), protispěková látka uhličitan hořečnatý, jodid draselný	
Saldue	ALSO S.p.A. (Italy)	chlorid sodný a draselný, kyselina glutamová, citran draselný, uhličitan hořečnatý, oxid křemičitý, jodid draselný	draslík 25,5 %, sodík 13,6%,
Low Sodium Liquid Light Spray Salt	Fossil River	přírodní kapalná sůl s nízkým obsahem sodíku z Montserratu (10% soli, 5% chloridu draselného)	
Potassium Pro™ Potassium Chloride	Cargill, Inc. -USA		obsahuje hexakvanoželeznatan sodný a trikalcium fosfát jako protispěkovou látku
Potassium Pro™ Plus	Cargill, Inc. -USA		
FlakeSelect® Potassium Chloride	Cargill, Inc. -USA		
FlakeSelect® Potassium Chloride/Sea Salt	Cargill, Inc. -USA		
SaltWise® Sodium Reduction System	Cargill, Inc. -USA		50% snížení sodíku
UME ocet	Sunfood, MITOKU - dovoz z Japonska	UME švestky, mořská sůl (20,5%), Shizo (Perilla listy)	vyrobena přírodní fermentací
Dulse vločky BIO	Lifefood	sušené řasy ze severního Atlantiku	Lze je použít jako náhradu soli s nízkým obsahem sodíku, do salátů, polévek, omáček, na sendviče a do dalších pokrmů

7.8. LÁTKY VYKAZUJÍCÍ SENZORICKY SLANOU CHUŤ

Slanou chuť vykazují téměř výhradně některé anorganické soli (halogenidy, sírany, fosforečnany, dusičnany, uhličitany alkalických kovů, alkalických zemin a amonné soli). Slanou chuť v kombinaci s jinými chutěmi poskytují i soli karboxylových kyselin (mravenčí, octové, jantarové,

adipové, fumarové, mléčné, vinné, citrónové), aminokyselin (soli kyseliny glutamové, cholinu) i některé oligopeptidy (Velíšek, 1999).

Kvalita slané chuti se u různých látek liší. U anorganických solí se na sláném vjemu podílejí kationty i anionty. Se stoupající molekulovou hmotností soli většinou roste intenzita hořké chuti. Zatímco chlorid sodný má čistě slanou chuť, ostatní slané látky vykazují navíc i chuť hořkou, případně s kovovou příchutí. Tak bromid draselný chutná slane i hořce, jodid draselný a chlorid hořečnatý stejně intenzivně hořce. Charakter slanosti se často mění s koncentrací. Chlorid sodný má při velmi nízkých koncentracích sladkou chuť, stejně je tomu u chloridu draselného. Při vyšší koncentraci chutná chlorid draselný hořce, hořká chuť přibývá a při vysokých koncentracích chutná slane s hořkou a nepatrně kyselou příchutí. Kvalita slané chuti v potravinách závisí na poměru iontů Na^+ a Cl^- . Potraviny s přirozeným obsahem těchto iontů nemají vždy slanou chuť, oba ionty musí být přítomny ve správném stechiometrickém poměru.

7.9. VLIV VYŠŠÍHO PŘÍJMU SODÍKU NA LIDSKÉ ZDRAVÍ

Vyšší příjem sodíku v potravě potvrzují údaje již z dob dávno minulých. Liem a kol. (2011) uvádí, že již ve staré Číně byl průměrný příjem 7,6 g soli/den u žen a 12,7 g/den u mužů. Dále se odhaduje, že v roce 1850 byl ve Francii a Británii průměrný denní příjem soli 10,2-12,7 g, tato hodnota zhruba odpovídá i dnešní spotřebě soli ve vyspělých zemích. Bernstein a Willett (2010) analyzovali 38 studií, které byly publikovány mezi lety 1957 a 2003, zkoumající spotřebu soli a našli, že v tomto období byla stálá spotřeba soli 9,4 g /den. I když v posledních letech se ke konzervaci potravin užívají moderní technologie, které nevyžadují použití soli, stále je spotřeba soli příliš vysoká a je třeba její konzumaci v populaci snížit.

Myšlenka, že konzumace soli ve vyšším množství je příčinou vyššího krevního tlaku, byla vyslovena již ve staré Číně. Na začátku 20. století byla prvně popsána klinická souvislost s příjmem soli a krevním tlakem (Ambard a Beaujard 1904). Později byla souvislost mezi vysokou konzumací soli a zvýšeným krevním tlakem potvrzena řadou analýz. Velká studie na souboru 47 000 lidí z různých populací prokázala, že omezení příjmu sodíku o 2,3 g na den dokázalo snížit systolický tlak o 10-15 mm Hg (Law a kol. 1991). Někteří odborníci tvrdí, že u normotenzních osob je pokles tlaku bezvýznamný, ale přesto převládá názor, že i mírné snížení přívodu sodíku může mít pozitivní vliv na zdraví populace (He a kol., 2013). Carvalho a kol. (1989) zjistili, že v komunitách, kde je příjem soli v průběhu života nízký, nehrozí s věkem stoupající nárůst krevního tlaku.

Rovněž se předpokládá, že snížením krevního tlaku v populaci se sníží výskyt kardiovaskulárních onemocnění, která jsou nejčastější příčinou úmrtí u nás i ve světě. He a kol. (2003) odhaduje, že snížením denního příjmu sodíku o 3 g dojde ke snížení ischemické choroby srdeční o 10% a mozkové příhody o 13 %. Cook a kol. (2007) uvádí, že trvalé snížení příjmu sodíku je spojeno se snížením incidence kardiovaskulárních onemocnění. Závěry analýzy 13 studií z roku 2009 zní, že vysoký přívod sodíku významně zvyšuje výskyt cévní mozkové příhody a kardiovaskulárních onemocnění (Strazzullo a kol. 2009). Pozorovaná asociace byla výraznější ve studiích s většími rozdíly v přívodu sodíku a při delším sledování. Naopak Taylor a kol. (2011) porovnal 7 studií zaměřených na vliv přívodu sodíku na výskyt a úmrtí na kardiovaskulární

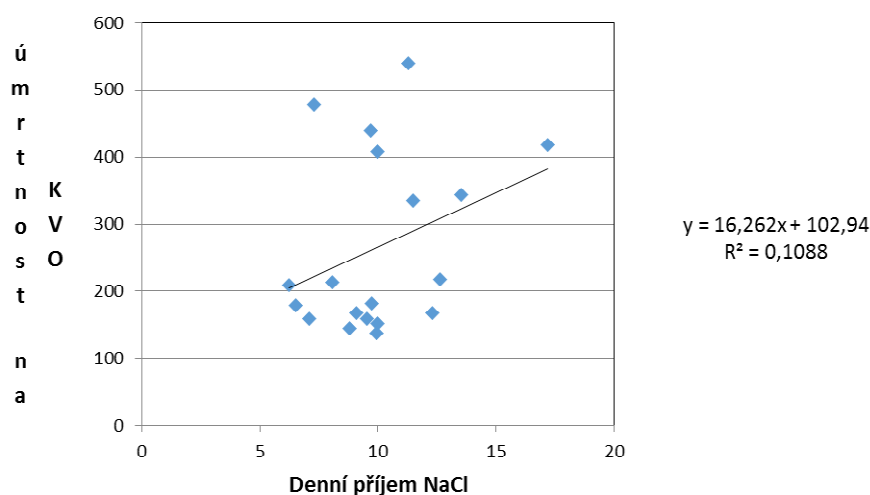
onemocnění a data nepotvrdila pozitivní vliv nižšího přívodu sodíku na kardiovaskulární onemocnění a úmrtí. Výsledky mohou být ovlivněny nedostatečným počtem případů ve sledovaných souborech. Podle Opařila (2014) nejen vysoký příjem sodíku je spojen s kardiovaskulární mortalitou, ale i nízké množství přijímaného sodíku, pohybující se pod hladinou 1,1 g /den (tj. asi 2,9 g soli), jak potvrdila studie Thomas a kol. (2011).

V následující Tab. 27 je vidět příjem soli potravou v roce 2010 a standardizovaná úmrtnost na KVO ve vybraných evropských zemích (Zdroj: Evropská komise, 2010; WHO, 2010).

Tab. 27: Standardizovaná úmrtnost na KVO a příjem soli v některých evropských zemích

Země	Standardizovaná úmrtnost na KVO v přepočtu na 100 000 obyvatel	Denní příjem soli (g)
Belgie	159,44	7,10
Česká republika	344,14	13,55
Estonsko	408,32	10,00
Finsko	213,57	8,05
Irsko	181,49	9,75
Itálie	159,79	9,55
Kypr	179,55	6,50
Lotyšsko	477,62	7,30
Lucembursko	167,25	9,10
Maďarsko	418,74	17,20
Německo	208,71	6,25
Norsko	151,82	10,00
Polsko	335,83	11,50
Portugalsko	167,41	12,30
Rumunsko	539,76	11,30
Slovenská republika	440,21	9,70
Slovinsko	218,4	12,65
Španělsko	137,58	9,95
Švýcarsko	144,92	8,80

Podle tabulky byla v roce 2010 nejvyšší denní spotřeba soli v Maďarsku (17,2 g) a v České republice (13,55 g). Nejvyšší standardizovaná úmrtnost na kardiovaskulární onemocnění byla v Rumunsku (539/100 000 obyv.), v Lotyšsku (477,62/100 000 obyv.) a ve Slovenské republice (440,21/100 000 obyv.). Nelze jednoznačně říci, že úmrtnost na KVO je spjata jen s vyšším denním příjmem soli. Tuto skutečnost potvrzuje Obr. 11, z kterého je patrné, že tyto dva parametry spolu nekorelují, protože kardiovaskulární onemocnění jsou multifaktoriální. V Belgii byla úmrtnost na KVO 159,44/100 000 obyv. při spotřebě soli 7,10 g/den a při obdobné spotřebě 7,3 g soli/den v Lotyšsku byla úmrtnost 3 x vyšší - 477,62/100 000 obyv. Na druhé straně 2 x tak vysoká úmrtnost na KVO ve Slovenské republice při spotřebě 9,7 g soli/den než ve Slovinsku, kde byla zaznamenána spotřeba soli dokonce o 3 g vyšší (12,65 g).



Obr. 11: Příjem NaCl a úmrtnost na kardiovaskulární onemocnění

Světová zdravotnická organizace (WHO) ve své zprávě z roku 2007 uvádí, že zatímco ve Velké Británii a USA přispívají k 30-50% dennímu příjmu sodíku cereálie a cereální produkty (chléb, sníadaňové cereálie, sušenky, dorty), v asijských zemích, zvláště v Japonsku, velký příjem sodíku potravou pochází z vaření (sójová omáčka).

Předpokládá se, že vysoký přívod sodíku poškozuje ledviny, a to několika způsoby. Zvyšuje se glomerulární filtrace a stimuluje syntéza prozánětlivých cytokinů, které působí fibrózu ledvin (Mallamaci a Tripepi 2014). Některé studie potvrdily pozitivní vliv redukce přívodu sodíku na proteinurii a albuminurii (He a kol. 2013, Heerspink a Ritz, 2012, McMahon a kol. 2015). Autoři další studie došli k závěru, že dlouhodobý příjem sodíku nad 8 g u hypertenzních jedinců podporuje pokles funkce ledvin (Ohta a kol. 2013).

Hypertrofie levé srdeční komory je rizikovým faktorem pro kardiovaskulární úmrtí a je nezávislý na hodnotách krevního tlaku. Na rozvoj hypertrofie může mít však vliv vyšší přívod sodíku. Rodriguez a kol. (2011) dlouhodobě sledovali mladé normotenzní jedince a došli k závěru, že u lidí s vyšším přívodem sodíku a nižším příjmem draslíku je vyšší riziko hypertrofie levé srdeční komory. K podobným závěrům došli při pokusech na zvířatech i Burnier a kol. (2007).

Zhoubný nádor žaludku je celosvětově jedním z nejčastějších nádorových onemocnění, s největším výskytem ve východní Asii. Ve většině rozvinutých zemí se během posledních padesáti let incidence a úmrtnost na toto onemocnění výrazně snížila, ve východní Asii byl pokles menší. Předpokládá se, že jedním z důvodů poklesu je změna konzervace potravin - odklon od nasolování a uzení směrem k novým technologiím a rovněž vyšší dostupnost čerstvé zeleniny a ovoce (Šubrtová a Matějová 2015). Rizikovým faktorem pro vznik nádoru žaludku je *Helicobacter pylori*. V etiologii onemocnění hraje roli i výživa, zvláště vyšší přívod soli. Sůl sama o sobě karcinogen není, ale může zvýšit citlivost organismu k jiným karcinogenům (např. nitrosaminy). Řada studií potvrdila statisticky významnou asociaci mezi konzumací soli a některých solených potravin a nádorem žaludku (D'Elia a kol. 2012, Shikata a kol. 2006). Uvádí se, že dokonce častá konzumace sójové omáčky má v Japonsku za následek velkou incidenci nádoru žaludku. Souvislost s vyšším příjmem sodíku ve stravě a vyšším rizikem rozvinutí karcinomu žaludku ukazuje studie Umesawa a

kol. (2016). V průběhu let sledovali oblibu slané stravy u asi 40 000 lidí ve věku 40-79 let bez karcinomu žaludku v anamnéze. Po 14 letech byla shledána incidence karcinomu žaludku u 787 pacientů. Ukázalo se, že mezi pacienty se silnou preferencí solených potravin byla asi o 30 % vyšší než u těch, kteří konzumovali normálně solenou stravu. Riziko karcinomu žaludku není spojeno s konzumací šunky, párků, sušených a solených ryb či nakládané zeleniny. Autoři potvrzují, že tendence k rakovině žaludku je vyšší v případě těch, kteří konzumují sójovou omáčku každý den.

Jedním z dalších onemocnění, u kterého se předpokládá souvislost s vyšším přívodem sodíku, je osteoporóza. Onemocnění je charakterizováno úbytkem kostní hmoty, porušením mikroarchitektury kostní tkáně a s tím spojenou vyšší náchylností ke zlomeninám. Postihuje především ženy po menopauze a starší osoby. Na vznik choroby mají vliv zejména genetické faktory, ale i životní styl (Šubrtová a Matějová, 2015). Bylo prokázáno, že zvýšený příjem sodíku vede ke zvýšenému vylučování vápníku močí (Park a kol. 2014; Teucher a Fairweather-Tait 2003). Přívod sodíku nad 6 g/den způsobuje zvýšení kalciurie o 25 mg u zdravých a o více než 50 mg u osob s močovými kameny (Legrand a kol. 2013). Studie na více jak 1000 jedincích ve věku 65 let a více potvrdila vztah mezi nízkou kostní denzitou a vyšším přívodem sodíku. Výsledky se opíraly o vzorky sbírané moče za 24 hodin (Woo a kol. 2009).

Astma je onemocnění dýchacích cest, pro které jsou typickými příznaky sípání, dušnost a kašel. Prevalence astmatu je v různých oblastech velmi rozdílná, přesto závěry některých studií jako možný rizikový faktor označily i nadměrný příjem sodíku. Mickleborough a Fogarty (2006) na dospělých jedincích s astmatem vystavených po dobu několika týdnů stravě s nízkým obsahem sodíku ukázal pozitivní efekt na funkci plic. Novější studie autorů Pogson a McKeever (2011) došla k závěru, že snížení přívodu sodíku nemá větší vliv na zlepšení astmatu.

Výsledky výše uvedených studií mapujících potenciální negativní vliv zvýšeného příjmu sodíku nejsou zcela jednoznačné a problematika je dále sledována v řadě výzkumných pracovišť. Nicméně, zde uvedené studie a řada dalších ukazují, že vysoký příjem sodíku může být problémem a že je nutná určitá předběžná opatrnost, která je základním mottem celé této kapitoly. Světová zdravotnická organizace odhaduje, že by se mohlo každý rok zabránit přibližně 2,5 milionům úmrtí, kdyby se snížil příjem soli na méně než 5 g/osoba/den (WHO, 2014). Protože hlavním zdrojem přijímané soli jsou zpracované potraviny a připravená jídla, je třeba pracovat na reformulaci výrobků spojenou s legislativním opatřením a nutričním značením. Některé státy se již do reformulačních opatření zapojily – Velká Británie úspěšně tento proces zahájila a následují ji Argentina, Brazílie, Kanada, Chile, Mexiko a USA. Většina z těchto zemí se zaměřila na snížení soli v balených potravinách a v chlebu, Mexiko zacílilo aktivity na prostředí škol. Velká Británie v minulých letech úspěšně snížila obsah sodíku v řadě zpracovaných potravin o 20-30 % a chce v tomto směru pokračovat a dosáhnout dalšího snížení sodíku o 10-20% (He a MacGregor 2008). Argentina již dosáhla 25 % redukce soli v chlebu. Pokrok byl zaznamenán i na středním Východě. V Kuvajtu dosáhli snížení soli v chlebu o 20 % a nyní redukuje sůl v sýrech.

7.9.1. HYPERTENZE – KLASIFIKACE, LÉČBA

Hypertenze (vysoký krevní tlak) je dědičné onemocnění částečně podmíněné obezitou a kalorickým excesem v příjmu a současně malou fyzickou aktivitou, k rozvoji hypertenze v nemalé míře přispívá i stres. Svou vysokou prevalencí v dospělé populaci ve vyspělých zemích (20-50 %) představuje vážný zdravotní problém. Spolu s kouřením, diabetem, dyslipidemií a obezitou je jedním z rizikových faktorů cévních mozkových příhod, ischemické choroby srdeční, ischemické choroby tepen dolních končetin a dalších projevů aterosklerózy. U více jak poloviny hypertoniků se prokazuje současná přítomnost dvou a více těchto kardiovaskulárních rizikových faktorů. Hypertenze hraje však svoji roli i v etiologii onemocnění ledvin. Z klinické medicíny je dlouho známo, že hypertenzní choroba vykazuje často familiární výskyt. Jako pozitivní rodinnou anamnézu hodnotíme výskyt arteriální hypertenze, mozkově cévních příhod a náhlého úmrtí na kardiovaskulární příčiny u mužů do 55 let a u žen do 65 letu přímých příbuzných.

U více než 90 % osob s hypertenzí není odhalena její příčina, proto nazýváme tuto hypertenzi primární (esenciální). Na jejím vzniku se podílí vrozená náchylnost, která se projeví při působení nepříznivých vlivů prostředí a nevhodného životního stylu. Esenciální hypertenze je multifaktoriálním onemocněním, kde výše krevního tlaku je určována komplexní interakcí tří základních mechanismů: genetických faktorů, vlivů zevního prostředí a aktivity endogenních regulačních mechanismů (Widimský a kol. 2014).

Faktory podílející se na vzniku primární (esenciální) hypertenze

1. genetické

- monogenní hypertenze u vzácných forem sekundárních hypertenzí
- polygenní typ dědičnosti u esenciální hypertenze

2. zevní prostředí

- nadměrný přívod sodíku a nedostatečný přívod draslíku a hořčíku
- zvýšený přívod kalorií, obezita – zvláště obezita typu jablka
- zvýšený přívod alkoholu, stres a socioekonomický status

3. poruchy endogenních regulačních mechanismů a metabolické odchylky

- centrální a periferní nervový systém, baro-receptory
- poruchy glukózové tolerance, inzulinorezistence, diabetes mellitus

U sekundární hypertenze je zvýšení krevního tlaku důsledkem jiného patologického stavu. Ta tvoří jen asi 10 % hypertenzní populace (Karen a kol. 2014).

Příčiny sekundární hypertenze

- Endokrinní
- Renální
- Hypertenze u syndromu spánkové apnoe

- Hypertenze vyvolaná léky a návykovými látkami – kortikosteroidy, nesteroidní antirevmatika, hormonální antikoncepce, drogy aj.
- Koarktace (vrozené zúžení) aorty
- Neurogenní příčiny

U dospělého člověka se za normální hodnoty krevního tlaku považuje TK < 130/85 mm Hg, přičemž za optimální je považován tlak 120/80 mm Hg. Za hypertenzi se označuje opakované zvýšení krevního tlaku (TK) > 140/90 mm Hg naměřeného minimálně při dvou různých návštěvách praktického lékaře. V případě izolované systolické hypertenze (TK > 140 mm Hg), kdy je současně diastolický tlak < 90 mm Hg, je třeba řešit i toto. V Tab. 28 je uvedena klasifikace krevního tlaku podle směrnic Evropské společnosti pro hypertenzi (ESH) a Evropské kardiologické společnosti (ESC) z roku 2007.

Tab. 28: Klasifikace krevního tlaku

Kategorie	Systolický tlak (mm Hg)	Diastolický tlak (mm Hg)
Optimální	<120	<80
Normální	120 - 129	80 - 84
Vysoký normální	130 - 139	85 - 89
Hypertenze 1. Stupně (mírná)	140 - 159	90 - 99
Hypertenze 2. Stupně (středně závažná)	160 - 179	100 - 109
Hypertenze 3. Stupně (závažná)	≥180	≥110
Izolovaná systolická hypertenze	≥140	<90

Obecnou zásadou je snížení krevního tlaku pacienta pod hodnoty 140/90 mm Hg. To je třeba provést neprodleně farmakologickou léčebnou monoterapií či kombinací antihypertenziv z různých skupin. Skupiny antihypertenziv se rozlišují následovně:

- a) Inhibitory ACE (angiotenzin-konvertujícího enzymu)
- b) Blokátory AT (angiotenzinových) receptorů
- c) Blokátory kalciových kanálů
- d) Diuretika
- e) Beta-blokátory

Kritériem pro výběr skupiny antihypertenziv jsou přidružená onemocnění pacienta. Jsou dostatečné důkazy pro to, že inhibitory ACE a blokátory AT receptorů mají příznivý vliv na zmenšení srdeční hypertrofie, snížení mikroalbuminurie a proteinurie a oddalují konečná stadia selhání ledvin. Pro jejich příznivý metabolický efekt jsou lékem první volby u mladších jedinců s metabolickým syndromem a rizikem diabetu. Betablokátory a některá diuretika by neměly být použity v léčbě hypertenze jedinců s vysokým metabolickým rizikem. Obě lékové skupiny mají totiž nepříznivý efekt na metabolismus lipidů a sacharidů. Betablokátory však mají nepochybný účinek na snížení výskytu koronárních příhod a koronární mortality pacientů (Málek 2009).

Farmakologická léčba hypertenze snižuje zásadně výskyt cévních mozkových příhod a srdečního selhání, v menší míře výskyt ICHS, renálního selhání a fibrilace síní (Karen a Filipovský

2014). Tato léčba prokazatelně snižuje kardiovaskulární i celkovou mortalitu. Framinghamská studie prokázala, že jedinci s hodnotami krevního tlaku na úrovni vyššího normálního (130-139/85-89 mm Hg) mají relativní riziko vzniku kardiovaskulárního onemocnění více než dvakrát vyšší než jedinci s hodnotou krevního tlaku méně než 120/80 mm Hg (Vasan a kol. 2001). Widimský (2010) uvádí, že léčba hypertenze snižuje výskyt a úmrtnost na cévní mozkové příhody o 30-40 % a snižuje morbiditu a mortalitu na ICHS o 20-25 %. Rovněž léčba hypertenze brání rozvoji srdeční hypertrofie, snižuje výskyt očních komplikací hypertenze a u diabetiků brání rozvoji nefropatie.

Pokud se nedaří dosáhnout cílových hodnot krevního tlaku farmakologicky, mluvíme o resistantní hypertenzi. Existují některé skupiny léků, které interagují s léky na snížení krevního tlaku. Jedná se o kortikoidy, nesteroidní antirevmatika, orální antikonceptiva, léky proti migréně, psychotropní látky či anabolické steroidy (Widimský 2010).

7.9.2. HYPERTENZE VE SVĚTĚ

V roce 2008 trpělo hypertenzí po celém světě přibližně 40 % dospělé populace starší 25 let (Hieda a kol. 2015). Množství lidí s hypertenzí vzrostlo od roku 1980 do roku 2008 z 600 milionů na 1 miliardu. Předpokládá se, že v roce 2025 se zvýší množství lidí s hypertenzí až na 1,56 miliardy (Kearney a kol. 2005). Většina lidí s hypertenzí žije v ekonomicky rozvinutých či rozvíjejících se zemích, převážně ve městech. Pro život ve městech je typická zvýšená konzumace tuků, olejů a živočišných potravin, kouření, alkohol a nedostatek pohybu a fyzické aktivity. Tyto návyky zvyšují tělesnou hmotnost, která je jedním z rizikových faktorů hypertenze (Angeli a kol. 2013). Na druhé straně obyvatelé venkova po celém světě aktivně zahradničí, rybaří a loví zvěř, jejich dieta je bohatá na draslík, vlákninu a omega-3 mastné kyseliny, s nízkým příjmem nasycených tuků. Jejich krevní tlak je obvykle nižší než v západní společnosti (Gurven a kol. 2012). Angeli a kol. (2013) ve své práci shrnuje data jiných autorů a konstatuje, že prevalence hypertenze v rozvojových zemích (Čína, Etiopie) je ve venkovských oblastech vždy nižší než v městských. Timpson a kol. (2009) shrnují výsledky výzkumu a uvádí, že každé zvýšení BMI o 10% je spojeno se zvýšením systolického tlaku o 3,9 mmHg. Kearney a kol. (2004) shrnují data z let 1980 až 2003 ze 173 studií týkajících se prevalence hypertenze ve 39 zemích celého světa a konstatují, že nejnižší výskyt hypertenze byl nalezen ve venkovských částech Indie (3,4 % muži, 6,8 % ženy) a nejvyšší prevalence shledána v Polsku (68,9 % muži, 72,5 % ženy). Při srovnání prevalence hypertenze bílé a černé rasy v USA byla shledána vyšší u černé rasy žen. Wolf-Maier a kol. (2003) srovnávali prevalenci hypertenze v 6 evropských zemích (Velká Británie, Finsko, Německo, Itálie, Španělsko, Švédsko) s Kanadou a USA. Bylo zjištěno, že největší prevalence v 90. letech 20. století byla v Německu, nejnižší v Kanadě. Průměrná prevalence hypertenze pro sledované evropské země byla 44,2 %, pro severoamerické země jen 27,6 %. Výskyt hypertenze ve věkové skupině 35-44 let byl v severoamerických státech jen 14 %, v Evropě již 27 %, ve věku 65-74 let ale již 53 % v Severní Americe a 78 % v Evropě. Prevalence velmi úzce korelovala s úmrtím na mrtvici a mírněji s kardiovaskulárními nemocemi. Severní Amerika a Evropa se lišila i v procentu léčených hypertoniců – severoamerické státy léčily přibližně polovinu hypertoniců, v Evropě s výjimkou Itálie se léčila jen asi ¼ nemocných s vysokým tlakem.

V souvislosti s hypertenzí je zajímavá práce Kaplana a kol. (2017) o bolivijském kmene Tsimane. Asi 16 tisíc lidí z kmene Tsimane žije v okolí řeky Maniqui v amazonském deštném pralese. Způsob jejich života lze přirovnat k civilizacím před mnoha tisíci lety. 705 členů kmene bylo v období 2014-2015 podrobena sledování zdravotního stavu. Byl hodnocen stupeň ucpávání tepen a tím riziko případného infarktu myokardu. Výzkumníci konstatovali, že lidé kmene Tsimane ani ve věku 75 let netrpěli ucpáváním tepen a cév. Tento stav přikládají stravě, která je jen ze 7 % tvořena z masa divokých zvířat a ze 7 % z ryb. Zbytek stravy tvoří rýže, kukuřice, maniok a místní varianta banánů. Tím 72 % kalorií pochází ze sacharidů a jen 14 % z bílkovin. Lidé kmene Tsimane rovněž denně nachodí spoustu kilometrů.

7.9.3. HYPERTENZE V ČESKÉ REPUBLICCE

Prevalence hypertenze v České republice ve věku 25 - 64 let je kolem 35 % s výrazným nárůstem ve vyšším věku. Ve věku 55 – 64 let má hypertenzi 72 % mužů a 65 % žen (Karen a Filipovský 2014). Zajímavá je statistika výskytu hypertenze v České republice v různých věkových skupinách (Aschermann a kol. 2004). Z Tab. 29 je zřejmé, že největší nárůst hypertoniků přichází ve věku 50 – 59 let, a to se týká především žen, neboť po menopauze u nich výrazněji narůstá hypertenze.

Tab. 29: Rozdělení hypertoniků podle věku

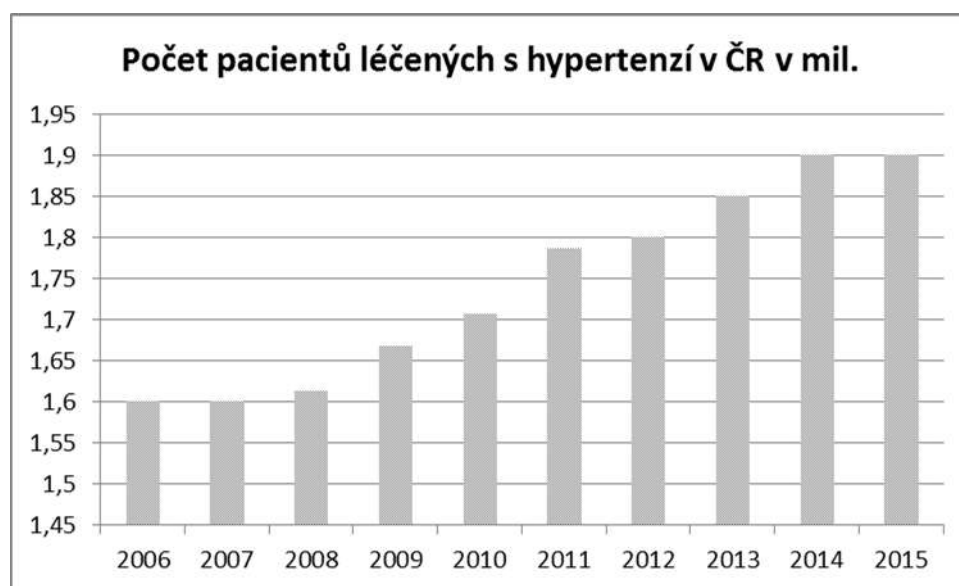
Věková skupina	% hypertoniků
18 - 29	4
30 – 39	11
40 – 49	21
50 – 59	44
60 – 69	54
70 - 79	64
Více jak 80	65

Cífková a kol. (2010) sledovala na vzorku obyvatel ve věku 25-64 let v 9 okresech České republiky v letech 2000/2001 a 2007/2008 průměrný krevní tlak včetně prevalence a kontroly hodnot. Zatímco ke změnám v průměrných hodnotách tlaku v tomto období téměř nedošlo, prevalence hypertenze byla u mužů i žen o více než 4 % vyšší a u mužů stoupl procento kontrolovaných hypertoniků téměř na dvojnásobek (Tab. 30).

Tab. 30: Výskyt vysokého tlaku na reprezentativním vzorku populace v ČR (Cífková a kol. 2010)

	2000/2001	2007/2008
Muži		
Krevní tlak systolický (mm Hg)	131,9	132,5
Krevní tlak diastolický (mm Hg)	83,7	84,4
Prevalence hypertenze (%)	45,6	50,2
Kontrola hypertenze (%)	13,1	24,4
Ženy		
Krevní tlak systolický (mm Hg)	125,9	126,7
Krevní tlak diastolický (mm Hg)	79,3	80,6
Prevalence hypertenze (%)	33,0	37,3
Kontrola hypertenze (%)	22,2	24,9

Na Obr. 12 je vidět nárůst hypertenze v populaci České republiky v posledních 10 letech.



Obr. 12: Výskyt hypertenze v ČR (Zdroj: ÚZIS)

Hodnoty z let 2013 – 2015 nejsou vzhledem k nedostatečným statistickým údajům, zcela přesné, jen přibližné. V každém případě je zřejmé, že za 10 let došlo k nárůstu léčených hypertoniků o téměř pětinu. Na jedné straně je to dobře, neboť včas podchycená a léčená hypertenze může zabránit zbytečným předčasným úmrtím na kardiovaskulární onemocnění, ale alarmující je výrazný absolutní nárůst pacientů s hypertenzí. Dle statistik z posledních let na hypertenzi a jeho komplikace v České republice každoročně umírá přibližně 3000 pacientů.

7.9.4. HYPERTENZE V DĚTSKÉM VĚKU

Krevní tlak u dětí se mění v závislosti na pohlaví a vývoji dítěte. Za zvýšení krevní tlak se považuje překročení 90. percentilu hodnoty pro příslušný věk a pohlaví s přihlédnutím k tělesné výšce naměřený nejméně při třech měřeních. Hodnotu naměřenou při třech měřeních mezi 90. a 95. percentilem označujeme jako prehypertenzi. Pokud naměřené tlaky dosahují nebo převyšují 95. percentil, mluvíme o hypertenzi 1. stupně. Za hypertenzi 2. stupně označujeme krevní tlak pohybující se v hodnotách o 5 mm Hg vyšších než 99. percentil. Prevalence primární hypertenze v dětské populaci není v České republice známá, odhaduje se na 1-3% (Šamánek a Urbanová 2006). U mladých dospělých do 30 let se předpokládá přibližná prevalence 15 %. U nejmladších věkových skupin do 10 let je velmi častá sekundární hypertenze. Sekundární hypertenze se léčí odstraněním její příčiny. Příčiny bývají renální, vaskulární, endokrinní, případně může jít o nádory. Teprve po vyloučení sekundární hypertenze lze stanovit diagnózu primární hypertenze. Příčiny primární hypertenze nejsou dosud objasněny a předpokládá se multifaktoriální etiologie s nejméně 30 % genetických vlivů. Zvýšeným rizikem hypertenze jsou ohroženy děti s nálezem onemocnění v přímém příbuzenstvu a při současné nadváze v dětském věku. Důležitým faktorem při vzniku dětské hypertenze je také nedostatečná fyzická aktivita. Na rozdíl od dospělých zatím není potvrzeno uplatnění vyššího příjmu soli nebo zvýšené citlivosti na sůl v etiologii dětské hypertenze. U dětí není třeba počítat s vyšším příjmem alkoholu či kouřením jako faktory pro vznik hypertenze. Negativní stres může působit okamžitý vzestup krevního tlaku a k rizikovým faktorům se počítá i chrápání (Šamánek, Urbanová, 2006).

Nejčastějším důsledkem hypertenze je hypertrofie levé srdeční komory. Proto je třeba i u dětí s hypertenzí pravidelné echokardiografické vyšetření. Dětem s těžkou formou hypertenze hrozí nepříznivý vývoj s encefalopatií, křečemi, srdečním selháváním, předčasnou aterosklerózou a koronárním postižením.

Léčba dětských hypertoniků začíná nefarmakologicky úpravou nadváhy a jídelníčku a zvýšením tělesné aktivity. V jídelníčku dítěte je třeba:

- snížit spotřebu tuků, hlavně živočišných a zvýšit příjem mono- a polynenasycených mastných kyselin
- snížit spotřebu jednoduchých cukrů, čokolády, cukrovinek, pití slazených nápojů
- z mas dát přednost kuřecímu, krůtímu, zvěřině, králičímu před tučnějším vepřovým, zvýšit konzumaci ryb
- zvýšit konzumaci ovoce a zeleniny
- snažit se omezit příjem soli (nejíst konzervované, instantní potraviny, kečup, sójovou omáčku, slané sýry, slané pochutiny).

Feber a Maheen (2010) uvádí, že už v dětském věku se může projevit vliv nízkého příjmu soli na snížení systolického a diastolického tlaku v porovnání s dětmi, které konzumují nadbytek soli. He a MacGregor (2006) potvrzují, že redukce příjmu soli v dětském a dospívajícím věku pomáhá ke snížení jejich systolického krevního tlaku o 1,17 mm Hg a diastolického tlaku o 1,29 mm Hg.

Tab. 31: Doporučený příjem sodíku v kojeneckém a dětském věku (Appel a kol. 2005)

Věk	Příjem Na g/den
0 – 6 měsíců	0,12
7 – 12 měsíců	0,37
1 – 3 roky	1,0
4 – 8 let	1,2
9 – 18 let	1,5

V Tab. 31 Appel a kol. (2005) uvádí doporučený celkový příjem sodíku v kojeneckém a dětském věku. Konstatuje, že příjem sodíku je ve věku 7 – 12 měsíců obvykle překročen o 80 %, ve věku 12 – 18 měsíců o 95 % a do 3 let věku již o 100 %. Tlaskal a kol. (2009) ve své práci uvádí pro věk 3 -6 let zjištěný příjem soli až 4 x vyšší než doporučený a pro věk ZŠ až 6 x vyšší.

7.9.5. HYPERTENZE VE STÁŘÍ

Hypertenze ve stáří má určité odlišnosti. Starší hypertonici mají více přidružených onemocnění (cukrovka, hypertrofie levé komory srdeční, ischemická choroba srdeční) či rizikových faktorů (nesteroidní antirevmatika negativně ovlivňují antihypertenziva) - Řiháček a kol. (2006), a proto musí být léčba volena s ohledem na tyto nemoci. Krevní tlak ve vyšším věku jeví tendenci ke kolísání, častější je výskyt izolované systolické hypertenze (Zajíc 2012). Charakteristickým rysem hypertenze ve vyšším věku je rovněž velký rozdíl mezi systolickým a diastolickým tlakem. Dlouho byla nejasná otázka, zda u nemocných s hypertenzí zjištěnou ve věku nad 80 let zahájit léčbu. Tímto se zabývala studie HYVET (Hypertension in the Very Elderly Trial) – Beckett a kol. (2008). Ukázalo se, že v aktivně léčené skupině byla o 21 % nižší mortalita, o 39 % nižší výskyt fatálních cévních mozkových příhod a o 64 % nižší výskyt srdečního selhání než v neléčené skupině seniorů. Díky této studii se doporučuje antihypertenzní léčba i pro pacienty nad 80 let.

Výskyt hypertenze v ČR ve věku nad 65 let je vysoký a lze ho odhadnout z dat v USA. Ve věku 65-74 let je to 60 %, nad 75 roků již 70 %. Některé studie prokázaly až o 34 % nižší riziko centrální mozkové příhody a o 19 % nižší riziko rozvinutí ischemické choroby srdeční při léčené hypertenzi. Charakteristickým rysem hypertenze starších osob je snížení elasticity a poddajnosti velkých tepen, která vede ke zvýšení systolického a pulzního TK a ke snížení diastolického TK. Jedním z důvodů většího nárůstu hypertenze ve vyšším věku může být snížené vnímání slané chuti, a proto v důsledku přisolování jídel se riziko vzestupu krevního tlaku u této věkové kategorie dále zvyšuje. Villela a kol. (2014) se ve své studii zaměřili právě na seniory ve věku 60-80 let. Sledovaní dobrovolníci byli podle výše svého krevního tlaku zařazeni do skupiny normotenzní a hypertenzní. Obě skupiny ochutnávaly vzorky bílého chleba s různou koncentrací soli (v rozmezí 1,5-2,7 %). Senioři s vyšším krevním tlakem upřednostňovali chléb vyšší slanosti. Po 14 dnech byl oběma skupinám předložen chléb se stejnou koncentrací soli, ale současně se zapečeným oreganem. V tomto případě obě skupiny dobrovolníků preferovaly vzorky chleba s nižším obsahem soli.

Výsledek studie dokazuje, že je možné zařazením vhodných druhů koření do jídelníčku nefarmakologicky ovlivnit snížení příjmu soli a tím rizika vysokého krevního tlaku.

Dietní doporučení pro dospělé hypertoniky

Omezení soli v léčbě hypertenze je historicky nejvýznamnější dietou, dnes je však důležité i využití dalších diet. U obézních diabetiků je to dieta redukční, v poslední době se však ukazuje významným zvýšení příjmu ovoce a zeleniny, doporučuje se příjem 0,5–1 kg ovoce, zeleniny denně. Takové pravidlo se snadno pamatuje a je pro většinu pacientů reálné. Pacienti by měli přijímat čerstvé ovoce a zeleninu. Konzervované potraviny nejsou vhodné. Efekt této diety může být dán i kombinací účinku omezení soli a redukce energetického příjmu. V dietní léčbě hypertenze se snižuje množství sodíku ve stravě. Sledujeme také množství draslíku v séru a podle výsledků zvyšujeme příjem draslíku až na 7 g za den. Draslík je nutno sledovat u pacientů léčených diuretiky, protože zde může docházet k poklesu hodnot – hypokalemii, což je pak třeba kompenzovat jeho zvýšeným přísunem. U pacientů s porušenou funkcí ledvin (renální insuficiencí) se mohou naopak hodnoty draslíku v séru nebezpečně zvyšovat a způsobit hyperkalemii. Redukce hmotnosti pacienta významně přispívá ke snížení krevního tlaku. Vhodné je snížení množství tuků ve stravě podle příslušné redukční diety a také náhrada živočišných tuků rostlinnými oleji.

Přísná neslaná, šetřící dieta (dieta č. 10) je v klinické praxi indikována při dekompenzovaných srdečních a cévních chorobách, kde dochází k zadržování tekutin v těle a otokům, dále při nefrotickém syndromu, při maligní hypertenzi a v těhotenství, pokud dochází k otokům. Při této dietě příjem sodíku nesmí přesáhnout 350 mg na den. Dochází také ke změnám jiných složek – zejména bílkovin, tekutin případně draslíku. Pokrmy se připravují bez soli (nepoužívá se volná sůl), případně může lékař povolit částečné solení; v tom případě lékař indikuje odvážené množství soli. Zařazují se potraviny chudé na sodík a bohaté na draslík. Sestava jídelních lístků nesní snadná, s ohledem na chutnost jídla i bez soli. Proto se neslaná chuť zastírá ochucováním zeleninou, bylinkami, volí se chuť sladkokyselá. Ze zeleniny se využívá např. mrkev, petržel, celer, rajčatový protlak, houby, cibule, česnek. Z bylinek se využívají zelené natě – nat z petržele a celeru, pažitka, libeček, bazalka, saturejka, bobkový list, majoránka a kopr.

Ze stravy se vylučují potraviny, při jejichž výrobě a zpracování se používá kuchyňská sůl: uzeniny, konzervy, konzervy rybiček, sardelová pasta, očka, sterilovaná zelenina ve slaném nálevu, veškeré slané pečivo, solené oříšky, slané sýry (tvrdé, plísňové, tavené), hořčice, solené tuky, minerální vody s vysokým obsahem sodíku a samozřejmě solené pochutiny, jako chipsy, slané tyčinky, apod. Ze sýrů je možno využívat nesolené nebo málo slané – lučina, žervé. Strava má šetřící charakter, a proto nepoužíváme ostré koření – kari, chilli, papriku, pepř atd. Zabraňujeme přepalování tuků. Nezařazujeme polévky, protože neslané nejsou chutné a při zadržování tekutin v těle a tvorbě otoků se doporučuje omezení tekutin (Keller a kol. 1993).

Uvádí se, že 60–70 % přijaté soli pochází z továrně zpracovaného jídla a jen asi 20 % soli přijímáme z jídla, které si připravíme doma. Snadným opatřením je jíst pouze potraviny čerstvé či zpracované doma, např. nejíst továrně připravené masné výrobky (paštiky, uzeniny apod.). Na zlepšení krevního tlaku se podle studií může podílet i mírný vzestup příjmu draslíku, např. z 3 g na 3,5 g za den; toho lze snadno docílit právě dietou založenou na příjmu ovoce a zeleniny. Relativně

vyšší obsah draslíku má zelenina (hlavně sušená), rajčatový protlak, kečup, houby, luštěniny, z ovoce avokádo a sušené ovoce, citrusové plody, banány, meruňky, citronová šťáva, dále sladkosti s čokoládou, kakaem, všechny ořechy, celozrnné výrobky, rýže a droždí.

Velmi důležitým opatřením v léčbě hypertenze je omezení alkoholu. Alkohol zvyšuje tlak již při příjmu 1–2 jednotky alkoholu denně (dvě piva, dvě sklenky vína či destilátu). Silní pijáci mají vysoký tlak prakticky všichni (viz následující Tab. 32).

Tab. 32: Nefarmakologická léčba hypertenze (Widimský 2010)

Doporučení		Průměrný pokles systolického TK
Zanechání kouření	Přerušení kouření významně sníží kardiovaskulární riziko	
Snížení tělesné hmotnosti s následnou stabilizací hmotnosti u osob a nadváhou a obezitou	Dosažení BMI 18,5 – 24,9	6,6 mm Hg na pokles hmotnosti o každých 10 kg
Dostatečná fyzická aktivita (30-45 min. 3-4x týdně)	Aerobní fyzická aktivita, rychlá chůze 30 min. denně, většinu dnů v týdnu	4 – 5 mm Hg
Omezení příjmu soli pod 5-6 g denně	NaCl 5-6 g/24 hod.	4 – 6 mm Hg
Snížení nadměrné konzumace alkoholu	Restrikce příjmu alkoholu na 20 - 30 g denně u mužů a na 10 - 20 g denně u žen	2 – 4 mm Hg
Zvýšení spotřeby ovoce a zeleniny a snížení příjmu tuků, zejména nasycených	Dieta bohatá na ovoce a zeleninu, mléčné výrobky s nízkým obsahem tuku a redukci nasycených mastných kyselin a celkových tuků	2 – 3 mm Hg

Pro diety s omezeným přívodem soli nacházejí uplatnění i náhražky kuchyňské soli. Je možné používat ve větším množství koření či zelené natě (petrželka, pažitka, celerová nať, kopr, bazalka, saturejka, libeček, tymián, oregano) nebo přímo náhražky soli, ve kterých je Na⁺ nahrazen jinými ionty, většinou K⁺. Směsi sloužící jako náhrada kuchyňské soli bývají složité a obvykle patentovány. Náhražka soli českého původu s názvem Salnatrex vyráběná v minulosti obsahovala 60 % chloridu draselného, 10 % mravenčanu vápenatého, 10 % chloridu amonného, 10 % citranu draselného, 3 % mravenčanu hořečnatého a 7 % glutamové kyseliny (Velíšek 1999). Tato náhrada kuchyňské soli se však již delší dobu nevyrábí. V současnosti je na trhu draselná sůl Mary a sůl Salka.

MARY solící směs je vyrobena smícháním jedlé soli vakuové (max. 58 %), chloridu draselného (min. 38 %), cukru a protispékové látky. Výrobek je obohacen o jod. Díky vyváženému složení nabízí chuť srovnatelnou s běžně používanou solí. Solící směs Mary vyrábí Solné mlýny Olomouc.

Sůl Salka je vyvážená směs minerálních látek, jejíž předností je příznivý poměr dvou životně důležitých prvků – sodíku a draslíku. Díky sníženému obsahu chloridu sodného a obohacení

draslíkem je určena k použití při solení pokrmů pro osoby, které potřebují snížit příjem chloridu sodného nebo zvýšit příjem draslíku, zvláště v případě vysokého krevního tlaku, onemocnění srdce a cév, u diabetiků apod. Obsah jódu podporuje správnou činnost štítné žlázy. Vyrábí Natura a.s. Obsahuje 60 % NaCl, 40 % KCl a KIO₃.

Prakticky lze snadno realizovat tato omezení soli:

- vyloučení volné soli, nepřisolovat;
- vyloučení průmyslově vyráběných slaných potravin;
- vyloučení potravin s vysokou dávkou sodíku (vybrané minerálky apod.);
- náhrada slané chuti např. bylinami, houbami, kořením apod.

Při doporučení pro snížení příjmu kuchyňské soli se nabízí otázka, zda při příjmu asi 6 g soli denně bude pokryto doporučené množství jódu ve stravě. Delange a Bürgi (1989) sledovali obsah jódu v kuchyňské soli a prevalenci onemocnění z nedostatečného příjmu jódu v jednotlivých evropských zemích na konci 90. let 20. století. Z jejich práce vyplývá, že v tehdejší Československu se pro obohacení soli jódem užíval KI v množství 19 mg/kg soli a prevalence onemocnění se pohybovala mezi 11-54 % populace. I v ostatních evropských zemích se tehdy užíval KI a obsah jódu v soli byl nedostatečný (5-25 mg/kg soli). Výjimku tvořilo Nizozemí, Španělsko a Švédsko s obsahem jódu v množství 50-60 mg/kg soli a v těchto zemích se uváděla mnohem menší prevalence onemocnění strumou než v jiných evropských zemích. V dnešní době je situace již jiná. Pro obohacení soli jódem se užívá KIO₃, který je jako sloučenina stálejší než KI. Kuchyňská sůl s jódem vyráběná v České republice v současnosti obsahuje 20 – 34 mg jódu/kg soli. V 1 g kuchyňské soli by tak mělo být 20 - 34 µg jódu. To znamená, že při doporučeném příjmu 6 g soli denně bychom přijímali 120 – 204 µg jódu denně, to je dostatečné množství.

7.9.6. SOUHRN DIETNÍCH OPATŘENÍ V LÉČBĚ HYPERTENZE

V souhrnu lze tedy konstatovat, že pacient s hypertenzí by měl především jíst hodně ovoce a zeleniny (až 1 kg denně), pravidelně konzumovat ryby a vyhnout se průmyslově vyráběným potravinám (konzervy, uzeniny, fast food). Neměl by solit, výrazně omezit pití alkoholu, nekouřit a v případě obezity by měl redukovat 5–10 % hmotnosti. Měl by také pravidelně jíst mléčné výrobky nebo užívat doplňky stravy s kalciumem a denně cvičit nebo mít jinou pravidelnou pohybovou aktivitu, např. chůzi.

Tab. 33: Výběr potravin pro neslanou dietu (Svačina a kol. 2008)

	Potraviny vhodné	Potraviny nevhodné
Maso	Libové vepřové, hovězí, kuře, krůta, králík, jehněčí, ryby sladkovodní a mořské	Slanečci, solená a nakládaná masa, uzené maso, kaviár, vnitřnosti, smažená masa
Uzeniny	Žádné	všechny druhy – šunka, salámy, párky, paštiky
Tuky	Omezeně olej, rostlinné tuky, máslo	Sádlo, slanina, solené margariny, pomazánkové máslo, šlehačka
Mléčné výrobky	Mléko, kefír, acidofilní mléko, jogurty, tvaroh, 12% smetana	Všechny druhy sýrů (jsou slané)
Vejce	Do pokrmů, občas naměkko	Smažená vejce, vaječné pomazánky s majonézou
Ovoce, ořechy	Nenadýmavé druhy bez tvrdých slupek – jablka, citrusové plody (pomeranče, mandarinky, grepy), kiwi, broskve, meruňky, jahody, sušené ovoce, kompoty, ovocné přesnídávky, ovocné šťávy	Hrušky, meloun, ořechy při jaterní nedostatečnosti, slané oříšky
Zelenina	Mrkev, celer, petržel, rajčata, špenát bez česneku, hlávkový salát, zelené fazolky, mladá kedlubna, zapečená cuketa, salát z čínského zelí, kadeřábek, vařená brokolice v menším množství, vařená červená řepa	Nadýmavé druhy – zelí, kapusta, papriky, okurky, květák, sterilovaná zelenina, zelenina ve slaném nálevu, houby
Polévky	Nepodávají se, neslané nejsou dobré	Slané polévky, polévky z pytlíku
Příkrmy	Brambory se zelenými natěmi (petrželkou, pažitkou, celerovou natí, bazalkou, saturejkou, s kmínem) bramborová kaše, pečené brambory, rýže, těstoviny, knedlíky houskové nekynuté, bramborové knedlíky	Smažené brambory, bramborový salát s majonézou, solené příkrmy, luštěniny (čočka, hrách, fazole)
Moučníky a sladká jídla, slané pochutiny	Piškotové bublaniny a bábovky, netučné křehké řezy s tvarohem, jablkový závin bez ořechů, ovocné knedlíky z tvarohového nebo bramborového těsta s tvarohem nebo perníkem, ovocné nákypy (žemlovka, rýžový, jahelník, z pohanky), pudink	Smažené (koblihy, palačinky), makové, ořechové zákusky, dorty s máslovými krémy, smetanová zmrzlina, slané sušenky, chipsy
Nápoje	Čaj (černý, zelený, ovocný, bylinkové), mléko, mléčné ovocné koktejly, ovocné mošty, voda	Alkoholické nápoje všeho druhu, zrnková káva, minerální vody

	Potraviny vhodné	Potraviny nevhodné
Koření	Pouze nedráždivé druhy – zelené natě, (pažitka, kopr, saturejka, bazalka, petrželka aj.), kmín, rajčatový protlak, celer, kořenová zelenina, vývar ze sušených hub, citronová šťáva, chemicky neošetřená kůra, Trochu cibule do vývaru, křen	Dráždivé druhy – pepř, kari, chilli, paprika, syrová cibule, česnek, osmažená cibule, solené kořenící směsi, masox, hořčice, polévkové koření, sójová omáčka

Na českém trhu se objevují některé pekařské výrobky se sníženým obsahem soli. Jedná se např. o chléb Kardík z pekárny Lično v Kostelci nad Orlicí, u kterého je část přidaného NaCl nahrazena KCl, a proto v něm byl zjištěn obsah soli jen 0,6 g/100 g výrobku

7.9.7. DIETA PODPORUJÍCÍ SNIŽOVÁNÍ KREVNIHO TLAKU

Hypertenze je jeden z rizikových faktorů aterosklerózy, který může vést ke kardiovaskulárním chorobám, mrtvici a selhání ledvin. Odhaduje se, že redukce tlaku o 5 mm Hg průměrně redukuje úmrtnost na mozkovou mrtvici o 14 %, koronární arteriální onemocnění o 9 % a totální úmrtnost klesá o 7 % (Whelton a kol. 2002). Z toho důvodu je hypertenze jedním z největších rizikových faktorů kardiovaskulárních onemocnění a mrtvice. Ukazuje se, že konzumace některých potravin může redukovat krevní tlak. Redukce tlaku probíhá na základě různých mechanismů, jako inhibice renin-angiotensin-aldosteron systému (RAAS), antioxidačního efektu, diuretického efektu nebo jiného efektu, některé potraviny mají mechanismus účinku kombinovaný.

Zelený čaj je nápoj, který je důležitý pro udržení zdraví. Lidé ve východní Asii, v Japonsku a Číně, pijí čaj od nepaměti. Některé experimenty ukazují, že pravidelné pití zeleného a černého čaje může napomoci proti hypertenzi v populaci (Khan a Mukhtar 2013). Některé klinické studie prokázaly, že pravidelné pití zeleného čaje po dobu několika týdnů snižuje u obézních hypertensních pacientů systolický i diastolický krevní tlak (Brown a kol. 2009; Mozaffari-Khosravi a kol. 2013). Čaj je bohatý zdroj flavanolů a flavonolu. Hartley a kol. (2013) ve své práci shrnuje výsledky 11 studií na téměř 900 lidech, kteří pili zelený a černý čaj a bylo statisticky prokázáno, že u nich dochází k redukci systolického i diastolického tlaku o 1-2 mm Hg u černého a o 3 mm Hg při pití zeleného čaje. Jiní autoři zjistili, že pravidelné pití černého čaje v množství alespoň 3 šálky za den jednoznačně snižuje systolický i diastolický tlak (Hodgson a kol. 2012, Bogdanski a kol. 2012), což ještě potvrzuje Greyling a kol. (2014) v práci shrnující 11 studií zaměřených na efekt pití čaje na zdraví.

Steviosid je přírodní sladidlo obsažené ve Stévii užívané hlavně v Japonsku a jižní Americe. Hypotenzní efekt steviosidu je působen inhibicí kalciového kanálu. Jeho antihypertenzní efekt byl prokázán ve studiích s dobrovolníky užívajícími steviosid 3 x denně po dobu jednoho až dvou let, u kterých se prokazatelně snížil systolický i diastolický tlak (Chan a kol. 2000, Hsieh a kol. 2003). Výsledky ukazují, že steviosid, obsažený v potravinách, je jako antihypertenzivum neúčinný, je třeba ho brát jako supplement.

Ocet může rovněž sloužit jako antihypertenzivum. U obézních dobrovolníků, kteří pili nápoj obsahující 15 % jablečného octa po dobu 12 týdnů, byl naměřen jednoznačně nižší systolický tlak (Kondo a kol. 2009).

Sezamin je druh lignanu obsažený v malém množství v sezamu. Sezamin může snižovat krevní tlak působením na tvorbu oxidu dusíku a inhibovat produkci látky, která zužuje krevní cévy. Již dříve bylo prokázáno, že sezamin má příznivé účinky na snižování hladiny lipidů, antioxidační účinky a imunoregulační účinky. V jedné studii na lidských hypertensních dobrovolnících se prokázalo, že užívání 60 mg sezaminu denně po dobu 4 týdnů prokazatelně snižuje systolický i diastolický tlak (Miyawaki a kol. 2009). Podle recentní studie, ve které byl studován inhibiční vliv sezaminu na Warfarin, se prokázalo, že bude v tomto směru třeba provést ještě další výzkumy, neboť lék prokazatelně interaguje se sezaminem (Pilipenko N. a kol. 2016).

Výsledky epidemiologické studie ze 70. let 20. století jednoznačně prokazují, že Řekové a Kanadčané, konzumující velké množství ryb, trpí méně na koronární arteriální onemocnění než Dánové, kteří konzumují hlavně maso. Je to způsobeno tím, že suplementace rybím olejem v dávce 3 g/den prokazatelně snižuje krevní tlak u hypertoniků (Russo a kol. 1995, Appel a kol. 1993). Komponenty mající antihypertenzní efekt jsou EPA a DHA mastné kyseliny hojné v rybách. Bylo to ověřeno při pokusu na lidech s hyperlipidemií, kteří po dobu 3 měsíců užívali 1800 mg EPA denně a jejich systolický i diastolický tlak se snížil (Iketani a kol. 2013).

Česnek obsahuje velké množství organosírných sloučenin, mezi kterými je nejdůležitější alliin. Antihypertenzní efekt česneku byl uveden v řadě studií na myších a předpokládá se, že je způsoben ACE inhibičním efektem (Sharifi a kol. 2003). V jedné studii byli pacienti s nekontrolovanou systolickou hypertenzí podrobeni působení česnekového extraktu s různým obsahem S-allylcysteinu (0,6-2,4 mg) a bylo zjištěno, že ve skupině s jeho vyšším obsahem v extraktu došlo u pacientů k poklesu systolického tlaku (Ried a kol. 2013).

Cibule je zeleninou používanou v různých jídlech s výbornou stabilitou při skladování. Je bohatá na fenolické sloučeniny, především na kvercetin s antioxidačním efektem. Ukazuje se, že kvercetin má rovněž antihypertenzní efekt v důsledku inhibice ACE aktivity a kalciového kanálu (Naseri a kol. 2008). Některé studie na pacientech s hypertenzí tento hypotenzní efekt kvercetinu prokázaly (Edwards a kol. 2007, Egert a kol. 2009).

Bílkovinné hydrolyzáty hrachu vykazují vysokou hladinu inhibice ACE a renin aktivity a tím působí jako hypotensivum (Li a Aluko 2010). V klinické studii pacienti se systolickým tlakem v rozmezí 125-170 mmHg brali 3 g hydrolyzáatů hrachu denně a došlo k redukci jejich krevního tlaku o 5-6 mmHg v průběhu 2-3 týdnů (Li a kol. 2011). Protože je proces získání čistých bílkovin z hrachu velmi náročný, bude třeba ještě provést další výzkumy, než bude vyvinut supplement s bílkovinnými hydrolyzáty hrachu.

Draselné soli přítomné v zelenině, luštěninách a ovoci mohou přispět k redukci krevního tlaku (Hornstra a kol. 1998).

Recentní studie Medina-Remón a kol. (2015) dokazuje, že středomořská dieta obohacená o extra panenský olivový olej a ořechy má vliv na snížení krevního tlaku. Polyfenoly olivového oleje jsou spojeny s pozitivním dopadem na krevní tlak a hladinu krevních lipidů. Moreno-Luna a kol. (2012) zjistili u skupiny 24 mladých prehypertenzních žen, konzumujících po dobu 2 měsíců na

polyfenoly bohatý olivový olej, nižší krevní tlak. Na druhé straně u obézních mužů středního věku po tříměsíční dietě obohacené o polyfenoly z listů oliv nebyly shledány změny v krevním tlaku (De Bock a kol. 2013).

Fenolické sloučeniny grepu a červeného vína byly ve většině případů shledány pro ovlivnění krevního tlaku a lipidů nevýznamnými (Botden a kol. 2012, Tomé-Carneiro a kol. 2013, Siasos a kol. 2014). Výjimku tvoří studie Chiva-Blanch a kol. (2012) a Chiva-Blanch a kol. (2013), kteří popisují snížení systolického i diastolického tlaku a zvýšení HDL cholesterolu u pacientů po 28 dnech pití bezalkoholového červeného vína.

Několik studií popisuje snížení systolického i diastolického krevního tlaku u jedinců při konzumaci fenolických látek obsažených v kakau (Desch a kol. 2010, Grassi a kol. 2008, Davison a kol. 2008). V klinické studii (Almoosawi a kol. 2012) konzumovali obézní ženy po dobu čtyř týdnů 20 g tmavé čokolády denně a prokázalo se u nich snížení krevního tlaku. Petrone a kol. (2013) shrnul výsledky 23 studií zabývajících se konzumací tmavé čokolády a kakaových produktů a jejich vlivu na krevní tlak a našel jejich benefiční efekt na hodnoty krevního tlaku.

Fenolické látky drobného, většinou lesního ovoce, v angličtině uváděného pod názvem „berries“, mají rovněž vliv na snížení krevního tlaku. Potvrzuje to několik recentních studií na zdravých jedincích i dobrovolnících s projevy metabolického syndromu. Hasselund a kol. (2013) shledal po měsíci podávání vyšších dávek antokyanů u prehypertenzních pacientů snížení krevního tlaku. Po osmi týdnech podávání borůvek našli Basu, Du a kol. (2010) nižší krevní tlak a u jedinců s projevy metabolického syndromu. V jiné své práci Basu, Fu a kol. (2010) podávali obézním jedincům jahody a pozorovali snížení LDL cholesterolu v krvi, nikoli snížení krevního tlaku, glykémie či triglyceridů. Trpké plody Arónie – černý jeřáb (*Aronia melanocarpa*) snižují systolický a diastolický krevní tlak, jak dokázali Broncel a kol. (2010) u obézních jedinců po 2 měsících konzumace.

Citrusové ovoce má díky flavanonům v něm obsažených rovněž podpurný efekt při snižování krevního tlaku. Prokázala to studie Moranda a kol. (2011) na obézních jedincích, kterým byl po dobu 4 týdnů podáván pomerančový džus a následně byl u nich shledán nižší diastolický tlak.

V sóje se nachází isoflavony genistein a daidzein a jsou schopny vazby na estrogení receptory v organismu. U žen s metabolickým syndromem na dietě s velkým množstvím sóje Acharjee a kol. (2015) našel snížení diastolického krevního tlaku a triglyceridů v krvi. U žen po menopauze po jednom roce užívání genisteinu byl prokázán snížený krevní tlak (Squadrito a kol. 2013).

Hlavní zástupce fenolických látek v naší dietě je kyselina chlorogenová obsažená v kávě. Všeobecně se uvádí, že s její konzumací stoupá krevní tlak. Mubarak a kol. (2012) ve své práci dokazuje, že u zdravých jedinců při pití 2 šálků kávy denně dochází k redukci systolického i diastolického tlaku.

Probiotika jsou definována jako živé mikroorganismy, které zlepšují zdraví hostitele a udržují mikrobiální rovnováhu v trávicím traktu (Fuller 1989). Zdravotní benefity probiotik, uvedené v některých studiích, zahrnují redukci krevního tlaku (Yeo a Liang 2010). Nejvíce užívané probiotické kmeny jsou rodu *Lactobacillus* a *Bifidobacterium* (Sanders a kol. 2013). Redukce váhy,

systolického krevního tlaku a hladiny LDL-cholesterolu v krvi byla nalezena u pacientů na dietě s obsahem *Enterococcus faecium* a dvěma kmeny *Streptococcus thermophilus* (Agerholm-Larsen a kol. 2000). U probiotických kmenů byl potvrzen antihypertenzní efekt. Ong a Shah (2008) našli u sýru čedar vyšší ACE inhibiční aktivitu po půl roce zrání za přítomnosti *L. casei* a *L. acidophilus* než při nepřítomnosti mikroorganismů. Z toho lze soudit, že mléčné výrobky s probiotiky poskytují přírodní prostředky pro kontrolu hypertenze. Několik výzkumných týmů podrobilo hypertenzní pacienty pití fermentovaného mléka po dobu několika týdnů a zjišťovali změny v jejich systolickém a diastolickém tlaku (Seppo a kol. 2003, Agerholm-Larsen a kol. 2000, Aihara a kol. 2005, Mizushima a kol. 2004, Hata a kol. 1996). U systolického tlaku došlo k poklesu o 4-14 mm Hg, u diastolického o 3-11 mm Hg. Z probiotických kmenů byly použity *Lactobacillus helveticus*, *L. acidophilus*, *Streptococcus thermophilus* nebo *Saccharomyces cerevisiae*. Mahboobi a kol. (2014) našli u dobrovolníků konzumujících po dobu 8 týdnů synbiotikum se směsí probiotik a fruktooligosacharidů pozitivní efekt na systolický krevní tlak, ale hladiny krevních lipidů se nezměnily. Přestože bylo zjištěno mnoho zdravotních benefitů v souvislosti s konzumací synbiotik, doposud nebylo stanoveno efektivní množství potřebné pro redukci krevního tlaku a hladiny cholesterolu.

Přiměřený příjem vitamínu C (méně než 3000 mg/den) redukuje krevní tlak a glykémii, které jsou rizikovými faktory pro rozvoj metabolického syndromu (Gregório a kol. 2016).

Senna (*Cassia tora*) je luštěnina vyskytující se v jihovýchodní Asii a Jihozápadním Pacifiku. Konzumují se mladé listy rostliny jako vařená zelenina a pražená semena na čaj. Semena jsou v čínské medicíně používána pro snížení krevního tlaku a cholesterolu i jako diuretikum. Bylo zjištěno, že extrakt ze semen podporuje sekreci insulinu (Kazeem, Davies (2016).

Skořice čínská (*Cinnamomum cassia*) je užívaná po celém světě jako koření a při zavařování. V čínské medicíně se užívá při léčení zánětu horních cest dýchacích, zlepšení trávení, snížení krevního tlaku a cholesterolu, ale i při cukrovce. Pozitivní účinky na organismus mají přítomné látky jako je cinnamaldehyd a kyselina skořicová (Kazeem a Davies 2016). Ziegenfuss a kol. (2006) pozorovali u prediabetických mužů a žen s metabolickým syndromem při konzumaci extraktu skořice snížení krevního tlaku.

Polynenasycené mastné kyseliny (polyunsaturated fatty acids, PUFA) patří k základním stavebním kamenům buněčných membrán. Bez jejich přítomnosti by buňka nemohla přijímat živiny a vylučovat metabolické produkty.

Esenciální mastné kyseliny jsou PUFA s dlouhým řetězcem s první dvojnou vazbou v poloze *cis* označované jako 18:3 n -3 a 18:2 n -6. Tyto mastné kyseliny jsou životně důležité pro živé organismy, které je neumí syntetizovat, a proto musí být dodávány potravou (Russo 2009). Představitelem n -6 PUFA kyselin, která je při západním způsobu stravování přijímána potravou v bohatém množství, je linolová kyselina a je prekursorem kyseliny arachidonové. Naopak kyselina α -linolenová (n -3), která se nachází v některých rostlinných olejích, zvláště ve lněném oleji, je prekursorem eikosapentaenové a dokosahexaenové kyseliny. Posledně jmenované mastné kyseliny (EPA, DHA) se v dostatečném množství nacházejí v tučnějších rybách např. v lososu, tuňáku, makrele, ančovičkách a sardinkách (Saldeen P. a Saldeen T. 2006). Na druhé straně

některé rostlinné oleje (slunečnicový, kukuřičný, sójový) obsahují 50 % i více *n*-6 PUFA (Russo 2009).

Esenciální mastné kyseliny jsou potřebné pro vznik řady biologicky aktivních látek (eikosanoidů), nutných pro srážení krve, vazodilataci, regulaci krevního tlaku nebo při zánětlivých a imunologických reakcích organismu (Brát 2015). Eikosanoidy odvozené od *n*-6 PUFA jsou spojovány s prozánětlivými účinky v organismu, zatímco metabolity *n*-3 PUFA mají protizánětlivý účinek. (Lorente-Cebrián a kol. 2013). Tato pozorování, která vycházejí z pokusů na zvířatech, vedou často k závěrům o nežádoucích účincích *n*-6 PUFA a nutnosti konzumovat *n*-3 a *n*-6 PUFA v určitém poměru (1:1 až 1:5). Hypotéza vychází ze skutečnosti, že se při elongaci a desaturaci PUFA uplatňuje stejný enzym pro *n*-3 i *n*-6 MK. V důsledku toho by při nadbytku kyseliny linolové ve stravě mohla být upřednostňována přeměna na kyselinu arachidonovou a potlačena konverze kyseliny α -linolenové na málo účinnou kyselinu eikosapentaenovou. Ukazuje se však, že koncentrace kyseliny arachidonové v krevní plazmě zůstává beze změny i při zvýšeném příjmu kyseliny linolové (Rett a Whelan 2011). Novější doporučení již nestanovují poměr pro *n*-6 a *n*-3 kyseliny. Poměr *n*-6 a *n*-3 nefunguje na úrovni jednotlivých produktů, ale v rámci celkového příjmu stravou. Vysoké hodnoty poměru *n*-6 a *n*-3 nezpůsobuje nadměrná konzumace *n*-6 kyselin, ale nízká spotřeba *n*-3 MK (Brát 2015). Vysoký poměr těchto kyselin (15:1 – 17:1) byl shledán v „západní“ dietě a může podporovat vznik např. kardiovaskulárních onemocnění, revmatoidní artritidy, obezity, diabetu, rakoviny a mentálních onemocnění (Calder 2006). Naopak snížení tohoto poměru na 4:1 snižuje úmrtnost na kardiovaskulární onemocnění o 70%. Některé studie uvádí, že pravidelná konzumace stravy s vyšším obsahem *n*-3 PUFA má vliv na snížení systolického i diastolického tlaku u hypertoniků i u lidí s normálním krevním tlakem (Kris-Etherton a kol. 2002, Ueshima a kol. 2007). Podobný efekt na snížení tlaku u hypertoniků má i EPA a DHA suplementace organismu pomocí 3-7,7 g/den (Geleijnse a kol. 2002, Hartweg a kol. 2007). Lorente-Cebrián a kol. (2013) shrnují ve své práci závěry různých světových organizací zaměřených na výživu a zdraví pro prevenci chronických srdečních nemocí. Za účelem prevence kardiovaskulárních chorob doporučují týdně konzumovat 2 a více porcí ryb.

Guillamón a kol. (2010) uvádí, že jednou z pozitivních funkcí některých jedlých hub z hlediska metabolického syndromu je jejich schopnost snižovat hladinu LDL, případně celkového cholesterolu v krvi. To se týká hlavně Houževnatce jedlého známého pod jménem shiitake. Patří mezi japonské medicínské klenoty, obsahuje alkaloid eritadenin, který je schopen přímo ovlivnit hladinu cholesterolu v organismu. Dalšími známými houbami s podobnými pozitivními účinky jsou Hlíva ústříčná a Leskloporka lesklá, známá pod názvem reishi či Ganoderma. U těchto hub byl doposud prokázán nejen vliv na hladinu cholesterolu, ale i schopnost snižovat krevní tlak. Vzhledem k tomu, že tyto poznatky byly doposud získány převážně z pokusů *in-vitro* a *in-vivo* na zvířatech, pro ověření účinku je třeba provést ještě řadu klinických studií na lidech. Autoři uvádí ještě některé další houby s antihypertenzním efektem, jako např. Trstnatec lupenitý a jiné druhy hlívy.

Kromě výše uvedených existuje řada dalších potravin s antihypertenzním efektem. Jedná se o obilí, zeleninu, ovoce, mléko, sýr, maso, kuřecí a vejce. Jejich hlavní bioaktivní látky zahrnují ACE

inhibitory peptidů, vitamin C a E, flavonoidy, flavanoly, katechiny, antokyaniny, fenolické kyseliny, polyfenoly, taniny, resveratrol, polysacharidy, vlákninu, saponin, steroly, K, Ca a P.

Mohamed (2014) ve své práci uvádí přehled potravin, které mohou snižovat krevní tlak. Jedná se o banány, celer, šafrán, mořské řasy nebo polyfenoly obsažené v grepovém džusu. Assmann a kol. (2014) rovněž vyjmenovává potraviny působící pozitivně na snížení krevního tlaku organismu. Jedná se o ženšen, hrozny a červené víno, zelený a černý čaj, luštěniny, tučné ryby, cibule, česnek a celé zrna.

V posledních letech získává svoji pozornost pro regulaci krevního tlaku tzv. DASH dieta (Dietary Approaches to Stop Hypertension). Je založena na příjmu ovoce, zeleniny, luštěnin, ryb, nízkotučných mléčných produktů a cereálií a tím na sníženém příjmu tuků. Existuje řada studií, které potvrzují hypotenzní efekt této diety (Whelton a kol. 2002, Sacks a kol. 2001, Blumenthal a kol. 2010; Chen a kol. 2010, De Paula a kol. 2012, Akita a kol. 2003, Appel a kol. 1997, Ard a kol. 2004, Vollmer a kol. 2001, Obarzanek a kol. 2001). Sacks a kol. (2001) ve své práci uvádí, že respondenti, kteří preferovali stravování DASH dietou měli ve srovnání s osobami na běžné dietě při stejné denní spotřebě soli systolický tlak o 5 mm Hg a diastolický o 2,5 mmHg nižší. Kontrolní skupina na běžné dietě konzumovala více celkových a nasycených tuků a cholesterolu. Mechanismus hypotenze s DASH dietou je založen zvláště na diuretickém efektu draslíku. Je známo, že DASH dieta je rovněž bohatá na Mg a ten redukuje riziko vzniku obezity a metabolického syndromu (He a kol. 2006), důležitý je vyšší obsah vápníku v dietě, který působí preventivně proti ukládání tuku a rovněž vyšší obsah draslíku, který napomáhá ke snížení krevního tlaku (Azadbakht a kol. 2005).

7.9.8. DIETA PODPORUJÍCÍ ZVÝŠOVÁNÍ KREVNÍHO TLAKU

Poslední studie ukázaly, že velký příjem sacharózy a fruktózy převážně rozpuštěných ve sladkých nápojích působí resistenci insulinu, špatnou regulaci krevních tuků, vysoký krevní tlak i koronárně-srdeční onemocnění (Stanhope a kol. 2009, Dhingra a kol. 2007, Brown a kol. 2008). V roce 2006 vydala American Heart Association (AHA) doporučení minimalizovat příjem potravin a nápojů s přídavkem cukru. Uvádí pro ženy příjem max. 100 kcal/den (cca 6 kávových lžiček cukru) a u mužů max. 150 kcal/den, cca 9 lžiček (Ferder a kol. 2010). Autoři uvádí 1,3 x vyšší riziko hypertenze při příjmu fruktózy v množství více jak 74 g/den.

Fruktóza je v potravinářském průmyslu využívána jako doplněk nebo náhražka sacharózy, jako alternativa k umělým sladidlům pro diabetiky. Je součástí nealkoholických nápojů, džemů, jogurtů, pečiva a v čokoládách a sušenkách pro diabetiky. V porovnání se sacharózou má vyšší sladivost a nízkou výrobní cenu.

Tab. 34: Shrnutí - některé potraviny s antihypertenzním efektem

Potravina	Funkční složka v ní obsažená	Doporučené množství
banány	draslík	
pomerančový džus	flavanony	
rýže	γ -aminomáselná kyselina	
fermentované potraviny	γ -aminomáselná kyselina	12 mg
zelený čaj, černý čaj	polyfenoly - katechiny, taniny	
	flavonol kvercetin	
hořká čokoláda	flavanoly (katechiny)	20 g/den
vlašské ořechy	fytoosteroly	56 g ořechů/den
probiotický kmen	<i>Lactobacillus helveticus</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Lactobacillus gasseri</i> , <i>Enterococcus faecium</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i>	
sezam	lignan sezamin	60 mg/den
česnek	allicin	
cibule	flavonol kvercetin	
hrách	bílkovinné hydrolyzáty	3 g/den
celer		
šafrán		
drobné lesní a zahradní ovoce "berries"	flavonoly - kvercetin, myricetin, kemferol	min. 250 ml džusu denně
	anthokyany (obsah 20 - 900 mg/100 g)	
grepový džus, extrakt	flavanoly, stilbeny - 200 mg/100 g	
mořské řasy	karotenoidy	
olivový olej	hydroxytyrosol, oleuropein (obsah 4 - 80 mg/100 ml)	
sója	isoflavony genistein, daidzein	
rybí olej	EPA, DHA mastné kyseliny	3 - 7,7 g/den
čaj z kombuchy		
skořice	cinnamaldehyd, kyselina skořicová	
senna		
Hlíva ústříčná		
Leskloporka lesklá		
Trstnatec lupenitý		

7.10. STANOVENÍ SOLI / SODÍKU / CHLORIDŮ

Při chemické analýze můžeme stanovovat koncentraci soli jako takové nebo koncentraci disociovaných sodných nebo chloridových iontů. Volba metody stanovení závisí na předpokládané koncentraci analytu a složitosti matrice. Současná legislativa vyžaduje stanovení obsahu soli v

potravinách na základě obsahu sodíku a vyjádření koncentrace soli následným přepočtem. Od dříve používaných titračních metod se ustoupilo, ale ani současná metodika založená na sodíku není zcela ideální. V mnoha případech jsou totiž v rámci analýzy zachyceny sodné ionty vázané v jiných sloučeninách přirozeně obsažených nebo přidávaných do potravin.

7.10.1. STANOVENÍ SOLI

Refraktometrické stanovení

Není specifické, proto je použitelné jen pro relativně čisté solné roztoky a nálevy jako provozní kontrola. V komplexním vzorku, kde se mění jen obsah soli, může být použit refraktometr na průběžnou kontrolu kvality (Masulli 2015).

Měření vodivosti

Pro sůl rozpuštěnou ve vodě se změří vodivost a v tabulkách k ní se najde koncentrace. Metoda je snadná a rychlá, ale využitelnost je omezená (Levi 2014).

Rentgenová difrakční analýza (XRD)

Tato metoda je založená na interakci rentgenového záření s elektrony atomů spočívající v pružném (bezfotonovém) rozptylu. Díky pravidelnému periodickému uspořádání atomů v krystalické fázi dochází po rozptylu a následné interferenci rentgenového záření ke vzniku difrakčních maxim, jejichž poloha, intenzita a tvar závisí na druhu atomů a dokonalosti jejich uspořádání v 3D prostoru. Studium tohoto difrakčního obrazce pak umožňuje zpětně studovat krystalické složení vzorku a jeho mikrostrukturu (<http://www.chempoint.cz>). Tato metoda je schopná analyzovat pouze NaCl v pevném stavu a využít jedinečnou strukturu jeho krystalové mřížky (Philpott 2012).

7.10.2. METODY STANOVENÍ SODNÝCH/CHLORIDOVÝCH IONTŮ

Při coulometrii se ke stanovení množství látky používá měření prošlého náboje, potřebného k úplnému průběhu příslušné reakce. Elektrodová reakce musí na pracovní elektrodě probíhat vždy se 100% proudovým výtěžkem, tedy na elektrodě smí probíhat pouze jediná reakce. Na pracovní elektrodě se generuje činidlo, se kterým reaguje analyt. Činidlo je generováno pouze množstvím potřebným na reakci s analytem. Obsah analytu se určí z množství vygenerovaného činidla a stechiometrických poměrů probíhající reakce. Coulometrická metoda je použitelná pro kontinuální provoz (průtokové měření).

Ionově selektivní elektrody i coulometrická měření jsou velmi levná a mají vysokou kapacitu měření, analýzy ISE jsou jednoduché. Ionově selektivní elektroda je taková, u níž nastává mezi měřeným roztokem a povrchem elektrody výměna iontů, čehož je důsledek změny elektrického potenciálu elektrody. Tato změna v porovnání s potenciálem referentní elektrody

umožňuje výpočet koncentrace iontů v roztoku. ISE přednostně reagují na určitý konkrétní druh iontů podle typu membrány, která odděluje zkoumaný roztok od elektrodového roztoku ve vnitřku elektrody. Elektrodový roztok má společný ion jako měřený roztok.

Iontově selektivní elektroda je citlivá na teplotu, reaguje na sodík a ne na chloridový aniont. Při analýze je nutná kontrola s použitím standardů, kalibraci je třeba provádět denně. Vzorek se extrahuje vodou. Ke vzorku se přidává roztok upravující iontovou sílu směsi (ionic strength adjuster, ISA). ISE je jako metoda velmi specifická s malou interferencí (Masulli 2015).

Kapilární elektroforéza je rozvíjející se technika. Výhodou je zejména však univerzálnost, vysoká separační účinnost, nízké provozní náklady, velmi nízká spotřeba vzorku a malá spotřeba chemikálií. V České republice se vyrábějí přístroje IONOSEP kombinující princip kapilární izotachoforézy (ITP) a kapilární zónové elektroforézy (CZE) v jednokolonovém o dvoukolonovém uspořádání. Tyto přístroje jsou schopné stanovit sodík, draslík, hořčík a vápník v mléce, nápojích a cukerných roztocích. S výhodou se používají i v analytice vody (Recman 2017).

Iontová chromatografie je vysoce selektivní s minimální interferencí, vysoce citlivá a umožňuje stanovit více prvků současně. Vybavení je ovšem nákladné a vyžaduje specifickou přípravu vzorku. Nedokáže oddělit jednotlivé chloridy.

Rentgenofluorescenční analýza (XRF)

Principem metody je ionizace atomů vzorku primárním rentgenovým zářením dopadajícím na analyzovaný vzorek. Při dopadu na analyzovaný vzorek dochází k vyrazení elektronů z vnitřních obalových slupek atomů a k přeskokům elektronů z vyšších hladin na uprázdněná místa po uvolněných elektronech, za současného vysílání charakteristického fluorescenčního rentgenového záření. Metoda stanoví sodík a chloridový iont pouze v pevném stavu (<http://enpedie.cz/>).

Výhodou XRD techniky je rozlišení skutečného obsahu soli jako chloridu sodného, anebo dílčích iontů, vzorek není nutné rozpouštět. Pro obě metody se použije stejný způsob přípravy vzorku. XRF zachytí současně i další prvky. Nevýhodou je vysoká cena zařízení a nároky na kvalifikaci obsluhy. Metody jsou méně citlivé pro lehčí prvky. Vzorky musí být suché, většinou mineralizované a slisované, aby odolaly vakuu (Philpott 2012).

Atomová emisní spektrometrie (AES) někdy též optická emisní spektrometrie (OES)

Vzorek je dodáním energie (působením vysokých teplot) rozložen na volné atomy (také i atomární ionty) a ty jsou převedeny do vzbuzeného stavu. Při přechodu těchto částic do energeticky nižších stavů, částice vyzařují elektromagnetické záření při vlnových délkách, které jsou charakteristické pro jednotlivé prvky. Vzniklé nespojitě záření o různých vlnových délkách je optickým zařízením rozloženo na paprsky jednotlivých vlnových délek.

Detektor pak měří intenzitu záření na různých vlnových délkách (spektrum) úměrnou koncentraci sledované látky (<http://fzp.ujep.cz/>).

Plamenová atomová emisní spektrometrie (Flame Atomic Emission Spectrometry (FAES) je používána pro stanovení alkalických kovů a kovů alkalických zemin už dlouhou dobu. Má výhody proti klasickým titračním nebo gravimetrickým metodám. Jde o metodu specifickou a velmi citlivou s detekčním limitem v řádu ug/kg, vyžaduje jen minimální úpravu vzorku a má nízkou spotřebu chemikálií. Přitom jde o metodu rychlou s možností automatizace. Pro detekci sodíku je určena vlnová délka 589 nm.

Atomová absorpční spektrofotometrie (AAS) je vhodná na stanovení sodíku a draslíku v potravinách. Příprava vzorku může zahrnovat mineralizaci kyselinou dusičnou nebo chlorovodíkovou. Principem je nástřik aerosolu ze vzorku do plamene a detekce absorpce světla při dané vlnové délce (Koplík 2017).

Zatímco plamenová AAS (FAAS) zachytí pouze sodné ionty, atomová emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP-AES, ICP-OES) zachytí sodné i chloridové ionty. Použitelné jsou i techniky stejnosměrně vázaného plazmatu (Direct Current Plasma, DCP) nebo mikrovlnně vázaného plazmatu (Microwave Induced Plasma, MIP). Plamenové fotometry jsou relativně levná zařízení a levný je i provoz. Mají ale omezené využití. AAS má širší spektrum využití pro oddělenou analýzu více prvků, ICP je drahé zařízení, ale stanovuje více prvků současně. Jsou vysoce selektivní. Tyto techniky vyžadují extrakci vzorku a jeho další úpravu (Philpott 2012). S miniaturizací techniky se objevila i možnost využívat nukleární magnetickou rezonanci (NMR) s přesností stanovení sodíku řádově mg/kg vzorku. Předností je rychlost měření (Levi 2014).

Novou metodu stanovení sodíku v potravinách představili Smith a Haider (2014). Metoda je rychlá a robustní. Sodík reaguje exotermicky s hliníkem v přebytku draselných a fluoridových iontů za vzniku K_2NaAlF_6 (elpasolit). Podobně lze stanovit i vápník.

7.10.3. METODY ZALOŽENÉ NA STANOVENÍ CHLORIDŮ

Do této oblasti patří tradiční titrační metody, které mohou být kromě manuálního provedení automatizovány. V různých úpravách jsou tyto metody velmi přesné, ale současně stanovují chloridy jako skupinu, bez ohledu na obsah kationtu. Výhodou je rychlost provedení (Philpot 2012).

Titrační stanovení Mohrovou metodou s dusičnanem stříbrným s využitím chromanu draselného jako indikátoru, umožňuje automatizovat stanovení. Pokud se použije potenciometrická metoda, kombinuje se titrace s detekcí nadbytku stříbrných iontů iontově selektivní elektrodou. V průběhu argentometrického stanovení vznikají nerozpustné komplexy s halogeny. V Mohrově metodě stanovení ruší anionty schopné tvořit nerozpustné soli se stříbrem (fosforečnany, uhličitany), reakce vyžaduje pH 7-10,5.

Modifikací argentometrického stanovení je Volhardova metoda. Chloridy ve vzorku reagují a nadbytkem $AgNO_3$ a přebytečné činidlo je stanoveno zpětnou titrací s rhodanidem draselným (KSCN). Metoda je určena pro masné výrobky s obsahem soli více jak 0,08 % (USDA 2009).

Ve Fajansově metodě se používá adsorpční indikátor dichlorofluorescein. Indikátorová reakce probíhá na povrchu sraženiny, indikátor je mírně kyselé barvivo vyskytující se v roztoku v ionizované formě. Při titraci se tvoří jemná koloidní sraženina AgCl, která v bodě ekvivalence váže na povrchu záporně nabitě ionty indikátoru. Výsledky závisejí na pH (Vorlová a kol. 2014).

Literatura ke kapitole 7

Acharjee, S., Zhou, J.R., Elajami, T.K., Welty, F.K. (2015): Effect of soy nuts and equol status on blood pressure, lipids and inflammation in postmenopausal women stratified by metabolic syndrome status. *Metabolism*, 64, 236-243.

Agerholm-Larsen, L., Raben, A., Haulrik, N., Hansen, A.S., Manders, M., Astrup, A. (2000): Effect of 8 week intake of probiotic milk products on risk factors for cardiovascular diseases. *European Journal of Clinical Nutrition*, 54, 288-297.

Aihara, K., Kajimoto, O., Hirata, H., Takahashi, R., Nakamura, Y. (2005): Effect of powdered fermented milk with *Lactobacillus helveticus* on subjects with high-normal blood pressure or mild hypertension. *Journal of American College of Nutrition*, 4, 257-265.

Akita, S., Sacks, F.M., Svetkey, L.P., Conlin, P.R., Kimura, G. (2003): Effects of the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet on the pressure-natriuresis relationship. *Hypertension*, 42, 8-13.

Almoosawi, S., Tsang, C., Ostertag, L.M., Fyfe, L., Al-Dujaili, E.A.S. (2012): Differential effect of polyphenol-rich dark chocolate on biomarkers of glucose metabolism and cardiovascular risk factors in healthy, overweight and obese subjects: a randomized clinical trial. *Food Funct.* 3, 1035-1043.

Alves, L.A.A.D., Lorenzo, J.M., Goncalves, C.A.A., dos Santos, B.A., Heck, R.T., Cichoski, A.J., Campagnol, P.B.C. (2017): Impact of lysine and liquid smoke as flavor enhancers on the quality of low-fat Bologna-type sausages with 50% replacement of NaCl by KCl. *Meat Sci*, 123, 50-56.

Amarant - revoluce v oblasti tavených sýrů (2015): <http://www.serafinbyliny.cz/magazin/amarant-revoluce-v-oblasti-tavenych-syru-detail-1174>, staženo 9.5.17.

Ambard, L., Beaujard, E. (1904): Causes de l'hypertension arterielle. *Arch Gen. Med.* 1, 520-533.

Ambrisewicz-Walacik, M., Tanska, M., Rotkiewicz, D., Pietak, A. (2016): Effect of Various Sodium Chloride Mass Fractions on Wheat and Rye Bread Using Different Dough Preparation Techniques. *Food Technol.*, 54(2), 172-179.

Angeli, F., Reboldi, G., verdecchia, P. (2013): Hypertension around the world: new insights from developing countries. *Journal of Hypertension*, 31, 1358-1361.

Appel, L.J. a kol. (2005): Dietary reference intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate. Washington D.C.: The National Academies Press.

- Appel, L.J., Miller, E.R., Seidler, A.J., Whelton, P.K. (1993): Does supplementation of diet with „fish oil“ reduce blood pressure? A meta-analysis of controlled clinical trials. *Arch. Intern. Med.*, 153, 1429-1438.
- Appel, L.J., Moore, T.J., Obarzanek, E., Vollmer, W.M., Svetkey, L.P., Sacks, F.M., Bray, G.A., Vogt, T.M., Cutler, J.A., Windhauser, M.M., Lin, P.H., Karanja, N. (1997): A clinical trial of the effects of dietary patterns on blood pressure: DASH Collaborative Research Group. *N. Eng. J. Med.* 336, 1117-1124.
- Arboatti, A.S., Olivares, M.L., Sabbag, N.G., Costa, S.C., Zorrilla, S.E., Sihufe, G.A. (2014): The influence of sodium chloride reduction on physicochemical, biochemical, rheological and sensory characteristics of Mozzarella cheese. *Dairy Sci. Technol.*, 94(4), 373-386.
- Ard, J.D., Coffman, C.J., Lin, P.H., Svetkey, L.P. (2004): One-year follow-up study of blood pressure and dietary patterns in Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH): sodium participants. *Am. J. Hypertens.* 17, 1156-1166.
- Asaria, P., Chisholm, D., Mathers, C., Ezzati, M., Beaglehole, R. (2007): Chronic disease prevention: health effects and financial costs of strategies to reduce salt intake and control tobacco use. *Lancet*, 370, 2044-2053.
- Aschermann, M. a kol. (2004): *Kardiologie*. Praha: Galén.
- Assmann, G., Buono, P., Daniele, A., Della Valle, E., Farinaro, E., Ferns, G., Krogh, V., Kromhout, D., Masana, L., Merino, J., Misciagna, G., Panico, S., Riccardi, G., Rivellese, A.A., Rozza, F., Salvatore, F., Salvatore, V., Stranges, S., Trevisan, M., Trimarco, B., Vetrani, C. (2014): Functional foods and cardiometabolic diseases. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*, 24, 1272-1300.
- Atomová emisní spektrometrie (AES) (2017): (http://fzp.ujep.cz/ktv/uc_texty/1IAME/2%20Doplnek%20AES.pdf), staženo 26.5.2017.
- Azadbakht, L., Mirmiran, P., Esmailzadeh, A., Azizi, T., Azizi, F. (2005): Beneficial Effects of a Dietary Approaches to Stop Hypertension Eating Plan on Features of the Metabolic Syndrome. *Diabetes Care*, 28(12), 2823-2831.
- Balamurugan, S., Ahmed, R., Chibeu, A., Gao, A.L., Koutchma, T., Strange, P. (2016): Effect of salt types and concentrations on the high-pressure inactivation of *Listeria monocytogenes* in ground chicken. *Int. J. Food Microbiol.*, 218, 51-56.
- Barbieri, G., Barbieri, G., Bergamashi, M., Francheschini, M., Berizi, E. (2016): Reduction of NaCl in cooked ham by modification of the cooking process and addition of seaweed extract (*Palmaria palmata*). *LWT Food Sci Technol.*, 73, 700-706.
- Bassett, M.N., Perez-Palacios, T., Cipriano, I., Cardoso, P., Ferreira, I., Samman, N., Pinho, O. (2014): Development of bread with nacl reduction and calcium fortification: study of its quality characteristics. *J. Food Qual.*, 37(2), 107-116.

- Basu, A., Du, M., Leyva, M.J., Sanchez, K., Betts, N.M., Wu, M., Aston, C.E., Lyons, T.J. (2010): Blueberries decrease cardiovascular risk factors in obese men and women with metabolic syndrome. *J. Nutr.* 140(9), 1582-1587.
- Basu, A., Fu, D.X., Wilkinson, M., Simmons, B., Wu, M., Betts, N.M., Du, M., Lyons, T.J. (2010): Strawberries decrease atherosclerotic markers in subjects with metabolic syndrome. *Nutr. Res.* 30, 462-469.
- Beckett, N.S., Peters, R., Fletcher, A.E., Staessen, J.A., Lisheng, L., Dumitrascu, D., Stoyanovsky, V., Antikainen, R.L., Nikitin, Y., Anderson, C., Belhani, A., Forette, F., Rajkumar, Ch., Thijs, L., Banya, W., Bulpitt, Ch.J. (2008): For the HYVET Study Group. Treatment of hypertension in patients 80 years of age or older. *New Eng. J. Med.* 358, 1887-1898.
- Bednář, J., Vranová, V. (2011): Úloha sodíku v prevenci a léčbě hypertenze – praktická realizace. *Interní medicína pro praxi*, 13(2), 88-89.
- Bednář, J., Vranová, V. (2012): Dietní opatření při arteriální hypertenzi – II. část. Denní příjem sodíku vyjádřený jako hodnoty GDA. *Praktické lékařství*, 8(5), 242-245.
- Belz, M.C.E., Ryan, L.A.M., Arendt, E.K. (2012): The Impact of Salt Reduction in Bread: A Review, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 52(6), 514-524.
- Bernstein, A.M., Willett, W.C. (2010): Trends in 24-h urinary sodium excretion in the United States, 1957-2003: A systematic review. *Am. J. Clin. Nutr.* 92, 1172-1180.
- Blumenthal, J.A., Babyak, M.A., Hinderliter, A., Watkins, L.L., Craighead, L., Lin, P.H., Caccia, C., Johnson, J., Waugh, R., Sherwood, A. (2010): Effects of the DASH diet alone and in combination with exercise and weight loss on blood pressure and cardiovascular biomarkers in men and women with high blood pressure: the ENCORE study. *Arch. Intern. Med.* 170, 126-135.
- Bogdanski, P., Suliburska, J., Szulinska, M., Stepień, M., Pupek-Musialik, D., Jablecka, A. (2012): Green tea extract reduces blood pressure, inflammatory biomarkers, and oxidative stress and improves parameters associated with insulin resistance in obese, hypertensive patients. *Nutr. Res.* 32(6), 421-427.
- Bonfim, R.C., Machado, J.D., Mathias, S.P., Rosenthal, A. (2015): Application of microbial transglutaminase in processed meat products with reduced content of sodium. *Ciencia Rural*, 45(6), 1133-1138.
- Botden, I. P. G., Draijer, R., Westerhof, B.E., Rutten, J.H., Langendonk, J.G., Sijbrands, E.J., Danser, A.H., Zock, P.L., van den Meiracker, A.H. (2012): Red wine polyphenols do not lower peripheral or central blood pressure in high normal blood pressure and hypertension. *Am. J. Hypertens.* 25(6), 718-723.
- Brát, J. (2013): Snižování obsahu soli ve školním stravování. Seminář 26.11. 2013. Dostupné na: <http://www.szu.cz/seminar-na-tema-snizovani-spotreby-soli-ve-skolnim-1>.
- Brát, J. (2015): Vyznáme se v tucích? *Medicína po promoci*, 16, 140-142.

- Brát, J. (2014): Mýty a fakta o glutamátu. *Výživa a potraviny*, 4, 109-111.
- Broncel, M., Kozirog, M., Duchnowicz, P., Koter-Michalak, M., Sikora, J., Chojnowska-Jezierska, J. (2010): Aronia melanocarpa extract reduces blood pressure, serum endothelin, lipid, and oxidative stress marker levels in patients with metabolic syndrome. *Med. Sci. Monit.* 16, 28-34.
- Brown, A.L., Lane, J., Coverly, J., Stocks, J., Jackson, S., Stephen, A., Bluck, L., Coward, A., Hendrickx, H. (2009): Effects of dietary supplementation with the green tea polyphenol epigallocatechin-3-gallate on insulin resistance and associated metabolic risk factors randomized controlled trial. *Br. J. Nutr.* 101, 886-894.
- Brown, C.M., Dullo, A.G., Yepuri, G., Montani, J.P. (2008): Fructose ingestion acutely elevates blood pressure in healthy young humans. *Am. J. Physiol.- Regul. Integr. Comp. Physiol.* 294, 730-737.
- Bürgi, H., Schaffner, T., Seiler, J.P. (2001): The Toxicology of Iodate: A Review of the Literature. *Thyroid*, 11(5), 449-456.
- Burnier, M., Phan, O., Wang, Q. (2007): High salt intake: a cause of blood pressure-independent left ventricular hypertrophy? *Nephrol. Dial Transplant.* 22(9), 2426-2429.
- Calder, P.C. (2006): n-3 polyunsaturated fatty acids, inflammation, and inflammatory diseases. *Am. J. Clin. Nutr.* 83, 1505-1519.
- Carkcioglu, E., Rosenthal, A.J., Candogan, K. (2016): Rheological and Textural Properties of Sodium Reduced Salt Soluble Myofibrillar Protein Gels Containing Sodium Tri-Polyphosphate. *J. Texture Studies*, 47(3), 181-187.
- Carvalho, J.J., Baruzzi, R.G., Howard, P.F., Poulter, N., Alpers, M.P., Franco, L.J., Marcopito, L.F., Spooner, V.J., Dyer, A.R., Elliott, P., Stamler, J., Stamler, S. (1989): Blood pressure in four remote populations in the intersalt study. *Hypertension*, 14, 238-246.
- Cereal Chem. J.*, 91(1), 41.
- Černíková, M., Buňka, F., Pospěch, M., Tremlová, B., Pavlínek, V., Březina, P. (2008): Možnosti využití nízkoesterifikovaného pektinu jako substituentu fosfátových tavicích solí ve výrobě tavených sýrů. *Konference MLÉKO A SÝRY Praha 24. ledna 2008.*
- Chan P., Tomlinson B., Chen Y. J., Liu J. C., Hsieh M. H., Cheng J. T. (2000): A double-blind placebo-controlled study of the effectiveness and tolerability of oral stevioside in human hypertension. *Br. J. Clin. Pharmacol.* 50, 215-220.
- Chavhan, G.B., Kanawjia, S.K., Kheta, Y., Puri, R. (2015): Effect of potassium-based emulsifying salts on sensory, textural, and functional attributes of low-sodium processed Mozzarella cheese. *Dairy Sci. Technol.*, 95(3), 265-278.
- Chen, S. T., Maruthur, N.M., Appel, L.J. (2010): The effect of dietary patterns on estimated coronary heart disease risk: results from the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) trial. *Circ. Cardiovasc. Qual. Outcomes* 3, 484-489.

- Chen, X., Li, Y., Zhou, R.Y., Liu, Z.M., Lu, F.Z., Lin, H., Xu, X.L., Zhou, G.H. (2016): L-histidine improves water retention of heat-induced gel of chicken breast myofibrillar proteins in low ionic strength solution. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 51(5), 1195-1203.
- Chiva-Blanch, G., Urpi-Sarda, M., Ros, E., Arranz, S., Valderas-Martínez, P., Casas, R., Sacanella, E., Llorach, L., Lamuela-Raventos, R. M., Andres-Lacueva, C., Estruch, R. (2012): Dealcoholized red wine decreases systolic and diastolic blood pressure and increases plasma nitric oxide: short communication. *Circ Res.* 111(8), 1065-1068.
- Chiva-Blanch, G., Urpi-Sarda, M., Ros E., Valderas-Martínez, P., Casas, R., Arranz, S., Guillén, M., Lamuela-Raventos, R.M., Llorach, L., Andres-Lacueva, C., Estruch, R. (2013): Effects of red wine polyphenols and alcohol on glucose metabolism and the lipid profile: a randomized clinical trial. *Clin. Nutr.* 32(2), 200-206.
- Cífková, R., Škodová, Z., Bruthans, J., Adámková, V., Jozífová, M., Galovcová, M., Wohlfarht, P., Krajčoviechová, A., Poledne, R., Stávek, P., Lánská, V. (2010): Longitudinal trends in major cardiovascular risk factors in the Czech population between 1985 and 2007/8. *Czech MONICA and Czech post-MONICA.Atherosclerosis* 211(2), 676-681.
- Cluff, M., Steyn, H., Charmba, G., Bothma, C., Hugo, C.J., Hugo. A. (2016): The chemical, microbial, sensory and technological effects of intermediate salt levels as a sodium reduction strategy in fresh pork sausages. *J.Sci Food Agric.*, 96(12), 4048-4055.
- Cook, N. R., Cutler, J.A., Obarzanek, E., Buring, J.E., Rexrode, K.M., Kumanyika, S.K., Appel, L.J., Whelton, P.K. (2007): Long term effects of dietary sodium reduction on cardiovascular disease outcomes: observational follow-up of the trials of hypertension prevention (TOHP). *BMJ* 334(7599), 885-888.
- Corral, S., Salvador, A., Belloch, C., Flores, M. (2015): Improvement the aroma of reduced fat and salt fermented sausages by *Debaromyces hansenii* inoculation. *Food Control*, 47, 526-536.
- D'Elia, L., Rossi, G., Ippolito, R., Cappuccio, F. P., Strazzullo, P. (2012): Habitual salt intake and risk of gastric cancer: a meta-analysis of prospective studies. *Clin Nutr.* 31(4), 489-498.
- Davison, K., Coates, A.M., Buckley J. D., Howe P. R. C. (2008): Effect of cocoa flavanols and exercise on cardiometabolic risk factors in overweight and obese subjects. *Int. J. Obes. (Lond)* 32, 1289-1296.
- De Almeida, M.A., Villanueva, N.D.M., Pinto, J.S.D., Saldana, E., Contreras-Castillo, C.J. (2016): Sensory and physicochemical characteristics of low sodium salami. *Scientia Agricola*, 73(4), 347-355.
- De Bock, M., Derraik, J.G.B., Brennan C.M., Biggs, J.B., Morgan, P.E., Hodgkinson, S.C., Hofman, P.I., Cutfield, W.S. (2013): Olive (*Olea europaea* L.) leaf polyphenols improve insulin sensitivity in middle-aged overweight men. A randomized, placebo-controlled, crossover trial. *PLoS ONE*, 8(3), e57622.

- De Paula, T. P., Steemburgo, T., De Almeida, J.C., Dall'Alba, V., Gross, J.L., De Azevedo, M.J. (2012): The role of Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet food groups in blood pressure in type2 diabetes. *Br. J. Nutr.* 108, 155-162.
- Delange, F., Bürgi, H. (1989): Iodine Deficiency disorders in Europe. *Bulletin of the World Health Organization* 67(3), 317-325.
- Desch, S., Schmidt, J., Kobler, D., Sonnabend, M., Eitel, I., Sareban, M., Rahimi, K., Schuler, G., Thiele, H. (2010): Effect of cocoa products on blood pressure: systematic review and meta-analysis. *Am. J. Hypertens.* 23(1), 97-103.
- Desmond, E. (2006): Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Sci*, 74, 188-196.
- Determination of Salt (2009): United States Department of Agriculture Food Safety and Inspection Service, Office of Public Health Science. (https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/b477e0ba-d7a8-4cf2-b42d-b9b284a285a6/CLG_SLT_03.pdf?MOD=AJPERES).
- Dhingra, R., Sullivan, L., Jacques, P.F., Wang, T.J., Fox, C.S., Meigs, J.B., D'Agostino, R.B., Gaziano, J.M., Vasan, R.S. (2007): Soft drink consumption and risk of developing cardiometabolic risk factors and the metabolic syndrome in middle-aged adults in the community. *Circulation* 116, 480-488.
- Dickinson, H.O., Mason, J.M., Nicolson, D.J., Campbell, F., Beyer, F.R., Cook, J.V., Williams B., Ford, G.A. (2006): Lifestyle interventions to reduce raised blood pressure: a systematic review of randomised controlled trials. *J. Hypertens.* 24, 215-233.
- Diler, G., Le-Bail, A., Chevallier, S. (2016): Salt reduction in sheeted dough: A successful technological approach. *Food Res. Int.*, 88(SI), 10-15.
- Dugat-Bony, E., Sarthou, A.S., Perello, M.C., de Revel, G., Bonnarne, P., Helinck, S. (2016): The effect of reduced sodium chloride content on the microbiological and biochemical properties of a soft surface-ripened cheese. *J.Dairy Sci.*, 99(4), 2502-2511.
- Edwards, R. L., Lyon T., Litwin S. E., Rabovsky A., Symons J. D., Jalili T. (2007): Quercetin reduces blood pressure in hypertensive subjects. *J. Nutr.* 137, 2405-2411.
- Egert, S., Bosy-Westphal, A., Seiberl, J., Kürbitz, C., Settler, U., Plachta-Danielzik, S., Wagner, A.E., Frank, J., Schrezenmeir, J., Rimbach, G., Wolfram, S., Müller, M.J. (2009): Quercetin reduces systolic blood pressure and plasma oxidised low-density lipoprotein concentrations in overweight subjects with a high-cardiovascular disease risk phenotype: a double-blinded, placebo-controlled crossover study. *Br. J. Nutr.* 102, 1065-1074.
- European Commission 2010. Survey on Members States' Implementation of the EU Salt Reduction Framework. Dostupné na: http://ec.europa.eu/health/nutrition_physical_activity/docs/salt-report1_en.pdf.
- Feber, J., Ahmed, M. (2010): Hypertension in children: new trends and challenges. *Clin. Sci.* 119(4), 151-161.

- Fellendorf, S., O'Sullivan, M.G., Kerry, J.P. (2016): Effect of using ingredient replacers on the physicochemical properties and sensory quality of low-salt and low-fat white puddings. *Eur. Food Res. Technol.*, 242(12), 2105-2118.
- Fellendorf, S., O'Sullivan, M.G., Kerry, J.P. (2015): Impact of varying salt and fat levels on the physicochemical properties and sensory quality of white pudding. *Meat Sci.*, 103, 75-82.
- Feltrin, A.C., de Souza, V.R., Saraiva, C.G., Nunes, C.A., Pinheiro, A.C.M. (2015): Sensory study of different sodium chloride substitutes in aqueous solution. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 50(3), 730-735.
- Ferder, L., Ferder, M.D., Inserra, F. (2010): The Role of High-Fructose Corn Syrup in Metabolic Syndrome and Hypertension. *Curr. Hypertens. Rep.* 12, 2105-2112.
- Flores, M., Corral, S., Cano-Garcia, L., Salvador, A., Belloch, C. (2015): Yeast strains as potential aroma enhancers in dry fermented sausages. *Int. J. Food Microbiol.*, 212(SI), 16-24.
- Fougy, L., Desmots, M.H., Coeuret, G., Fassel, C., Hamon, E., Hezard, B., Champomier-Verges, M.C., Chaillou, S. (2016): Reducing Salt in Raw Pork Sausages Increases Spoilage and Correlates with Reduced Bacterial Diversity. *Appl. Environ. Microbiol.*, 82(13), 3928-3939.
- FrieslandCampina DMV firemní literatura (<https://www.dmv.nl>), 9.5.17.
- Fuller R. (1989): Probiotics in man and animals. *Journal of Applied Microbiology* 66, 365-378.
- Gandhi, A., Shah, N.P. (2016): Salt Reduction in a Model High-Salt Akawi Cheese: Effects on Bacterial Activity, pH, Moisture, Potential Bioactive Peptides, Amino Acids, and Growth of Human Colon Cells. *J. Food Sci.*, 81(4), 991-1000.
- Ganesan, B., Brown, K., Irish, D.A., Brothersen, C., McMahon, D.J. (2014): Manufacture and sensory analysis of reduced- and low-sodium Cheddar and Mozzarella cheeses. *J. Dairy Sci.*, 97(4), 1970-1982.
- Garcia-Diez, J., Patarata, L. (2017): Influence of salt level, starter culture, fermentable carbohydrates, and temperature on the behaviour of *L. monocytogenes* in sliced chorizo during storage. *Acta Alimentaria*, 46(2), 206-213.
- Garcia-Lomillo, J., Gonzales-SanJose, M.A.L., Del Pino-Garcia, R., Rivero-Perez, M.A.D., Muniz-Rodriguez, P. (2017): Alternative natural seasoning to improve the microbial stability of low-salt beef patties. *Food Chem.*, 227, 122-128.
- Gaudette, N.J., Pietrasik, Z. (2017): The sensory impact of salt replacers and flavor enhancer in reduced sodium processed meats is matrix dependent. *J. Sensory Studies*, 32(1), (doi: 10.1111/joss.12247).
- Geleijnse J. M., Giltay E. J., Grobbee D. E., Donders A. R., Kok F. J. (2002): Blood pressure response to fish oil supplementation: meta-regression analysis of randomized trials. *J. Hypertens.* 20, 1493-1499.
- Gizak, G. (2016): Iodine global network (<http://www.ign.org/forum.htm>)

Global Dairy Network (GDM) (<http://www.globaldairynetwork.com/dairy-products/proteins/sodium-caseinate>)

Gonçalves, C., Monteiro, S., Padrao, P., Rocha, A., Abreu, S., Pinho, O., Moreira, P. (2014): Salt reduction in vegetable soup does not affect saltiness intensity and liking in the elderly and children. *Food Nutr. Res.*, 58(1), 24825 (doi: 10.3402/fnr.v58.24825).

Grassi, D., Desideri, G., Necozione, S., Lippi, C., Casale, R., Properzi, G., Blumberg, J.B., Ferri, C. (2008): Blood pressure is reduced and insulin sensitivity increased in glucose-intolerant, hypertensive subjects after 15 days of consuming high-polyphenol dark chocolate. *J. Nutr.* 138(9), 1671-1676.

Graudal, N.A., Hubeck-Graudal, T., Jürgens, G. (2012): Effects of low-sodium diet vs. high-sodium diet on blood pressure, renin, aldosterone, catecholamines, cholesterol, and triglyceride. *Am. J. Hypertens.* 25(1), 1-15.

Gregório, B.M., De Souza, D.B., de Moraes Nascimento, F.A., Matta, L., Fernandes-Santos, C. (2016): The Potential Role of Antioxidants in Metabolic Syndrome. *Current Pharmaceutical Design*, 22, 859-869.

Greif, K., Staurem, C.J., Nordvi, B., Rustad, T. (2015): Novel utilization of milk-based ingredients in salt reduced fish pudding. *LWT-Food Sci. Technol.*, 63(1), 92-99.

Greyling, A., Ras, R.T., Zoek, P.L., Lorenz, M., Hopman, M.T., Thijssen, D.H., Draijer, R. (2014): The effect of black tea on blood pressure: a systematic review with meta-analysis of randomized controlled trials. *PloS ONE*, 9(7), (doi: 10.1371/journal.pone.0103247).

Guidelines for the Management of Arterial Hypertension. The Task Force for the Management of Arterial Hypertension of the European Society of Hypertension and of the European Society of Cardiology. Guidelines Committee. *J Hypertens.* 2007, vol. 25, p. 1105-1187.

Guido, D., Perna, S., Carrai, M., Barale, R., Grassi, M., Rondanelli, M. (2016): Multidimensional evaluation of endogenous and health factors affecting food preferences, taste and smell perception. *J.Nutr. Health Aging*, 20(10), 971-981.

Guillamón, E., Garcia-Lafuente, A., Lozano, M., D'Arrigo, M., Rostagno, M.A., Villares, A., Martínez, J.A. (2010): Edible mushrooms: Role in the prevention of cardiovascular diseases. *Fitoterapia*, 81, 715-723.

Guinard, J.X., Miller, A.M., Mills, K., Wong, T., Lee, S.M., Sirimuangmoon, C., Schaefer, S.E., Drescher, G. (2016): Consumer acceptance of dishes in which beef has been partially substituted with mushrooms and sodium has been reduced. *Appetite*, 105, 449-459.

Gurven, M., Blackwell, A.D., Rodriguez, D.E., Stieglitz, J., Kaplan, H. (2012): Does blood pressure inevitably rise with age? Longitudinal evidence among forager-horticulturalists. *Hypertension* 60, 25-33.

Hardikar, S., Hochenberger, R., Villringer, A., Ohla, K. (2017): Higher sensitivity to sweet and salty taste in obese compared to lean individuals. *Appetite*, 111, 158-165.

- Hartley, L., Flowers, N., Holmes, J., Clarke, A., Stranges, S., Hooper, L., Rees, K. (2013): Green and black tea for the primary prevention of cardiovascular disease. *Cochrane Database Syst. Rev.* (doi: 10.1002/14651858).
- Hartweg, J., Farmer, A. J., Perera, R., Holman, R.R., Neil, H.A. (2007): Meta-analysis of the effects of n-3 polyunsaturated fatty acids on lipoproteins and other emerging lipid cardiovascular risk markers in patients with type 2 diabetes. *Diabetologia*, 50, 1593-1602.
- Hassellund, S.S., Flaa, A., Kjeldsen, S.E., Seljeflot, I., Karlsen, A., Erlund, I., Rostrup, M. (2013): Effects of anthocyanins on cardiovascular risk factors and inflammation in pre-hypertensive men: a double-blind randomized placebo-controlled crossover study. *J. Hum. Hypertens.* 27(2), 100-106.
- Hata, Y., Yamamoto, M., Ohni, M., Nakajima, K., Nakamura, Y., Takano, T. (1996): A placebo controlled study of the effect of sour milk on blood pressure in hypertensive subjects. *American Journal of Clinical Nutrition* 64, 767-771.
- He, F.J., Li, J., MacGregor, G.A. (2003): How far should salt intake be reduced? *Hypertension*, 42(6), 1093-9.
- He, F.J., Li J., MacGregor, G.A. (2013): Effect of longer term modest salt reduction on blood pressure: Cochrane systematic review and meta-analysis of randomised trials. *BMJ* 346:f1325 (doi: 10.1136/bmj.f1325).
- He, F.J., MacGregor, G.A. (2006): Importance of salt in determining blood pressure in children meta-analysis of controlled trials. *Hypertension* 48, 861-869.
- He, F.J., MacGregor, G.A. (2008): A comprehensive review on salt and health and current experience of worldwide salt reduction programmes. *J. Hum. Hypertens.* 23, 363-384.
- He, K., Liu, K., Daviglus, M.L., Morris, S.J., Loria, C.M., Van Horn, L., Jacobs, D.R.Jr., Savage, P.J. (2006): Magnesium intake and incidence of metabolic syndrome among young adults. *Circulation* 113, 1675-1682.
- Heerspink, H.L., Ritz, E. (2012): Sodium chloride intake: is lower always better? *J. Am. Soc. Nephrol.* 23(7), 1136-1139.
- Hejmalová, M. (2011): Endemická struma. Seminář, Brno. (https://is.muni.cz/el/1451/podzim2012/bp1113/Endemicka_struma.pdf)
- Henneberry, S., O'Sullivan M.G., Kilcawley, K.N., Kelly, P.M., Wilkinson, M.G., Guinee, T.P. (2016): Sensory quality of unheated and heated Mozzarella-style cheeses with different fat, salt and calcium levels. *Int. J. Dairy Technol.*, 69, 38-50.
- Henneberry, S., Wikinson, M.G., Kilcawley, K.N., Kelly, P.M., Guinee, T.P. (2015). Interactive effects of salt and fat reduction on composition, rheology and functional properties of mozzarella-style cheese. *Dairy Sci. Technol.*, 95(5), 613-638.
- Hieda, K., Sunagawa, Y., Katanasaka, Y., Hasegawa, K., Morimoto, T. (2015): Antihypertensive effects of foods. *World J. Hypertens.* 5(2), 53-62.

- Hladká, K., Randulová, Z., Tremlová, B., Mančík, P., Černíková, M., Buňka, F. (2011): Pevnost tavených sýrů vyrobených bez tradičních tavicích solí. *Mlékařské listy*, č. 126, I-III.
- Hodgson, J.M., Puddey, I.B., Woodman, R.J., Mulder, T.P., Fuchs, D., Scott, K., Croft, K.D. (2012): Effects of black tea on blood pressure: a randomized controlled trial. *Arch. Intern. Med.* 172(2), 186-188.
- Hooper, L., Bartlett, C., Davey, S.G., Ebrahim, S. (2004): Advice to reduce dietary salt for prevention of cardiovascular disease. *Cochrane Database Syst. Rev.* 1:CD003656.
- Horita, C.N., Farias-Campomanes, A.M., Barbosa, T.S., Esmerino, E.A., da Cruz, A.G., Bolini, H.M.A., Meireles, M.A.A., Pollonio, M.A.R. (2016): The antimicrobial, antioxidant and sensory properties of garlic and its derivatives in Brazilian low-sodium frankfurters along shelf-life. *Food Res. Int.*, 84, 1-8.
- Horita, C.N., Messias, V.C., Morgano, M.A., Hayakawa, F.M., Pollonio, M.A.R. (2014): Textural, microstructural and sensory properties of reduced sodium frankfurter sausages containing mechanically deboned poultry meat and blends of chloride salts. *Food Res. Int.*, 66, 29-35.
- Hornstra, G., Barth, C. A., Galli, C., Mensink, R. P., Mutanen, M., Riemersma, R. A., Roberfroid, M., Salminen, K., Vansant, G., Verschuren, P. M. (1998): Functional food science and the cardiovascular system. *British Journal of Nutrition* 80, 113-146.
- Hsieh, M. H., Chan, P., Sue, Y. M., Liu, J. C., Liang, T. H., Huang, T. Y., Tomlinson, B., Chow M. S., Kao, P. F., Chen, Y. J. (2003): Efficacy and tolerability of oral stevioside in patients with mild essential hypertension: a two-year, randomized, placebo-controlled study. *Clin. Ther.* 25, 2797-2808.
- Iketani, T., Takazawa, K., Yamashina, A. (2013): Effect of eicosapentaenoic acid on central systolic blood pressure. *Prostaglandins Leukot. Essent. Fatty Acids* 88, 191-195.
- Inguglia, E.E., Zhang, Z.H., Tiwari, B.K., Kerry, J.P., Burgess, C.M. (2017): Salt reduction strategies in processed meat products - A review. *Trends Food Sci Technol.*, 59, 70-78.
- Ingulia, E.S., Zhang, Z.H., Tiwari, B.K., Kerry, J.P., Burgess, C.M. (2017): Salt reduction strategies in processed meat products - A review. *Trends Food Sci. Technol.*, 59, 70-78.
- Israr, T. Rakha, A., Sohail, M., Rashid, S., Shehzad, A. (2016): Salt reduction in baked products: Strategies and constraints. *Trends Food Sci. Technol.*, 51, 98-105.
- Jekle, M., Beck, M., Becker, T. (2014): Sodium content in baked products. *Baking+Biscuit*, 6, 44-48.
- Jeong, J.Y. (2017): Effects of Short-Term Presalting and Salt Level on the Development of Pink Color in Cooked Chicken Breasts. *Korean J.Food Sci. Animal*, 37(1), 98-104.
- Jesus, A.L.T., Fernandes, M.S., Kamimura, B.A., Silva, L., Silva, R., Esmerino, E.A., Cruz, A.G., Sant'Ana, A.S. (2016): Growth potential of *Listeria monocytogenes* in probiotic cottage cheese formulations with reduced sodium content. *Food Res. Int.*, 81, 180-187.

Jimenez-Maroto, L.A., Sato, T., Rankin, S.A. (2013): Saltiness potentiation in white bread by substituting sodium chloride with a fermented soy ingredient. *J. Cereal Sci.*, 58(2), 313-317.

Jodidovaná sůl European Salt Producers Association (www.eusalt.com)

Kadlec, P., Melzoch, K., Voldřich, M. a kol. (2012): *Technologie potravin. Přehled tradičních potravinářských výrob.* KEY Publishing, Ostrava.

Kadlec, P., Melzoch, K., Voldřich, M. a kol. (2012): *Přehled tradičních potravinářských výrob.*

Kamleh, R., Olabi, A., Toufeili, I., Daroub, H., Younis, T., Ajib, R. (2015): The effect of partial substitution of NaCl with KCl on the physicochemical, microbiological and sensory properties of Akkawi cheese. *J. Sci. Food Agric.*, 95(9), 1940-1948.

Kaplan, H., Thompson, R. C., Trumble, B. C., Wann, L. S., Allam, A. H., Beheim, B., Frohlich, B., Sutherland, M. L., Sutherland, J. D., Stieglitz, J., Rodriguez, D. E., Michalik, D. E., Rowan, Ch. J., Lombardi, G. P., Bedi, R., Garcia, A. R., Min, J. K., Narula, J., Finch, C. E., Gurven, M., Thomas, G. S. (2017): Coronary atherosclerosis in indigenous South American Tsimane: a cross-sectional cohort study. *Lancet* (doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)30752-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30752-3)).

Karabinošová, D. (2016): <http://nazjedenie.sk/bezne-i-specialne-druhy-soli/>

Karen, I., Filipovský, J. (2014): *Arteriální hypertenze. Centrum doporučených postupů pro praktické lékaře.* Praha: Společnost všeobecného lékařství.

Kaur, A., bala, R., Singh, B., Rehal, J. (2011): Effect of Replacement of Sodium Chloride with Mineral salts on Rheological characteristics of Wheat Flour. *Am. J. Food Technol.*, 6(8), 674-684.

Kawasaki, H., Sekizaki, Y., Hirota, M., Sekine-Hayakawa, Y., Nonaka, M. (2016): Analysis of binary taste-taste interactions of MSG, lactic acid, and NaCl by temporal dominance of sensations. *Food Qual. Preference*, 52, 1-10.

Kazeem M. I., Davies T. C. (2016): Anti-diabetic functional foods as sources of insulin secreting, insulin sensitizing and insulin mimetic agents. *Journal of Functional Foods*, 20, 122-138.

Kearney P. M., Whelton M., Reynolds K., Muntner P., Whelton P. K., He J. (2005): Global burden of hypertension: analysis of worldwide data. *Lancet* 365, 217-223.

Kearney P. M., Whelton M., Reynolds K., Whelton P. K., He J. (2004): Worldwide prevalence of hypertension: a systematic review. *Journal of Hypertension* 22, 11-19.

Keller U., Meier R., Bertoli S. *Klinická výživa.* Praha: Scientia Medica, 1993.

KEY Publishing, Ostrava.

Khan N., Mukhtar H. (2013): Tea and health: studies in humans. *Curr. Pharm. Des.* 19, 6141-6147.

Khetra, Y., Kanawjia, S.K., Puri, R. (2016): Selection and optimization of salt replacer, flavour enhancer and bitter blocker for manufacturing low sodium Cheddar cheese using response surface methodology. *LWT Food Sci. Technol.*, 72, 99-106.

Kolektiv autorů: *Pekařská technologie I. Pekař a cukrář,* Praha 2013.

Kondo T., Kishi M., Fushimi T., Ugajin S., Kaga T. (2009): Vinegar Intake Reduces Body Weight, Body Fat Mass, and Serum Triglyceride Levels in Obese Japanese Subjects. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 73(8), 1837-1843.

Koplík, R. (2017): Analysis of food and natural products laboratory exercise. Determination of mineral elements (atomic absorption spectrometry, spectrophotometry, titrimetry). (https://web.vscht.cz/~kohoutkj/ENG/LAPP_Detn_mineral_elements_v5.pdf), staženo 25.5.2017.

Kris-Etherton P. M., Harris W. SA., Appel L. J. (2002): Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. *Circulation* 106, 2747-2757.

La Croix, K.W., Fiala, S.C., Colonna, A.E., Durham, C.A., Morrissey, M.T., Drum, D.K., Kohn, M.A. (2015): Consumer detection and acceptability of reduced-sodium bread. *Public Health Nutrition*, 18(8), 1412-1218.

Laranjo, M., Gomes, A., Agulheiro-Santos, A.C. a kol. (2016): Characterisation of "Catalao" and "Salsichao" Portuguese traditional sausages with salt reduction. *Meat Sci*, 116, 34-42.

Laranjo, M., Gomes, A., Agulheiro-Santos, A.C. a kol. (2017): Impact of salt reduction on biogenic amines, fatty acids, microbiota, texture and sensory profile in traditional blood dry-cured sausages. *Food Chem.*, 2018, 129-136.

Látky chuťové

([http://www.wikiskripta.eu/index.php/L%C3%A1tky_chu%C5%A5ov%C3%A9_\(1._LF_UK,_NT\)](http://www.wikiskripta.eu/index.php/L%C3%A1tky_chu%C5%A5ov%C3%A9_(1._LF_UK,_NT)))

Law M. R., Frost C. D., Wald N. J. (1991): By how much does salt reduction lower blod pressure? III-Analysis of data from trials of salt reduction. *British Medical Journal* 302, 811-815.

Legrand E., Bouvard B., Audran M. (2013): Hypercalciuria and osteoporosis. *Rev Rhum Monogr.* 80(2), 78-81.

Leong, J., Kasamatsu, C., Ong, E., Hoi, J.T., Loong, M.N. (2016): A study on sensory properties of sodium reduction and replacement in Asian food using difference-from - control test. *Food Sci. Nutr.*, 4(3), 469-478.

Levi, H. (2014): Top 3 methods for measuring salt in food products. (<http://www.scientificgear.com/>, staženo 23.5.17).

Li H., Aluko R. E. (2010): Identification and inhibitory properties of multifunctional peptides from pea protein hydrolysate. *J. Agric. Food Chem*58, 11471-11476.

Li H., Prairie N., Udenigwe C. C., Adebisi A. P., Tappia P. S., Aukema H. M., Jones P. J., Aluko R. E. (2011): Blood pressure lowering effect of a pea protein hydrolysate in hypertensive rats and humans. *J. Agric. Food Chem.* 59, 9854-9860.

Liem D. G., Miremadi F., Keast R. S. J. (2011): Reducing Sodium in Foods: The Effect on Flavor. *Nutrients* 3, 694-711.

Liem, D.G., Miremadi, F., Keast, R.S.J. (2011): Reducing Sodium in Foods: The Effect on Flavor. *Nutrients*, 3, 694-711.

- Lobo, F., Ventanas, S., Morcuende, D., Estevez, M. (2016): Underlying chemical mechanisms of the contradictory effects of NaCl reduction on the redox-state of meat proteins in fermented sausages. *LWT Food Sci Technol.*, 69, 110-116.
- Lorente-Cebrián S., Costa A. G. V., Navas-Carretero S., Zabala M., Martinez J. A., Moreno-Aliaga M. J. (2013): Role of omega-3 fatty acids in obesity, metabolic syndrome, and cardiovascular diseases: a review of the evidence. *J Physiol. Biochem.* 69, 633-651.
- Lorenzo, J.M., Bermudez, R., Dominguez, R., Guiotto, A., Franco, D., Purrinos, L. (2015): Physicochemical and microbial changes during the manufacturing process of dry-cured lacon salted with potassium, calcium and magnesium chloride as a partial replacement for sodium chloride. *Food Control.*, 50, 763-769.
- Lu, Y., Mc Mahon, D.J. (2015): Effects of sodium chloride salting and substitution with potassium chloride on whey expulsion of Cheddar cheese. *J. Dairy Sci.*, 98(1), 78-88.
- Maďa, P., Fontana, J. (2017): 3. Chuťový a čichový systém. Funkce buněk a lidského těla. Multimediální skripta dostupné 5.5.2017 (<http://fbt.cz/>)
- Mahboobi S., Iraj B., Maghsoudi Z., Feizi A., Ghiasvand R., Askari G., Maayeshi N. (2014): The effects of probiotic supplementation on markers of blood lipids, and blood pressure in patients with prediabetes. A randomized clinical trial. *Int. J. Prev. Med.* 5, 1239-1246.
- Málek F. (2009): Nová doporučení pro léčbu arteriální hypertenze. *Praktické lékařství* 5(3), 114-117.
- Málek, Z. (2011): Nemoci štítné žlázy (<http://www.thyrea.cz/index.php?str=nemoci>).
- Mallamaci F., Tripepi G. (2014): Salt restriction in chronic kidney disease: a simple need or a must? *Kidney Blood Press Res.* 39(2-3), 124-128.
- Martelo-Vidal, M.J., Guerra-Rodriguez, E., Pita-Calvo, C., Vazquez, M. (2016): Reduced-salt restructured European hake (*Merluccius merluccius*) obtained using microbial transglutaminase. *Innovative Food Sci. Emerging Technol.*, 38, 182-188.
- Masulli, D. (2015): Determining Salt in Food. (<http://www.foodqualityandsafety.com/article/determining-salt-in-food/4/>).
- McCann, T.H., Day, L. (2013): Effect of sodium chloride on gluten network formation, dough microstructure and rheology in relation to breadmaking. *J. Cereal Sci.*, 57(3), 444-452.
- McCarthy, C.M., Wilkinson, M.G., Kelly, P.M., Guinee, T.P. (2015): Effect of salt and fat reduction on the composition, lactose metabolism, water activity and microbiology of Cheddar cheese. *Dairy Sci. Technol.*, 95(5SI), 587-611.
- McCarthy, C.M., Wilkinson, M.G., Kelly, P.M., Guinee, T.P. (2016): Effect of salt and fat reduction on proteolysis, rheology and cooking properties of Cheddar cheese. *Int. Dairy J.*, 56, 74-86.

- McMahon E. J., Campbell K. L., Bauer J. D., Mudge D. W. (2015): Altered dietary salt intake for people with chronic kidney disease. *Cochrane Database Syst Rev.* 2:CD010070 (doi: 10.1002/14651858.CD010070.pub2).
- McMahon, D.J., Oberg, C.J., Drake, M.A., Farkye, N., Moyes, L.V., Arnold, M.R., Ganesan, B., Steele, J., Broadbent, J.R. (2014): Effect of sodium, potassium, magnesium, and calcium salt cations on pH, proteolysis, organic acids, and microbial populations during storage of full-fat Cheddar cheese. *J. Dairy Sci.* 97(8), 4780-4798.
- Medina-Remón A., Tresserra-Rimbau A., Pons A., Tur J. A., Martorell M., Ros E., Buil-Cosiales P., Sacanella E., Covas M. I., Corella D., Salas-Salvadó J., Gómez-Gracia E., Ruiz-Gutiérrez V., Ortega-Calvo M., García-Valdúeza M., Arós F., Saez G. T., Serra-Majem L., Pinto X., Vinyoles E., Estruch R., Lamuela-Raventós R. M. (2015): PREDIMED Study Investigators. Effects of total dietary polyphenols on plasma nitric oxide and blood pressure in a high cardiovascular risk cohort. The PREDIMED randomized trial. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* 25, 60-67.
- Mickleborough T. D., Fogarty A. (2006): Dietary sodium intake and asthma: an epidemiological and clinical review. *Int. J. Clin. Pract.* 60(12), 1616-1624.
- Miller, R., Jeong, J. (2014): Sodium Reduction in Bread Using Low-Sodium Sea Salt
- Miyaki, T., Imada, T., Hao, S.S., Kimura, E. (2016): Monosodium L-glutamate in soup reduces subsequent energy intake from high-fat savoury food in overweight and obese women. *Brit. J. Nutr.*, 115(1), 176-184.
- Miyawaki T., Aono H., Toyoda-Ono Y., Maeda H., Kiso Y., Moriyama K. (2009): Antihypertensive effects of sesamin in humans. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 55, 87-91.
- Mizushima S., Ohshige K., Watanabe J., Kimura M., Kadowaki T., Nakamura Y., Tochikubo O., Ueshima H. (2004): Randomized controlled trial of sour milk on blood pressure in borderline hypertensive men. *American Journal of Hypertension* 17, 701-706.
- Mohamed S. (2014): Functional foods against metabolic syndrome (obesity, diabetes, hypertension and dyslipidemia) and cardiovascular disease. *Trends in Food Sci and Technol.* 35, 114-128.
- Mora-Galego, H., Guardia, M.D., Serra, X., Gou, P., Arnau, J. (2016): Sensory characterisation and consumer acceptability of potassium chloride and sunflower oil addition in small-caliber non-acid fermented sausages with a reduced content of sodium chloride and fat. *Meat Sci.*, 112, 9-15.
- Morand C., Dubray C., Milenkovic D., Lioger D., Martin J. F., Scalbert A., Mazur A. (2011): Hesperidin contributes to the vascular protective effects of orange juice: a randomized crossover study in healthy volunteers. *Am. J. Clin. Nutr.* 93(1), 73-80.
- Moreno-Luna R., Muñoz-Hernandez R., Miranda M. L., Costa A. F., Jimenez-Jimenez L., Vallejo-Vaz A. J., Muriana F. J., Villar J., Stiefel P. (2012): Olive oil polyphenols decrease blood pressure and improve endothelial function in young women with mild hypertension. *Am. J. Hypertens* 25(12), 1299-1304.

Mozaffari-Khosravi H., Ahadi Z., Barzegar K. (2013): The effect of green tea and sour tea on blood pressure of patients with type 2 diabetes: a randomized clinical trial. *J. Diet. Suppl.* 10, 105-115.

Mubarak A., Bondonno C. P., Liu A. H., Considine M. J., Rich L., Mas E., Croft K. D., Hodgson J. M. (2012): Acute effects of chlorogenic acid on nitric oxide status, endothelial function, and blood pressure in healthy volunteers: a randomized trial. *J. Agric. Food Chem.* 60(36), 9130-9136.

Mueller, E., Koehler, P., Scherf, K.A. (2016): Applicability of salt reduction strategies in pizza crust. *Food Chem.*, 192, 1116-1123.

Murtaza, M.A., Huma, N., Sameen, A., Murtaza, M.S., Mahmood, S., Mueen-ud-Din, G., Meraj, A. (2014): Texture, flavor, and sensory quality of buffalo milk Cheddar cheese as influenced by reducing sodium salt content. *J. Dairy Sci.*, 97(11), 6700-6707.

Nařízení (ES) č. 1924/2006 o výživových a zdravotních tvrzeních při označování potravin.

NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU a RADY (ES) č. 1924/2006 ze dne 20. prosince 2006 o údajích týkajících se potravin z hlediska jejich nutriční hodnoty a vlivu na zdraví

Naseri M. K., Arabian M., Badavi M., Ahangarpour A. (2008): Vasorelaxant and hypotensive effects of *Allium cepa* peel hydroalcoholic extract in rat. *Pak. J. Biol. Sci.* 11, 1569-1575.

Nejedlá. M. (2014): Sociálně marketingové nástroje ke snížení spotřeby soli. BCA -Bilateral Collaborative Agreements. Konference Školní stravování 20.-22.5. 2014, Praha.

Nogueira. A.D., Kussano, J.T., Steel, C.J. (2015): Sourdough reduces sodium in wheat flour doughs. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 50(12), 2621-2629.

Nogueira, a.D., Steel, C.J. (2016): Process Parameters and Technological Quality of French Rolls Produced with Dry Sourdough to Reduce Sodium. *Cereal Chem.*, 93(2), 138-144.

Novotná, V.: Himalájská sůl a její přínos pro naše zdraví (<http://www.vyvazenezdravi.cz/himalajska-sul-jeji-prinos-pro-nase-zdravi>).

Nutr. Rev., 70(11), 666-678.

Nutra Food Ingredients, LLC firemní literatura <http://nutrafoodingredients.com/products/sourced-products/sodium-caseinate>

Obarzanek E., Sacks F. M., Voller W. M., Bray G. A., Miller E. R., Lin P. H., Karanja N. M., Most-Windhauser M. M., Moore T. J., Swain J. F., Bales C. W., Proschan M. A, the DASH Research Group (2001): Effects on blood lipids of a blood pressure-lowering diet: the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) trial. *Am. J. Clin. Nutr.* 74, 80-89.

Ohta Y., Tsuchihashi T., Kiyohara K., Oniki H. (2013): High salt intake promotes a decline in renal function in hypertensive patients: a 10-year observational study. *Hypertens. Res.* 36(2), 172-176.

Ojha, K.S., Keenan, D.F., Bright, A., Kerry, J.P., Tiwary, B.K.(2016): : Ultrasound assisted diffusion of sodium salt replacer and effect on physicochemical properties of pork meat. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 51(1), 37-45.

- Ong L., Shah N. P. (2008): Release and identification of angiotensin-converting enzyme-inhibitory peptides as influenced by ripening temperatures and probiotic adjuncts in cheddar cheeses. *LWT-Food Science and Technology* 41, 1555-1566.
- Onipchenko, N., Doležalová, M., Procházková, E., Martinková, I., Hrabě, J.(2012): Změny mikroflóry během výroby pařených sýrů. *MLékařské listy*, 132, I-IV.
- Oparil S. (2014): Low Sodium Intake – Cardiovascular Health Benefit or Risk? *N. Engl. J. Med.* 371(7), 677-679.
- Opletal, L., Wimmer, Z., Čopíková, J., Lapčík, O., Moravcová, J., Cahlíková, L., Drašar, P. (2011): Slaná chuť přírodních látek a jejich derivátů. *Chem. Listy* 105, 761-765.
- Park S. M., Jee J., Joung J. Y., Cho Y. Y., Sohn S. Y., Jin S. M., Hur K. Y., Kim J. H., Kim S. W., Chung J. H., Lee M. K., Min Y. K. (2014): High dietary sodium intake assessed by 24-hour urine specimen increase urinary calcium excretion and bone resorption marker. *J. Bone Metab.* 21(3), 189-194.
- Penas, E., Diana, M., Frias, J., Quilez, J., Martinez-Villaluenga, C. (2015): Effect of Glutamate Accumulation During Sourdough Fermentation with *Lactobacillus reuteri* on the Taste of Bread and Sodium-Reduced Bread. *Plant Foods Human Nutr.*, 70(1), 97-103.
- Petrone A. B., Gaziano J. M., Djoussé L. (2013): Effects of dark chocolate and cocoa products on endothelial function: a meta-analysis. *Current Nutrition Reports* 2, 267-273.
- Petrová J., Stávková J. (2015): Balené přírodní minerální vody. *Výživa a potraviny*, 70(5), 123-125.
- Pflaum, T., Konitzer, K., Hofmann, T., Koehler, P. (2013): Influence of Texture on the Perception of Saltiness in Wheat Bread. *J. Agric. Food Chem.*, 61(45), 10649-10658.
- Philpott, M. (2012): Techniques for the Analysis of Sodium Chloride in Food Samples and Their Advantages and Disadvantages. (http://www.saafofost.org.za/events/branch_all/2012/may_saltsodiumreduction/presentations/mik_ephilpott.pdf).
- Pietrasik, Z., Gaudette, N.J. (2015): The effect of salt replacers and flavor enhancer on the processing characteristics and consumer acceptance of turkey sausages. *J.Sci.Food Agric.*, 95(9), 1845-1851.
- Pilipenko N., Rasmussen M., Zamaratskaia G. (2016): Inhibition of Warfarin metabolism in human microsomes by bioactive compounds. In: Horna A., ed. Book of proceedings from 16th International nutrition and diagnostics conference. Praha: 3. - 6. 10. 2016, p. 15.
- Pogson Z., McKeever T. (2011): Dietary sodium manipulation and asthma. *Cochrane Database Syst Rev.* 16(3):CD000436 (doi:10.1002/14651858.CD000436.pub3).
- Quilez, J., Salas-Salvado, J. (2012): Salt in bread in Europe: potential benefits of reduction.
- Quilez, J., Salas-Salvado, J. (2016): The feasibility and acceptability of reducing salt in partially baked bread: a Spanish case study. *Public Health Nutr.*, 19(6), 983-987.

Recman laboratorní technika – firemní literature. (<http://www.recman.cz/aplikacni-listy/> staženo 23.5.2017).

Rett B. S., Whelan J. (2011): Increasing dietary linoleic acid does not increase tissue arachidonic acid content in adults consuming Western-type diets: a systematic review. *Nutr. Metab.* 8, 36.

Ried K., Frank O. R., Stocks N. P. (2013): Aged garlic extract reduces blood pressure in hypertensives: a dose-response trial. *Eur. J. Clin. Nutr.* 67, 64-70.

Řiháček I., Souček M., Fráňa P. (2006): Hypertenze – léčba ve vyšším věku. *Klinická farmakologie a farmacie* 3, 140-143.

Rodrigues, F.M., Rosenthal, A., Tiburski, J.H., da Cruz, A.G. (2016): Alternatives to reduce sodium in processed foods and the potential of high pressure technology. *Food Sci. Technol, Campinas*, 36(1), 1-8.

Rodrigues, I., Trindade, M.A., Caramit, F.R., Candogan, K., Pokhrel, P.R., Barbosa-Canovas, G.V. (2016): Effect of high pressure processing on physicochemical and microbiological properties of marinated beef with reduced sodium content. *Innovative Food Sci. Emerging Technol.*, 38(SI), 328-333.

Rodriguez C. J., Bibbins-Domingo K., Jin Z., Daviglius M. L., Goff D. C. Jr., Jacobs D. R. Jr. (2011): Association of sodium and potassium intake with left ventricular mass: coronary artery risk development in young adults. *Hypertension* 58(3), 410-416.

Ros-Polski, V., Koutchma, T., ůue, J., Defelice, C., Balamurubam, S. (2015): Effects of high hydrostatic pressure processing parameters and NaCl concentration on the physical properties, texture and quality of white chicken meat. *Innovative Food Sci Emerging Technol.*, 30, 31-42.

Russo C., Olivieri O., Girelli D., Azzini M., Stanzial A. M., Guarini P., Friso S., De Franceschi L., Corrocher R. (1995): Omega-3 polyunsaturated fatty acid supplements and ambulatory blood pressure monitoring parameters in patients with mild essential hypertension. *J. Hypertens.* 13, 1823-1826.

Russo G. L. (2009): Dietary n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids: from biochemistry to clinical implications in cardiovascular prevention. *Biochemical Pharmacology* 77, 937-946.

Ryřavá, L., kříž, J. (2016): Solution of iodine deficiency in the Czech Republic – history and current situation 20 years of work prof. Václav Zamrazil for Commission on the solution of Iodine deficiency. *Vnitř. Lek.*, 62(3), 103-106.

Sacks F. M., Svetkey L. P., Vollmer W. M., Appel L. J., Bray G. A., Harsha D., Obarzanek E., Conlin P. R., Miller E. R., Simons-Morton D. G., Karanja N., Lin P. H. (2001): Effects on blood pressure of reduced dietary sodium and the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet. DASH-Sodium Collaborative Research Group. *N. Engl. J. Med.* 344, 3-10.

Saldeen P., Saldeen T. (2006): Omega-3 Fatty acids: structure, function, and relation to the metabolic syndrome, infertility and pregnancy. *Metabolic Syndrome and Related Disorders*, 4, 138-148.

Salovaara, H. (2009): Salt in Bread: Technical, Taste and other Parameters for Healthy Eating. Seminar 21. October 2009 Centre de Conférences Albert Borschette (ccab) 36, B - 1040 Brussels.

Salt reduction and iodine fortification strategies in public health: report of a joint technical meeting convened by the World Health Organization and The George Institute for Global Health in collaboration with the International Council for the Control of Iodine Deficiency Disorders Global Network, Sydney, Australia, March 2013. © World Health Organization 2014.

Šamánek M., Urbanová Z. (2006): Léčení zvýšeného krevního tlaku u dětí a mladistvých. *Pediatric pro praxi* 4, 229-231.

Sanders M., Guarner F., Guerrant R., Holt P., Quigley E., Sartor R., Sherman P., Mayer E. (2013): An update on the use and investigation of probiotics in health nad disease. *Gut* 62, 787-796.

Sayar, S., Erdogan, F., Eydemir, G., Nayman, E. (2016): Partial substitution of sodium chloride by potassium chloride in bread: effect on dough and bread properties. *Qual. Assurance Safety Crops Foods*, 8(4), 609-615.

Schmidt, M.M., Dornelles, R.C.P., Vidal, A.R., Fontoura, A., Kubota, E.H., Mello, R.O., Kempka, A.P., Demiate, I.M. (2017): Development of cooked and smoked chicken sausage with reduced sodium and fat. *J.Applied Poultry Res.*, 26(1), 130-144.

Sebranek, J.G. (2015): An Overview of Functional Non-Meat Ingredients in Meat Processing: The Current Toolbox. American Meat Science Association, 68th Annual Reciprocal Meat Conference, 2015. (http://www.meatscience.org/docs/default-source/publications-resources/rmc/2015/09_sebranek_f.pdf)

Seppo L., Jauhiainen T., Poussa T., Korpela R. (2003): A fermented milk high in bioactive peptides has a blood pressure-lowering effect in hypertensive subjects. *American Journal of Clinical Nutrition* 77, 326-330.

Sharifi A. M., Darabi R., Akbarloo N. (2003): Investigation of antihypertensive mechanism of garlic in 2KIC hypertensive rat. *J. Ethnopharmacol.* 86, 219-224.

Shikata K., Kiyohara Y., Kubo M., Yonemoto K., Ninomiya T., Shirota T., Tanizaki Y., Doi Y., Tanaka K., Oishi Y., Matsumoto T., Iida M. (2006): A prospective study of dietary salt intake and gastric cancer incidence in a defined Japanese population: the Hisayama study. *Int. J. Cancer* 119(1), 196-201.

Shim, E., Yang, Y. J., Yang, Y. K. (2016): Relationship between thresholds and self-assessed preference for saltiness and sodium intake in young women. *J. Nutr. Health*, 49(2), 88 – 98.

Shrestha, S., Nummer, B. (2016): Survival of Salmonella spp. in low water activity chicken base paste and powder formulated at different salt levels. *Food Control*, 59, 663-668.

Siasos G., Tousoulis D., Kokkou E., Oikonomou E., Kollia M. E., Verveniotis A., Gouliopoulos N., Zisimos K., Plastiras A., Maniatis K., Stefanadis C. (2014): Favorable effects of concord grape juice on endothelial function and arterial stiffness in healthy smokers. *Am. J. Hypertens.* 27(1), 38-45.

- Silow, C., Zannini, E., Axel, C., Lynch, K.M., Arendt, E.K. (2016): Effect of salt reduction on wheat-dough properties and quality characteristics of puff pastry with full and reduced fat content. *Food Res: Int.*, 89, 330-337.
- Sluimer, P.: Principles of Breadmaking. Functionality of Raw Materials and Process Steps. AACC, St.Paul 2005.
- Smith, T., Haider, Ch. (2014): Novel method for determination of sodium in foods by thermometric endpoint titrimetry (TET). *J. Agric. Chem. Enviroment.* 3(1B), 20-25.
- Soares, C., Fernando, A.L., Alvarenga, N., Martins, A.P.L. (2016): Substitution of sodium chloride by potassium chloride in So Joo cheese of Pico Island. *Dairy Sci Technol.*, 96(5), 637-655.
- Soltani, M., Guzeler, N., Hayloglu, A.A. (2015): The influence of salt concentration on the chemical, ripening and sensory characteristics of Iranian white cheese manufactured by UF-Treated milk. *J. Dairy Res.*, 82(3), 365-374
- Sondergaard, L., Ryssel, M., Svendsen, C., Hoier, E., Andersen, U., Hammershoj, M., Moller, J.R., Arneborg, N., Jespersen, L. (2015): Impact of NaCl reduction in Danish semi-hard Samsøe cheeses on proliferation and autolysis of DL-starter cultures. *Int. J.Food Microbiol.*, 213 (SI), 59-70.
- Spina, A. Brighina, S., Muccilli, S., Mazzaglia, A., Rapisarda, P., Fallico, B., Arena, E. (2015): Partial Replacement of NaCl in Bread from Durum Wheat (*Triticum turgidum* L subsp durum Desf.) with KCl and Yeast Extract: Evaluation of Quality Parameters During Long Storage. *Food Bioprocess Technol.*, 8(5), 1089-1101.
- Squadrito F., Marini H., Bitto A., Altavilla D., Polito F., Adamo E. B., D'Anna R., Arcoraci V., Burnett B. P., Minutoli L., Di Benedetto A., Di Vieste G., Cucinotta D., de Gregorio C., Russo S., Corrado F., Saitta A., Irace C., Corrao S., Licata G. (2013): Genistein in the metabolic syndrome: results of a randomized clinical trial. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 98, 3366-3374.
- Stanbury J.B. (1991): The safety of iodate as a salt additive. *IDD Newsletter*, 7, 23.
- Stanhope K. L., Schvarz J. M., Keim N. L. a spol. (2009): Consuming fructose-sweetened, not glucose-sweetened beverages increases visceral adiposity and lipids and decreases insulin sensitivity in overweight/obese humans. *The Journal of Clinical Investigation* 119, 1322-1334.
- Strazzullo P., D'Elia L., Kandala N. B., Cappuccio F. P. (2009): Salt intake, stroke, and cardiovascular disease: meta-analysis of prospective studies. *BMJ* 339:b4567 (doi: 10.1136/bmj.b4567).
- Strunecká, A., Patočka, J: Doba jedová. Triton 2011
- Šubrtová M., Matějová H. (2015): Sodík a jeho vliv na zdraví. *Hygiena* 60(4), 149-154.
- Suková, I. (2005): Možnosti snižování obsahu soli v sýrech. *Agronavigátor* - <http://www.agronavigator.cz>.
- Svačina Š. a kol. (2008): *Klinická dietologie*. Praha: Grada Publishing, a.s.

- Tamm, A., Bolumar, T., Bajovic, B., Toepfl, S. (2016): Salt (NaCl) reduction in cooked ham by a combined approach of high pressure treatment and the salt replacer KCl. *Innovative Food Sci. Emerging Technol.*, 36, 294-302.
- Taylor R. S., Ashton K. E., Moxham T., Hooper L., Ebrahim S. (2011): Reduced dietary salt for the prevention of cardiovascular disease. *Cochrane Database Syst. Rev.* CD009217 (doi: 10.1002/14651858.CD009217).
- Taylor, T.M., Lathrop, A.A. (2015): Evaluation of antimicrobials and salt replacers for use in low-sodium dairy products. *J. Food Safety*, 35(1), 32-40.
- Teucher B., Fairweather-Tait S. (2003): Dietary sodium as a risk factor for osteoporosis: where is the evidence? *Proc. Nutr. Soc.* 62(4), 859-866.
- Thomas M. C., Moran J., Forsblom C., Harjutsalo V., Thorn L., Ahola A., Wadén J., Tolonen N., Saraheimo M., Gordin D., Groop P. H. (2011): FinnDiane Study Group. The Association Between Dietary Sodium Intake, ESRD, and All-Cause Mortality in Patients With Type 1 Diabetes. *Diabetes Care* 34(4), 861-866.
- Timpson N. J., Harbord R., Davey Smith G., Zacho J., Tybjaerg-Hansen A., Nordestgaard B. G. (2009): Does greater adiposity increase blood pressure and hypertension risk? Mendelian randomization using the FTO/MC4R genotype. *Hypertension* 54, 84-90.
- Tláškal P., Hrstková H., Balíková M., Strosserová A. (2009): Výživové doporučené dávky v realitě jídelníčků českých předškolních a školních dětí. *Výživa a potraviny* 6, 91-94.
- Tomé-Carneiro J., Larrosa M., Yáñez-Gascón M. J., Dávalos A., Gil-Zamorano J., Gonzálves M., García-Almagro F. J., Ruiz Ros J. A., Tomás-Barberán F. A., Espín J. C., García-Conesa M. T. (2013): One-year supplementation with a grape extract containing resveratrol modulates inflammatory-related microRNAs and cytokines expression in peripheral blood mononuclear cells of type 2 diabetes and hypertensive patients with coronary artery disease. *Pharmacol. Res.* 72, 69-82.
- Torrico, D.D., Prinyawiwatkul, W. (2015): Psychophysical Effects of Increasing Oil Concentrations on Saltiness and Bitterness Perception of Oil-in-Water Emulsions. *J. Food Sci.* 80(8), S1885-1892.
- Trávníček, J., Kroupová, V., Dušová, H., Krhovjáčková, J., Konečný, R. (2011): Optimalizace obsahu jodu v kravském mléce. Uplatněná certifikovaná metodika, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích a Agrovýzkum Rapotín, České Budějovice 2011.
- Ueshima, H., Stamler, J., Elliott, P., Chan, Q., Brown, I. J., Carnethon, M. R., Daviglus, M. L., He, K., Moag-Stahlberg, A., Rodriguez, B. L., Steffen, L. M., Van Horn, L., Yarnell, J., Zhou, B. (2007): Food omega-3 fatty acid intake of individuals (total, linolenic acid, long-chain) and their blood pressure: INTERMAP study. *Hypertension* 50, 313-319.
- Umesawa, M., Iso, H., Fujino, Y., Kikuchi, S., Tamakoshi, A. (2016): Salty Food Preference and Intake and Risk of Gastric Cancer: The JACC Study. *J. Epidemiol.* 26(2), 92-97.

Urbano, C., Deglaire, A., Cartier-Lange, E., Herbreteau, V., Cordelle, S., Schlich, P. (2016): Development of a sensory tool to assess overall liking for the fatty, salty and sweet sensations. *Food Qual. Preference*, 48, 23-32.

Urbanová, K. a kol. (2017): Jak solíme v Kraji Vysočina? *Výživa a potraviny* 72(3), 62.

URL: <http://www.uzis.cz/katalog/rocenky/zdravotnicka-rocenka-ceske-republiky-1961-az-2013> [cit. 2017-04-27].

URL: <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-potravin-2015> [cit. 2017-05-12].

URL: <http://www.nutridatabase.cz/> [cit. 2017-05-16].

URL: http://www.nutri-vyziva.cz/clanky?druhy_soli

URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Sequestrant?oldid=531749331>

URL: Kasein: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92329.aspx>

Valerio, F., Conte, A., Di Biase, M., Lattanzio, V.M.T., Lonigro, S.L., Padalini, L., Pontonio, E., Iavermioccia, P. (2017): Formulation of yeast-leavened bread with reduced salt content by using a *Lactobacillus plantarum* fermentation product. *Food Chem.*, 221, 582-589.

Van der Haar, F. (2017): Salt Iodization into the Modern Era and Beyond. In book: Pearce, E.N.: *Iodine Deficiency Disorders and Their Elimination*, pp.91-104, Springer 2017.

Vasan, R., Larson, M.G., Leip, E.P., Kannel, W.B., Levy, D. (2001): Assessment of frequency of progression to hypertension in non-hypertensive participants in the Framingham Heart Study: a cohort study. *Lancet* 358, 1682-1686.

Večerková, H. (2017): Test soli v potravinách. Přesoleno. Sůl je i v bábovce a sušenkách. *Mladá fronta DNES*, 14. 3. 2017.

Velíšek, J. (1999): *Chemie potravin*. Tábor: Osis.

Villela, P.T.M., Borges de-Oliveira, E., Villela, P.T.M., Bonardi, J.M.T., Bertani R. F., Moriguti, J. C., Ferriolli, E., Kilza da Costa Lima, N. (2014): Salt Preferences of Normotensive and Hypertensive Older Individuals. *The Journal of Clinical Hypertension* 16(8), 587-590.

Vollmer, W.M., Sacks, F.M., Svetkey, L.P. (2001): New insights into the effects on blood pressure of diets low in salt and high in fruits and vegetables and low-fat dairy products. *Curr. Control Trial Cardiovasc. Med.* 2, 71-74.

Vorlová, L. (2013): Nutriční aspekty konzumace mléčných výrobků. *Mlékařské listy*, 140, VII-IX 9.

Vorlová, L., Králová, M., Borkovcová, I., Kostrhounová, R. (2014): *Chemie potravin a chemické laboratorní metody obecné kapitoly*. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno.

Vyhláška č. 4/2008 Sb., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin Příloha 6: Seznam konzervantů povolených při výrobě potravin nebo skupin potravin a podmínky jejich použití.

Whelton P. K., He J., Appel L. J., Cutler J. A., Havas S., Kotchen T. A., Roccella E. J., Stout R., Vallbona C., Winston M. C., Karimbakas J. (2002): Primary prevention of hypertension: clinical and public health advisory from The National High Blood Pressure Education Program. *JAMA* 288, 1882-1888.

WHO report of a joint technical meeting: Salt reduction and iodine fortification strategies in public health. Sydney, Australia, 2013.

WHO Guideline: Fortification of Food-Grade Salt with Iodine for the Prevention and Control of Iodine Deficiency Disorders. Geneva, 2014

Widimský J. (2010): Léčba hypertenze v každodenní praxi. *Interní medicína pro praxi* 12(5), 236-246.

Widimský, J. jr., Widimský, J. a kol. (2014): Hypertenze. Praha: Triton.

Wolf-Maier K., Cooper R. S., Banegas J. R., Giampaoli S., Hense H. - W., Joffres M., Katarinen M., Poulter N., Primatesta P., Rodriguez-Artalejo F., Stegmayr B., Thamm M., Tuomilchto J., Vanuzzo D., Vescio F. (2003): Hypertension Prevalence and Blood Pressure Levels in 6 European Countries, Canada, and the United States. *JAMA* 289(18), 2363-2369.

Woo, J., Kwok, T., Leung, J., Tang, N. (2009): Dietary intake, blood pressure and osteoporosis. *J. Hum. Hypertens.* 23(7), 451-455.

World Health Organisation 2010. Ischaemic heart disease, allages, per 100 000. Dostupné na: <http://data.euro.who.int/hfadb/tables/tableA.php?w=1024&h=768>.

World Health Organisation 2014. Policy brief: reducing the use of salt in the food industry to lower sodium consumption. Dostupné na: <http://www.who.int/nmh/ncd-coordinationmechanism/Policybrief34.pdf>.

World Health Organisation. Reducing Salt Intake in Populations: report of a WHO Forum and Technical Meeting, 5-7 October 2006, Paris. WHO: Geneva, 2007.

Yang, H.J., Han, M.Y., Wang, X., Han, Y.Q., Wu, J.Q., Xu, X.L., Zhou, G.H. (2015): Effect of high pressure on cooking losses and functional properties of reduced-fat and reduced-salt pork sausage emulsions. *Innovative Food Sci Emerging Technol.*, 29(SI), 125-133

Yeo, S.K., Liong, M.T. (2010): Angiotensin I-converting enzyme inhibitory activity and bioconversion of isoflavones by probiotics in soymilk supplemented with prebiotics. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 61, 161-181.

Yotsuyanagi, S.E., Contreras-Castillo, C.J., Hagiwara, M.M.H., Cipolli, K.M.V.A.B., Lemos, A.L.S.C., Morgano, M.A., Yamada, E.A. (2016): Technological, sensory and microbiological impacts of sodium reduction in frankfurters. *Meat Sci.*, 115, 50-59.

Zajíc, J. (2012): Hypertenze ve vysokém věku: Nikdy není pozdě na léčbu. *Interní medicína pro praxi* 14(4), 161-163.

Zelenka, M., Trnkalová, A., Stránská, J., Tesař, J. (2009): Pravidla správné výrobní a hygienické praxe pro výrobce jedlé soli a solných výrobků. Solné mlýny Olomouc.

Zhang, Z.Y., Yang, Y.L., Tang, Y.Z., Chen, Y.J., You, Y.Y. (2016): Chemical forces study of heat-induced myofibrillar protein gel as affected by partial substitution of NaCl with KCl, MgCl₂ and CaCl₂. CYTA J. Food, 14(2), 139-247.

Zhao, C.J., Kinner, M., Wismer, W., Ganzle, M.G. (2015): Effect of Glutamate Accumulation During Sourdough Fermentation with *Lactobacillus reuteri* on the Taste of Bread and Sodium-Reduced Bread. Cereal Chem., 92 (2), 224-230.

Ziegenfuss, T.N., Hofheins, J.E., Mendel, R.W., Landis, J., Anderson, R.A. (2006): Effects of a water-soluble cinnamon extract on body composition and features of the metabolic syndrome in pre-diabetic men and women. J. Int. Soc. Sport Nutr. 3, 45-53.

Zimmermann, M.B., Boelaert, K. (2015): Iodine deficiency and thyroid disorders. www.thelancet.com/diabetes-endocrinology. Lancet Diabetes Endocrinol, 3, 286–95.

8. GLYKEMICKÝ INDEX POTRAVIN

V souvislosti se stále vzrůstající nadváhou, obezitou a dalšími rizikovými zdravotními potížemi dnešní populace jako je např. diabetes či srdečně-cévní choroby stoupá zájem veřejnosti o zdravější životní styl a s tím související i vhodnou skladbu potravin, tedy nejen sledování energetického příjmu, ale i kvality a glykemického indexu potravin, který může napovědět, jaké potraviny jsou vhodné v konkrétních zdravotních situacích nebo sportovních aktivitách konzumovat a přispět tak k prevenci civilizačních chorob.

Jedna z prvních studií o glykemickém indexu (GI) byla provedena v roce 1981 týmem autorů v Kanadě (Jenkins a kol. 1981), kteří publikovali soubor 61 potravin se zjištěnými hodnotami GI popisujících jejich vztah s jednotlivými složkami potravin jako je obsah cukrů, bílkovin, tuku, vlákniny a zjišťovali, jak tyto složky působí na postprandiální glykemickou odezvu organismu. Další vydání publikovaných hodnot GI potravin bylo prezentováno v roce 1995 se souborem 565 potravin v International Tables of Glycemic Index (Foster-Powell a kol. 2002), které poskytly základ pro porovnání vlivu rozdílných sacharidů na riziková onemocnění. V roce 1997 pak výbor expertů přišel společně s FAO (Food and Agriculture Organization) a WHO (World Health Organization) s výsledky výzkumu sacharidů z hlediska důležitosti pro výživu, zdraví a prevenci některých civilizačních onemocnění (FAO/WHO Expert Consultation, 1997). Tento výbor podporuje používání metod zjišťování GI potravin v souvislosti s informacemi o nutričním složení potravin a doporučuje konzumaci potravin s nízkým GI. Na univerzitě v Sydney se dlouhodobě týmy odborníků zabývají zjišťováním a testováním GI mnoha potravin. Některé studie uvádějí, že dlouhodobá konzumace potravin s vysokým GI predikují riziko diabetu II. typu (Salmeron a kol. 1997) a kardiovaskulárních onemocnění (Liu a kol., 2000), a že konzumace potravin s nízkým GI může ochránit proti obezitě (Ludwig 2000), rakovině tlustého střeva (Franceschi a kol. 2001). Naproti tomu např. Americká diabetická asociace (American Diabetes Association, 2007) je ve svých výročí o významu GI

potravin v prevenci diabetu II. typu opatrnější, neb některé studie neprokázaly jednoznačný vliv, i když určitě doporučuje konzumovat potraviny s nízkým GI.

Každopádně jsou informace o GI potravin jedním z užitečných prostředků ke klasifikaci sacharidů a umožňuje nové náhledy na vztahy mezi fyziologickým aspektem sacharidů a zdravím. Glykemický index potravy (GI) je definován jako poměr plochy pod vzestupnou částí křivky postprandiální glykemie testované potravy v množství, které odpovídá obsahu využitelných sacharidů 50 g, k ploše, kterou vyvolá požití 50 g glukosy (nebo odpovídající množství bílého chleba).

8.1. ROZDĚLENÍ POTRAVIN DLE GLYKEMICKÉHO INDEXU GI

Potraviny můžeme rozdělit z hlediska hodnot glykemického indexu (GI) na potraviny s nízkým GI, jejichž hodnota je nižší než 55, na potraviny se středním GI s hodnotou mezi GI 56-69 a na potraviny s vysokým GI, u kterých je hodnota vyšší než 70 (Foster-Powel a kol. 2002). Nejvyšší hodnoty GI mají potraviny s vysokým obsahem jednoduchých cukrů, a čím více obsahuje potravina komplexní sacharidy, tím se hodnota GI dané potravy snižuje. V Tab. 35 je uvedeno orientační zastoupení jednotlivých skupin potravin, přičemž v určitých případech v závislosti na technologickém a tepelném zpracování se může stejný základ potravy vyskytovat ve více skupinách.

Například brambory vařené ve slupce se řadí s hodnotou cca GI 50-70 (podle odrůdy) do skupiny s nižším až středním GI, zatímco brambory vařené bez slupky, bramborová kaše, hranolky či pečené brambory se řadí do skupiny s vysokým GI 80-90. Významný vliv má čas a podmínky tepelného zpracování, kdy dochází k porušení škrobových zrn, klesne obsah rezistentního škrobu (z 85 % u syrových brambor na přibližně 1 % u vařených) a otevře se snadnějšímu přístupu amyláz, nutných pro trávení (Garcia-Alonso, Goni 2000). Vliv na hodnotu GI v bramborách může mít i skladování v chladu, které vede k mírnému snížení GI vlivem zvýšení obsahu rezistentního škrobu (Leeman a kol. 2005). Tým autorů (Hellfrich, Behall 2000) provedl studii s použitím neporušených zrn v žitném chlebu, celozrnném pšeničném chlebu a bulguru, kde byl nalezen nižší GI, než v případě kdy se zrna rozemlela a GI se výrazně zvýšil. Podobné výsledky byly zjištěny i u různě zpracované pšenice, od celých zrn, lámaných zrn až hrubě a jemně namleté celozrnné mouky. Chléb vyrobený s ovesné mouky či pohanky vykazuje nižší GI cca 50 než chléb z pšeničné mouky s GI cca 70. Mrkev syrová se uvádí v tabulkách s hodnotou přibližně cca GI 16, ale po tepelném zpracování její hodnota GI výrazně stoupne. Další vliv na hodnotu GI může mít např. u rýže obsah amylózy a druh rýže. Škroby v potravinách jsou složeny z amylózy (přímé glukózové řetězce) a amylopektinu (větvené glukózové řetězce), jejichž poměr predikuje rychlost rozkladu a GI. Čím vyšší je obsah amylózy ve škrobu, tím se snižuje dostupnost pro trávení a predikuje nižší hodnoty GI. Zatímco rýže s vysokým obsahem amylózy (28 %) patří do skupiny s nižším GI cca 38, tak rýže s nízkým obsahem amylózy (např. 2 %) a vysokým podílem amylopektinu do skupiny s vyšším GI. Průměrně patří rýže standardně vařená do skupiny se středním GI 60-70, rýže natural a basmati mají GI cca 50-55. Instantní předvařená rýže patří do skupiny s vysokým GI (Foster-Powel a kol.

2002). Způsob zpracování-mletí rýže má podobný vliv jako u obilovin, tedy namletím se zvyšuje hodnota GI. U rýže nelze predikovat hodnotu GI podle velikosti zrn či podle botanického původu. Podobně jako u rýže tak i těstovin záleží také na délce vaření. Čím jsou déle vařené, tím mohou přecházet ze skupiny s nízkým GI do skupiny se středním GI. Nižší GI těstovin je dán denaturací škrobu při jejich sušení, nejnižší GI mají např. celozrnné špagety, ravioli, makarony, lasagne, fusilli (GI cca 38-50), ale např. těstoviny bezlepkové kukuřičné se řadí do skupiny s vysokým GI (Henry a kol. 2005). Vliv má tedy také to, z jaké mouky jsou těstoviny vyrobeny. Luštěniny patří obecně do skupiny s nízkým GI cca 20-35, protože jejich buněčné stěny jsou odolné vůči vaření a jejich struktura škrobu je méně dostupná pankreatické amyláze. Byla provedena studie (Tovar J. a kol. 1992), kdy byly fazole zpracované několika způsoby (vařením, autoklávováním, sušením, mletím pro získání mouky) a ve všech případech bylo dosaženo nižších hodnot GI.

Lze tedy konstatovat, že hodnotu GI potravin ovlivňuje nejen způsob zpracování-mletí surovin a podmínky tepelné úpravy, ale i obsah a kvalita bílkovin a tuku, přičemž čím vyšší je obsah tuku v potravině, tím se hodnota GI snižuje. Významný vliv na hodnotu GI má také obsah nestravitelných sacharidů – nerozpustné i rozpustné vlákniny, jejichž vyšší obsah hodnotu GI potravin snižuje. Přirozeně rozpustná vláknina obsažená např. v luštěninách, ovoci, zelenině, v ovsu, ječmeni tvoří v žaludku rosolovité gely, které zpomalují vyprazdňování žaludku tvorbou bariery okolo sacharidů a tím významně snižují glykémii. V otázce nerozpustné vlákniny (např. celulóza), její vliv na snížení GI není jednoznačný. Některé studie sice uvádějí, že nerozpustná vláknina nemá vliv na snížení GI, ale nepochybně existují potraviny s vyšším obsahem nerozpustné vlákniny, kde byl zjištěn nižší GI. Je to dáno přinejmenším tím, že vyšší obsah vlákniny vždy vede ke snížení relativního obsahu škrobu. Pro celozrnný chléb uvádějí tabulky GI cca 55-65, zatímco pro chléb pšeničný a bílé pečivo z pšenice udávají hodnotu GI cca 70.

Tým autorů (Riccardi a kol. 2003) testovali tři druhy potravin s podobným obsahem živin (pizzu, gnocchi – jídlo z brambor a pšeničné mouky a suchary), ale s různými technologiemi výroby. Zatímco pizza a suchary vyrobené z kynutého těsta z bílé pšeničné mouky měly podobnou hodnotu GI jako bílý pšeničný chléb, tak gnocchi vykazovaly významné snížení GI vlivem zcela odlišného způsobu výroby (knedlíčky ze směsi vařených brambor pšeničné mouky, vařené 5 min). Rozdíl lze také vysvětlit tím, že kynutá jídla mají vysokou pórovitost a tím zvyšují dostupnost trávicích enzymů.

Z prezentovaných hodnot GI potravin je třeba vzít v úvahu, že různé tabulky GI potravin se mohou mírně či více lišit v závislosti na zdroji dat, odkud a z jakých zemí testované potraviny pocházejí, neboť hodnoty GI z evropských měření se mohou lišit od měření na americkém kontinentě, kde se používají různé ingredience na podobné potraviny (např. různé druhy mouky), různé výrobní způsoby a v neposlední řadě případné odlišnosti ve stanovení GI, např. jaká referenční látka na porovnání GI určité potraviny byla použita, zda čistá glukóza, která vychází z hodnoty GI 100 nebo bílý chléb s GI 70. Glykemický index v pravém slova smyslu využívá vždy jako referenční látka čistou glukózu. Pokud je jako referenční použit bílý chléb, což se používá často u cereálních výrobků, ale i jiných potravin, často v Německu, nemělo by se hovořit o GI, ale o indexu vyjádřeném v „chlebových jednotkách“ (Broteinheiten – BE), někdy se hovoří také o „chlebovém

indexu“. V tabulkách, které jsou uváděny na internetu, se tyto hodnoty často pletou a dochází tak k velkým nepřesnostem. Nepřesnosti vyplývají ale i z možných recepturních rozdílů u jednotlivých potravin, jak bylo řečeno výše. V souvislosti s uvedenými vlivy prezentují některé tabulky toleranci hodnot GI potravin v rozmezí 10 % (Foster-Powell a kol. 2002).

Tab. 35: Glykemický index potravin

nízký GI do 55	většina druhů syrové zeleniny a ovoce, vařené luštěniny, ořechy, houby, černý chléb, tmavá rýže s vysokým obsahem amylozy (28 %), mléko a mléčné výrobky (podle tučnosti), čokoláda, těstoviny, ovocné džusy-neslaz., ječmen, pohanka, kukuřice
střední GI 56-69	vařená rýže (natural, basmati), brambory vařené ve slupce, ovocné kompoty, fíky, ananas, papaja, med -podle obsahu fruktózy celozrnný chléb, žitný chléb, žitno-pšeničný chléb, Pita chléb, ječný chléb, špaldový chléb, ovesný chléb mouka žitná, ovesná kaše
vysoký GI nad 70	vařená rýže s nízkým obsahem amylozy (2%), předvařená rýže, bramborová kaše, brambory vařené bez slupky, pečené brambory, hranolky, pšeničný chléb a bílé pečivo z pšeničné mouky, bezlepkový chléb, con flakes, mouka pšeničná, rýžová, pivo vodní meloun, tykev, datle

V tabulkách s informacemi o hodnotách GI nebývají uvedeny např. potraviny, jako je maso, drůbež, ryby, vejce, sýry z toho důvodu, že neobsahují žádné sacharidy nebo jen minimální množství, které v důsledku nemůžou ovlivnit glykemický efekt.

Hodnoty glykemického indexu GI potravin však nejsou samospasitelné, neboť tento ukazatel nepočítá s celkovým množstvím sacharidů konzumovaných v určité potravíně. Z toho důvodu je dalším vypovídacím ukazatelem hodnota glykemické nálože GL potravin, která bere v úvahu celkové množství sacharidů z přijaté potraviny a uvádí tak pravděpodobnější glykemický efekt vztažený na porci potraviny. Z hlediska GL pak můžeme potraviny rozdělit na potraviny s nízkou hodnotou GL < 10, se střední hodnotou GL 11-19 a potraviny s vysokou hodnotou GL > 20 (Venn a kol. 2006). I toto rozdělení však má svá úskalí neb testované potraviny i referenční potravina by měly obsahovat stejné množství absorbovatelných sacharidů v tenkém střevě, což může být složitější vzhledem k tomu, že pro stanovení celkových sacharidů v potravinách se používají různé metody v různých zemích a laboratořích a hodnoty tak nemusí korelovat. Většinou se stanovují absorbovatelné sacharidy jako celkové sacharidy bez vlákniny, ale absorbovatelné sacharidy mohou zahrnovat i rezistentní škrob nebo jiné nevstřebatelné sacharidy (fruktooligosacharidy, cukerné alkoholy) a to může způsobit nepřesnosti v jejich výpočtech.

Vztah mezi GI a GL není přímý v tom smyslu, že potravina, která má vysoký GI nemusí mít nutně vysokou i GL. Např. vodní meloun s vysokou hodnotou GI cca 72 má poměrně nízkou GL cca 4 v důsledku započítaných hodnot sacharidů nebo naopak např. makarony s nižším GI cca 47 mají

vysokou GL cca 23. Příkladem, kdy také nekoreluje GI s GL je rýže parboiled, která patří s GI cca 64 do střední skupiny, ale s hodnotou GL cca 23 do skupiny s vysokou GL (Venn a kol. 2006).

Veliké úskalí představuje fruktosa a potraviny, které ji obsahují ve velkém množství (např. sacharosa, různé fruktoso-glukosové sirupy aj.). Čistá fruktosa má GI velmi nízký (většinou se uvádí okolo 25), takže v mnoha laických interpretacích GI je považována za velmi „zdravou“ potravinu. Díky fruktose má i čistá sacharosa nepřilíš vysoký GI. Samozřejmě, energetická využitelnost (se všemi důsledky) je stejná u všech jednoduchých využitelných cukrů.

8.2. STANOVENÍ GI POTRAVIN

8.2.1. METODA *IN-VIVO*

Glykemický index GI potravin vyjadřuje rychlost, s jakou se sacharidy obsažené v konzumované potravine vstřebají v trávicím traktu na glukózu, a ta se následně transportuje do krevního oběhu. Hodnota glykemického indexu potravin je stanovena z obsahu glukózy v krvi po konzumaci dané potraviny a je popsána glykemickou křivkou v časovém intervalu od 15 min. do 120 minut po požití dané potraviny, přičemž hladina krevní glukózy dosahuje maxima přibližně po 30 minut po požití potraviny a cca po 2 hod by se měla hladina krevní glukózy ustálit na hodnotě před požitím. Pro měření se používá buď žilní nebo kapilární krev, která je vhodnější neb je snadnější jí získat, není nutné zvláštní ošetření krve před vlastním stanovením a vzestup hladiny glukózy bývá vyšší než u žilní krve, hodnoty jsou stabilnější. Krev se odebere nejdříve nalačno před konzumací dané potraviny a dále v intervalech 15, 30, 45, 60, 90 a 120 min. od konzumace dané potraviny. Je vhodné, aby se testování u jedné osoby provádělo 2-3 krát, což sníží variabilitu získaných hodnot. I když různé osoby mají široké rozmezí glykemické odezvy, tak tím, že se měření vztáhne na referenční potravinu tak se tyto rozdíly zredukuje a nejsou příliš významné. Exaktně lze tedy glykemický index potravin vyjádřit jako poměr plochy pod křivkou glykémie během 2hodin po požití dané potraviny a plochy glykemické křivky po požití stejného, ekvivalentního množství čisté glukózy, která se používá jako referenční látka.

8.2.2. METODA *IN-VITRO*

Tato laboratorní metoda simuluje proces trávení a vstřebávání sacharidů-škrobu postupnou hydrolýzou v laboratorních podmínkách za pomoci směsi enzymů, které napodobují trávicí enzymy v trávicím traktu člověka. Směs enzymů je složena z pancreatinu izolovaného z prasečí slinivky břišní, pepsinu izolovaného z prasečí žaludeční sliznice a amyloglukosidázy izolované z houby *Aspergillus niger*. Postupnou hydrolýzou se získává frakce štěpených sacharidů – škrobů v časovém intervalu 20 minut, která může ve formě rychle dostupné glukózy predikovat glykemický index dané potraviny a vyjadřuje pravděpodobnou rychlost uvolnění glukózy v tenkém střevě a determinuje tedy glykemickou odezvu. Další frakci štěpení škrobu v době 120 minut od počátku

hydrolýzy je frakce pomalu dostupné glukózy, která je uvolněna pomalu a ke glykemické odezvě nepřispívá.

I u této metody hydrolýzy sacharidů – škrobů má vliv technologické zpracování potravin (mechanické-mletí, teplota, čas pečení či vaření), nutriční složení, obsah tuku, bílkovin, vlákniny.

Metodu (*in-vitro*) měření rychlosti, s kterou se sacharidy v potravine vstřebávají, navrhli Englyst a kol. (Englyst a kol. 1999) jako metodu relativně levnější než je zavedená metoda *in-vivo* k získávání hodnot glykemického indexu potravin. Zatím bylo metodou *in-vitro* testováno jen několik druhů potravin a stále se neví, zda opravdu tato metoda může spolehlivě nahradit metodu *in-vivo* k testování GI potravin a zda má stejný či podobný glykemický efekt pro všechny typy potravin. Je možné, že některé významné faktory jako je individuální rychlost žaludečního vyprazdňování, ovlivňují rychlost štěpení sacharidů metodou *in-vitro*. Například vysoká osmolalita a vysoká kyselost nebo rozpustná vláknina zpomalí rychlost žaludečního vyprazdňování a sníží glykémii *in-vivo*, ale nemusí se stejně změnit rychlost štěpení sacharidů metodou *in-vitro*. Z těchto důvodů je těžké napodobovat všechny lidské procesy vstřebávání sacharidů v laboratoři. Zatím je z dosud získaných výsledků zřejmé, že metoda *in-vitro* dává více či méně odlišné hodnoty od metody *in-vivo*. Autoři proto zatím nedoporučují používat tuto metodu *in-vitro* stanovení GI potravin pro klinické a epidemiologické výzkumné aplikace nebo pro účely značení potravin. Bylo by potřeba dalších rozsáhlejších výzkumů, aby mohla být metoda *in-vitro* alespoň přibližně srovnatelná s metodou *in-vivo*.

8.3. METABOLISMUS SACHARIDŮ A FYZIOLOGICKÝ VÝZNAM

Metabolismus sacharidů v trávicím traktu je ovlivněn jak množstvím konzumovaných sacharidů, tak jejich složením, schopností vstřebávání a fermentací ve střevech. Obecně lze říci, že čím je více v žaludku tráveniny, tím rychleji se tělo snaží potravu dostat ze žaludku, trávení je rychlejší a tím dochází i k rychlému vzestupu glykémie. Celý proces trávení má však své limity a podmínky.

Schopnost potravin zvýšit hladinu krevní glukózy souvisí s uvolňováním inzulínu z beta-buněk pankreatu a uvolňováním glukagonu z alfa-buněk. Inzulín a glukagon regulují hladinu glykémie ve fyziologickém rozmezí 3,5-5,5 mmol/l (Rokyta a kol. 2000). Funkcí inzulínu a glukagonu je regulovat glykogenezi a lipogenezi k vytvoření energetických zásob a umožnit výdej energie z těchto zásob. Inzulín snižuje glykémii zvýšením průniku glukózy do buněk a omezením výdaje glukózy z jater a působí na svalovou tkáň a játra. Glukóza uložená do buněk se zužitkuje jako zdroj energie. Glukagon naopak glykémii zvyšuje tím, že podporuje tvorbu glukózy v játrech. Inzulín je jako hlavní regulátor glykémie účinnější než glukagon, který se uplatňuje hlavně při zátěži organismu.

Vylučování inzulínu nejvíce ovlivňují sacharidy. Další faktory, které také ovlivňují vyplavení inzulínu je osmolalita, vaznost střevního obsahu, rychlost žaludečního vyprazdňování, sekrece střevních hormonů, obezita, věk i pohlaví. Hladina inzulínu v krvi pak predikuje, zda bude

organismus spalovat tuky nebo sacharidy. Při nízké hladině inzulínu organismus čerpá energii z tukových zásob, pokud je hladina inzulínu vysoká získává organismus energii prioritně ze sacharidů. Pokud má tělo přebytek energie, může konvertovat glukózu na tuk a tělo, tak uloží energii ve formě tuku do zásoby.

Při velkém a rychlém zvýšení glykémie po konzumaci potravin s vysokým GI se vyplaví nadbytek inzulínu, který se snaží uložit glukózu do buněk co nejrychleji, aby snížil glykémii a pokud je inzulínu nadbytek tak glykémie může klesnout příliš a může tak vyvolat hypoglykémii s projevy únavy a dalšího hladu a pokud trvá taková dlouhodobá konzumace potravin s vysokým GI, může způsobit potenciální riziko vzniku diabetes II. typu, kardiovaskulárních nemocí i některých rakovin (Foster - Powell a kol. 2002).

V situaci, kdy tkáně nereagují na zvýšení hladiny inzulínu, může vzniknout potenciální riziko hyperglykémie (Ludwig 2002). Organismus se snaží v takovém případě produkovat stále více inzulínu (zvýšený požadavek na inzulín) a tím může časem docházet k vyčerpání beta-buněk pankreatu a vzniku rizika onemocnění. (Willet a kol. 2002) Je nastolena polemika, zda ke vzniku diabetu II. typu vede inzulínová rezistence či právě vyčerpání pankreatických buněk v důsledku zvýšeného požadavku na inzulín. Pro inzulínovou rezistenci je důležitý metabolismus tukových buněk, jejichž činnost ovlivňují sacharidy ve stravě. Existuje hypotéza, že činnost inzulínu a tím sekreci pankreatických beta-buněk narušují vysoké hladiny neesterifikovaných mastných kyselin.

Inzulínová citlivost je individuální záležitost, koreluje s hladinou HDL cholesterolu a dá se částečně ovlivnit např. fyzickou aktivitou a stravou s obsahem vhodných živin.

Je možné tedy předpokládat, že konzumace potravin s vysokým GI (s obsahem převážně jednoduchých cukrů) může způsobit prudké kolísání glykémie v krvi, kdy pankreat nemusí umět tak rychle reagovat uvolněním inzulínu na vysoký vzestup glukózy v krvi a tím může při dlouhodobé konzumaci potravin s vysokým GI vzniknout potenciální riziko hyperglykémie, která organismus zatěžuje.

Zejména pak u pacientů s onemocněním diabetes II. typu má sledování a znalosti GI potravin určitý význam a tito pacienti by se měli ve své stravě zaměřit spíše na potraviny s nízkým GI, tedy na potraviny s komplexními cukry, kdy dochází ke zvyšování glykémie pozvolna, organismus využívá lépe glukózu z potravin a takové potraviny nezatěžují organismus velkými výkyvy hladiny glykémie. Problém u pacientů s onemocněním diabetes II. typu je ten, že sice produkují inzulín, ale buňky těla jsou k němu rezistentní a metabolismem vzniklou glukózu nespotřebují, což vede právě ke vzestupu glykémie.

Právě některé studie ukazují pozitivní vliv konzumace potravin s nízkým GI na pacienty s onemocněním diabetes II. typu., u kterých došlo po konzumaci takové stravy ke snížení postprandiální glykémie, zlepšení krevních lipidů doprovázené nižší hladinou celkového cholesterolu nebo vyšší hladinou HDL-cholesterolu.

Jarvi a kol.(Jarvi a kol. 1999) zjistili ve své studii, kdy aplikovali pacientům s diabetem II. typu stravu vysokoglykemickou nebo nízkoglykemickou, že nízkoglykemická dieta vedla k

významnému zlepšení metabolického profilu, k zlepšení inzulínové senzitivity, ke snížení hladiny inzulínu, snížení celkového cholesterolu v séru a LDL cholesterolu.

Například jedna studie (Riccardi a kol. 2003) se zabývala vlivem konzumované stravy (špagety, bílý chléb a brambory) na glykemickou odezvu. Výsledky ukázaly, že glykemická odezva po konzumaci bílého chleba byla nejvyšší a po konzumaci špaget nejnižší.

Další studie ukazuje, že strava s vysokým GI a obsahem tuku zvyšují riziko vzniku onemocnění a naopak velké množství ovoce s nízkým GI a obsahem vlákniny riziko snižují (Frost a kol. 2005). Sport také podporuje díky optimální citlivosti na inzulín (hladina krevní glukózy se zvyšuje méně než u osob nespportujících) snížení rizika vzniku onemocnění.

Rizika onemocnění diabetes II. typu lze tedy zpomalit či zamezit správným životním stylem, pohybem a příznivým výběrem nízkoglykemických konzumovaných potravin, obohacených vlákninou. Strava s nízkým GI snižuje riziko hypoglykemických i hyperglykemických stavů, protože udržuje stabilnější hladinu krevní glukózy.

Dalším vážným zdravotním problémem se stává obezita v celé populaci dospělých i dětí nejen v rozvojových zemích ale i zemích vyspělých. Důležitou roli a příčiny rozvoje obezity mají nejen genetické dispozice, ale zejména životní styl – nedostatek pohybu a vysokoenergetická strava. Obezita je spojována se změnami metabolismu sacharidů a tuků, které jsou podstatné pro vznik inzulínové rezistence. S obezitou jsou pak spojeny i další rizika nemocí jako je již výše zmíněný diabetes II. typu, kardiovaskulární choroby, vysoký krevní tlak, dna, žlučové kameny, artritidy. Strava s nízkým GI sice zlepšuje citlivost k inzulínu a mohla by být prospěšná u lidí s nadváhou, ale samotná nízkoglykemická strava nevede ke snížení hmotnosti, pokud není součástí celkové redukční diety.

Byla publikovaná studie (McMillan-Price a kol. 2006), která se zabývala aplikací 4 druhů diet s různou glykemickou náloží GL a různým obsahem proteinů u lidí s nadváhou nebo obezitou. Diety byly založené na potravinách s vysokým obsahem vlákniny a příjmu energií s nižším obsahem tuků než 30 %. Dvě diety byly vysokoproteinové a dvě s nízkým GI.

Výsledkem této studie bylo konstatování, že snížená GL potravin zlepšuje snížení hmotnosti zejména u žen, že vysokosacharidová dieta složená z potravin s nízkým GI je celkově neefektivní pro snížení tukové hmoty na těle a LDL cholesterolu, že u vysoké hladiny triglyceridů je optimální kombinace potravin s nízkým GI a vysokým obsahem proteinů a že celozrnné potraviny s nízkým GI (ovesné vločky) mají větší přínos než celozrnné potraviny s vysokým GI (pšeničné vločky).

V jiné studii (Slabber a kol. 1994) bylo zjištěno, že přestože dvě skupiny obézních žen, které konzumovaly buď dietu s vysokým GI, nebo dietu s nízkým GI snížily hmotnost podobně a úbytek váhy nevykazoval větších rozdílů, tak ženy, které konzumovaly dietu s nízkým GI redukovaly váhu i po ukončení diety, zatímco u diety založené na vysokém GI se hmotnost žen brzy opět zvýšila. Potraviny s nízkým GI jsou sytější než potraviny s vysokým GI, dochází k pomalejšímu trávení, což způsobuje, že člověk sní v následujícím jídle méně potravin a přijme tak menší množství energie.

Dříve převládal názor, že k redukci váhy vedou pouze nízkotučné diety s vysokým obsahem sacharidů, ale dnes se ukazuje, že to nemá takový dlouhodobější efekt jako význam zapojení právě potravin s nízkým GI do diet. Je tedy vhodné, aby strava vedoucí ke snížení hmotnosti sledovala jak hodnotu GI potravin, tak i energetickou hodnotu a snížení příjmu tuků.

Do skupiny s vysoce rizikovými zdravotními komplikacemi patří také kardiovaskulární choroby (ischemické choroby srdeční, mozkové příhody, ischemické choroby dolních končetin), které bývají častou příčinou úmrtí. Rizika onemocnění se zvyšují kouřením, vysokým krevním tlakem, diabetem, při poruchách glukózové tolerance, vysokým cholesterolem, nadváhou, nedostatkem pohybu (Anděl a kol. 2001).

Takovým předznamením kardiovaskulárních chorob může být častá a dlouhodobá konzumace potravin s vysokým GI, jenž mohou vyvolávat postprandiální hyperglykémii. Zvýšená glykémie urychlí oxidaci a dochází ke zvýšené spotřebě antioxidantů v séru a oxidované lipidy jsou agresivní vůči cévní stěně, což způsobí ve svém důsledku ukládání cizích látek do cévní stěny a zúžení průchodu krve v cévách a to dále způsobí riziko trombózy, zvýšení krevního tlaku, zvyšuje se krevní srážlivost a viskozita. Zvyšuje se syntéza cholesterolu a podporuje aktivita LDL cholesterolu. Předejít všem těmto rizikovým faktorům lze konzumací potravin s nízkým GI, které mohou mít pozitivní vliv na HDL cholesterol, citlivost k inzulínu a snížení oxidačního poškození, což by mohlo vést tak částečně ke snížení kardiovaskulárních chorob. (Frost a kol. 2005, Leeds 2002). Existuje hypotéza, že nízká hodnota HDL – cholesterolu a vysoká hodnota celkového cholesterolu zvyšuje riziko cévních chorob. Studie Frosta a kol. (Frost a kol. 1999) byla provedena asi na 1400 lidech a výsledky ukázaly, že lidé, kteří konzumovali stravu s vysokým GI měli HDL cholesterol nižší než lidé, kteří konzumovali stravu s velmi nízkým GI.

Dalším vážným a rozšířeným onemocněním, které může částečně souviset se způsobem stravování je zejména karcinom tlustého střeva, prsu, vaječníku, dělohy, pankreatu či prostaty, i když není ještě přesně znám mechanismus, kterým potraviny mohou ovlivnit tyto typy rakoviny. Pravděpodobně to může souviset s konzumací vlákniny, antioxidantů či právě v poslední době často prezentovaným glykemickým indexem GI potravin. Vliv GI potravin může být zřejmě založen na ovlivňování uvolnění a aktivity inzulínu a podobných růstových faktorů IGF. Studie Brand-Miller a kol. (Brand -Miller a kol. 2005) sledovala na několika lidech vliv buď vysokoglykemické nebo nízkoglykemické stravy na systém IGF a došla k závěru, že právě potraviny s vysokým GI by mohly přispět k prostředí růstu nádorů.

Mechanismus působení a výraznější efekt potravin s GI není však ještě dobře prozkoumán. Kde může mít také vliv GI potravin je fyzická či duševní výkonnost. Pro dobrou fyzickou výkonnost je důležitá strava před i po výkonu – sportu. Zatímco krátce před silovým výkonem a pro intenzivní rychlou a krátkou zátěž je vhodná vysokoglykemická potravina, která poskytuje vysoké zásoby svalového glykogenu (ve svalech se mění glykogen a glukóza na energii) jako zdroje rychlé energie, tak při vytrvalostních sportech je vhodná spíše nízkoglykemická strava, která poskytuje pozvolnější využívání energie. Ve studii DeMarco (DeMarco a kol. 1999) porovnávali výkon cyklistů po konzumaci potravin s nízkým a vysokým GI (30 minut před vytrvalostní jízdou) a došli k závěru, že

potraviny s nízkým GI pozitivně ovlivnily výkon, zřejmě tím, že došlo u nich k pomalému uvolňování glukózy do krve a tedy k lepší vytrvalostní kapacitě. Krátce po sportovním výkonu bývá vhodnější vysokoglykemická strava v případě, že je třeba rychle doplnit svalový glykogen, v případě zhubnutí či sportu, kdy je třeba hlídat hmotnost, mohou být vhodnější potraviny s nízkým GI (Stevenson a kol. 2005).

Podobný vliv GI potravin jako na fyzické aktivity mohou mít také na duševní výkonnost. Potraviny s vysokým GI mohou pozitivně stimulovat pouze krátce např. před vědomostními testy (Vaisman a kol. 1996), jinak pro udržení delší, stálejší koncentrace a pozornosti se doporučují spíše potraviny s nízkým GI. V této oblasti duševní podpory vlivem potravin s vyšším či nižším GI však nejsou jednoznačné závěry.

Aplikace potravin s nižším glykemickým indexem GI do každodenní stravy může být prostředkem a pomocníkem pro přecházení rizik řady civilizačních chorob, ale není samospasitelné. Jak bylo výše prezentováno, z fyziologického efektu je důležité předcházet případným zdravotním komplikacím sledováním celkové energetické zátěže stravy a obsahu všech živin, tedy nejen sacharidů, ale i bílkovin, tuků, vlákniny, a to nejlépe v souladu s pohybovou aktivitou a duševní motivací.

8.4. SLADIDLA

Jako sladidla se označují schválené přídatné látky, které mají sladivé účinky, tedy jsou to látky používané k tomu, aby se potravinám nebo stolním sladidlům dodala sladká chuť (Bod 1. přílohy I nařízení (ES) č. 1333/2008). Pojem náhradní sladidla, neboli umělá sladidla, je zastaralý. Na druhé straně se v naší legislativě vyskytuje pojem přírodní sladidla, který označuje ve vodě rozpustné látky sladké chuti, které jsou na bázi přírodních sacharidů (Ustanovení §1 písm. a) vyhlášky č. 76/2003 Sb.). Pojem přírodní sladidla se tedy nemůže zaměňovat s pojmem sladidla, který označuje přídatné látky.

Sladidla jako přídatné látky mají svůj kód a ve složení potravin se uvádějí stejně jako další složky, a to názvem nebo kódem. Na potravinách, do kterých byla sladidla přidána z důvodu oslazení potraviny, je povinné uvést informaci „se sladidlem/se sladidly“. Pokud bylo sladidlo použito za jiným technologickým účelem, není povinné jej uvádět, například jako lešticí látka (isomalt) a stabilizátor (laktitol). Co se týká dalších informací, u potravin obsahujících aspartam nebo sůl aspartam-acesulfamu, se uvádí, že obsahují zdroj fenylalaninu. U potravin obsahujících více než 10% přidaných polyalkoholů, např. sorbitol, mannitol, laktitol (povolených podle nařízení (ES) č. 1333/2008) je povinnost uvést, že „nadměrná konzumace může vyvolat projímavé účinky“, u stolních sladidel informace „stolní sladidlo na bázi...“ s uvedením sladidla.

Tab. 36: Seznam sladidel schválených pro použití v EU, a tím i v České republice, (podle nařízení (ES) č. 1333/2008, bod 2. části B přílohy II)

Sladidlo	Kód
sorbitol	E 420
mannitol	E 421
acesulfam K	E 950
aspartam	E 951
kyselina cyklamová a její sodná a vápenatá sůl	E 952
isomalt	E 953
sacharin a jeho sodná, draselná a vápenatá sůl	E 954
sukralosa	E 955
thaumatin	E 957
neohesperidin DC	E 959
steviol-glykosidy	E 960
neotam	E 961
sůl aspartamu-acesulfamu	E 962
polyglycitolový sirup	E 964
maltitol	E 965
laktitol	E 966
xylitol	E 967
erythritol	E 968
advantam	E 969

Hodnoty ADI (acceptable daily intake) udávají maximální dávku sladidla na 1 kg hmotnosti člověka, co vypovídá o dávce, kterou je možné dlouhodobě užívat bez rizika. Hodnoty jsou přístupny např. na stránkách EFSA (European Food Safety Authority). Např. pro sacharin je ADI 5 mg/kg a den. Pro člověka s hmotností 70 kg představuje 350 mg. Jedna tableta tohoto sladidla obsahuje 16 mg sacharinu, takže bezpečná dávka pro daného člověka je asi 20 tablet.

Sladidla, která nejsou v EU schválena, není možné v EU používat jako sladidla, ani je na její trh v potravinách dovážet (alitam, brazzein, monellin aj.), i když se mimo EU běžně používají.

Sladidla dělíme na intenzivní a objemová (Gabrovská a Chýlková, 2017). Intenzivní sladidla dělíme na syntetická (sacharin, aspartam, sukralosa, aj.) a pocházející z přírodních zdrojů (steviol-glykosidy, thaumatin, aj.). Vyskytují se zejména ve formě tablet, ale můžou se nacházet v některých sladidlech i v kapalně nebo práškové formě. Jejich energetická hodnota je prakticky nulová, nemají žádnou výživovou hodnotu a nejsou kariogenní (Kilián, 1996). Jedna dávka sladidla představuje množství tisíců gramů, a nahradí 3,5-6,5 g cukru. Syntetická sladidla se vyrábí chemickou syntézou a sladidla z přírodních zdrojů se získávají extrakcí z rostlin, např. z *Stevia rebaudiana*. Syntetická nekalorická sladidla procházejí trávicím traktem člověka bez štěpení (Roberts a kol., 2000) a tak se dostávají do přímého kontaktu se střevní mikroflórou. Syntetická nekalorická sladidla byla objevena díky různým „šťastným náhodám“ a představovala levnou

náhradu za sacharózu vyráběnou z cukrové řepy nebo cukrové třtiny. V období obou světových válek jejich spotřeba a status rostly, protože přírodní zdroje na výrobu sacharózy byly nedostatkové (Krutošíková a Uher, 1992).

Mezi objemová sladidla patří hlavně polyalkoholy (xylitol, maltitol, sorbitol), které jsou přibližně stejně sladké jako cukr, ale jejich energetická hodnota je o třetinu nižší než cukru. V malém množství se vyskytují v ovoci, bobulích, zelenině a houbách, ale prakticky jsou vyráběny chemicky – fermentací z rostlinných polysacharidů, katalytickou redukcí příslušné aldózy, příp. ketózy. Mají nízký glykemický index, nejsou kariogenní a vyskytují se obvykle v krystalické podobě. WHO je doporučila jako vhodné pro diabetiky, protože k jejich metabolismu není potřeba inzulínu (Kilián, 1996). Jejich nevýhodou je, že při nadměrné konzumaci mají projímavé účinky.

Tab. 37: Porovnání sladivosti sladidel oproti sacharóze (sacharóza = 1) (Greenly, 2003)

Sladidlo	Sladivost
acesulfam K	200
aspartam	180
cyklamát sodný	30
sacharin	300
sukralosa	600
thaumatin	3000
neohesperidin DC	2000
Alitam	2000
steviol-glykosidy	300
glycyrrhizin	100
neotam	13000
advantam	Až 30000
maltitol	0,9
laktitol	0,4
xylitol	1,0
erythritol	0,7
isomalt	0,65
sorbitol	0,6
mannitol	0,5
tagatóza	1,0

Sladidla se můžou do potravin nebo nápojů přidávat jednotlivě, ale častější je případ, že se využívá kombinace sladidel. Sníží se tím obsah jednotlivých sladidel na vyhovující koncentraci a zároveň se dosáhne požadované chuti, případně se zamaskuje nahořklá chuť. Takto se například sacharin, cyklamát-Na a acesulfam K kombinují s aspartamem, který zlepšuje vnímání sladké chuti.

Přidání sladidel do potravin se řídí podle vyhlášky č. 4/2008 Sb., s účinností od 15. 2. 2008, kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin (§ 7 Sladidla). Příloha č. 5 k této vyhlášce stanovuje sladidla, která jsou povolena při výrobě potravin a skupiny potravin, ve kterých se můžou vyskytovat, a také další podmínky použití

sladidel. Nejvyšší povolené množství obsahu sladidla v potravině, uvedené v příloze č. 5 k této vyhlášce, se vztahuje na potraviny připravené ke spotřebě podle návodu výrobce.

8.4.1. PŘÍKLADY NĚKTERÝCH SLADIDEL

Sorbitol je alditol a nachází se ovoci, konkrétně v třešních a hruškách. Průmyslově je vyráběn redukcí glukózy. Je poměrně stabilní při zvýšených teplotách - při vaření a pečení. Má přibližně stejnou energetickou hodnotu jako sacharóza. Využívá se ve žvýkačkách, čokoládách, zmrzlinách a nealkoholických nápojích. Sorbitol ve žvýkačkách stimuluje sekreci slin, které jsou alkalické, podporují neutralizaci kyselin, inhibují demineralizaci a napomáhají remineralizaci zubní tkáně (Dostálová a Davídková, 1992; Kilián, 1996).

Xylitol vzniká z xylózy, kterou získáváme hydrolýzou dřevních celulóz. Má podobnou energetickou hodnotu jako sacharóza. Je stabilní při zvýšených teplotách - při vaření a pečení. Využívá se ve žvýkačkách, čokoládách, cukrovinkách a zubních pastách. Má kariostatické účinky, účinná je již dávka 4 – 10 g xylitolu bez většího snížení sacharózy ve stravě. Xylitol stimuluje tvorbu slin, zvyšuje pH plaku a podporuje remineralizaci tvrdé zubní tkáně (Kilián, 1996).

Mannitol se používá jako sladidlo, zvlhčovač, i stabilizátor. Je vhodný pro diabetiky.

Isomalt (Palatinit) je směs sorbitolu a mannitolu (1:1). Má poloviční energetickou hodnotu než sacharóza. Užitý ve žvýkačkách podporuje tvorbu slin a má podobné účinky jako sorbitol a xylitol.

Palatinóza (isomaltulóza) – strukturní izomér sacharózy, složen z glukózy a fruktózy, spojených α -1,6-glykozidovou vazbou. Je štěpena izomaltázou. Má nízké kariogenní účinky a nízký glykemický index (GI 32).

Sacharin je nejstarším a nejvíce používaným sladidlem. Je to bílá krystalická látka (Krutošíková a Uher, 1992). Jeho sladivost je v porovnání se sacharózou 250 – 500krát vyšší podle složení dané potraviny a požadované intenzity sladké chuti. Se zvyšující se koncentrací se jeho sladivost snižuje a při vyšších koncentracích vyznívá jeho hořká, kovová příchut'. V těle se nemetabolizuje, ale 98% se bez změny vyloučí močí. Diskutuje se jeho možná karcinogenita. WHO stanovila jeho ADI 3,5 mg/kg tělesné hmotnosti a den. Má dobrou tepelnou stabilitu, je levný a vhodný pro diabetiky (Dostálová a Davídková, 1992; Kilián, 1996).

Aspartam je dipeptid aminokyselin kyseliny asparagové a fenylalaninu. Jedním z jeho metabolitů je fenylalanin, proto není vhodný pro osoby trpící fenylketonurií. Jeho ADI představuje 40 mg/ kg tělesné hmotnosti a den. Jeho zdravotní účinky se diskutují. Má omezenou tepelnou stabilitu (do asi 40 °C), proto není vhodný do potravin, které se dlouho tepelně upravují. Je 200-krát sladší než sacharóza a nemá výrazné vedlejší pachutě, ale jeho účinek má pomalejší nástup a déle doznívá než cukr (<http://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92111.aspx>). Jeho využití je v cukrovinkách, v mlékárenství a ke slazení nápojů. Kombinace sacharinu s aspartamem výrazně zlepší vjem sladké chuti a potlačí kovovou nahořklou pachut' (Dostálová a Davídková, 1992; Kilián, 1996).

Cyklamáty jsou sodné a vápenaté soli kyseliny cyklamové (kyseliny cyklohexylsulfamové) a jsou vhodné pro diabetiky. Cyklamáty byly zakázány v USA, protože se v těle metabolizují na toxický cyklohexylamin. Často se používá jako sladidlo schválen ve více než 55 zemí, včetně EU. Cyklamát se často používá v kombinaci s jinými sladidly, zejména sacharinem (cyklamát:sacharin 10:1), která maskuje nepříjemnou chuť obou sladidel. Využívá se např. v nealkoholických nápojích. Cyklamát je tepelně stabilní a má 30-50krát větší sladivost než sacharóza (<http://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92113.aspx>).

Acesulfam K je draselná sůl 3,4-dihydro-6-methyl-1,2,3oxathiazin-4-on-2,2-dioxidu. Má 180–200krát vyšší sladivost než sacharóza a při porovnání s ostatními sladidly je jeho sladivost stejná jako aspartamu, poloviční než sacharinu a čtvrtinová než sukralózy. V organismu není metabolizován a vylučuje se močí. Je schválen pro použití do potravin a nápojů v EU i v USA. ADI představuje 0–15 mg/kg tělesné hmotnosti. Je tepelně stabilní, i za mírně kyselých nebo zásaditých podmínek. Využívá se v pekařských výrobcích, ve výrobcích s dlouhou trvanlivostí, v nealkoholických nápojích. V sycených nápojích se používá v kombinaci s jinými sladidly, např. aspartamem nebo sukralózou (<http://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92113.aspx>). Můžeme jej najít i v zubních pastách a ústních vodách (Dostálová a Davidková, 1992; Kilián, 1996).

Thaumatococin je protein sladké chutě ze západoafrického ovoce katemfe (*Thaumatococcus daniellii*). Užívá se ke slazení nápojů a farmaceutických produktů (Kilián, 1996).

Steviosid je přírodní sladidlo získané extrakcí z rostliny *Stevia rebaudiana* Bertoni. Jeho sladivost je 100 – 300krát vyšší než sacharózy, avšak jeho sladká chuť je doprovázena hořkou pachutí. Steviol-glykosid není vhodné používat pro přirozeně nahořklé potraviny (káva), kdy sice potravinu osladí, ale také zvýrazní její hořkou chuť. Je vhodný pro diabetiky i do nízkokalorických výrobků.

Sukralóza má 600krát vyšší sladivost než sacharóza, ale velmi nízký glykemický index a není kariogenní. Je odolná vůči vysokým teplotám i nízkému pH. Vyrábí se ze sacharózy, kdy jsou tři -OH skupiny nahrazeny třemi atomy chloru. Využívá se při výrobě cukrovinek, žvýkaček, zmrzlin a v kombinaci s jinými sladidly i v nealkoholických nápojích.

8.4.2. TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI SLADIDEL

Sladidla se nechovají stejně jako cukry, nepodléhají karamelizaci ani Maillardově reakci a proto mohou výrazně změnit vzhled, barvu, vůni ale částečně i chuť hotových pokrmů (pečiva). Technologické problémy pomáhá vyřešit maltodextrin, jehož přídavek dodá objem a částečně umožní průběh Maillardovy reakce.

Význam sladidel kromě toho, že dodávají potravíně sladkou chuť, spočívá také v prodloužení doby skladovatelnosti potraviny, její mikrobiologické stability a zachování organoleptických vlastností.

8.4.3. METABOLICKÉ VLIVY SLADIDEL

Byly prováděny rozsáhlé výzkumy, aby se zjistil vliv sladidel na metabolismus člověka. Intenzivní využívání umělých sladidel souvisí se snahou o snížení obezity a normalizování glykémie a potraviny/nápoje obsahující tyto sladidla jsou doporučovány na snížení hmotnosti a pro osoby s glukózovou intolerancí a diabetem 2. typu (Gardner a kol., 2012). Zajímavé jsou ale výsledky výzkumu kolektivu autorů Suez a kol. (2014), které publikovali v časopisu Nature. Zjistili, že častá konzumace nekalorických sladidel (sacharin, sukralóza, aspartam) vedla ke změně složení a funkčnosti střevní mikroflóry, mikrobiota vykazovala dysbiózu a došlo ke změně počtu zástupců některých kmenů. Změna ve střevní mikroflóře vedla ke zhoršení glukózové tolerance. Autoři dále zjistili pozitivní korelaci mezi konzumací nekalorických sladidel a některými klinickými parametry asociovanými s metabolickým syndromem: zvýšená hmotnost, poměr obvodu pasu a boků, vyšší hodnota glykémie nalačno a zvýšená hodnota sérové alaninaminotransferázy (ALT). Podobné výsledky publikovali např. Lutsey a kol. (2008), Dhingra a kol. (2007), Nettleton a kol. (2009), jako i výsledky ohledně nárůstu hmotnosti a BMI (Fowler a kol., 2008; Duffey a Popkin, 2006). Některé studie poukazují na vztah mezi sladidly (syntetickými) a inzulinovou resistencí, incidencí diabetu 2. typu (McNaughton a kol., 2008), zatím co jiné nezjistili žádný vztah mezi syntetickými sladidly a incidencí diabetu nebo kontrolou glykémie (Grotz a kol., 2003).

Skupina autorů Brown a kol. (2010) zkoumala výsledky různých studií zabývajících se spotřebou sladidel (syntetických) u dětí a adolescentů a jejich vlivů na zdraví, resp. na hmotnost u dětí a zjistili, že výsledky nejsou jednoznačné, podobně jako u dospělých. Většina studií zjistila nárůst hmotnosti dětí (např. Blum a kol., 2005; Berkey a kol., 2004), některé zase žádnou změnu (Kral a kol., 2008). Williams a kol. (2007) zkoumal děvčata ve věku 11-15 na dietě a zjistil, že mezi skupinou konzumující nápoje slazené cukrem vs syntetickým sladidlem nebyly rozdíly ve změně BMI.

Další zajímavá zjištění jsou, že chybění sladké chuti vede ke zvýšené konzumaci jídla a zvýšení hmotnosti. Zvýšená konzumace syntetických sladidel je také spojená s méně kvalitní stravou dětí (Libuda a kol., 2009). Děti, které těsně před jídlem vypily cukrem slazené nápoje, zkonsumovaly méně jako ty, které před jídlem vypily nápoje se syntetickým sladidlem (kompenzace kalorií) (Birch a kol., 1989).

Receptory sladké chuti (alfa-gustducin) neodpovídají jen na kalorické cukry (glukóza, sacharóza) ale i na syntetická sladidla (sukralóza, acesulfam K). Tyto receptory nejsou přítomny jen v jazykových chuťových pohárcích ale i v L buňkách střevní mukózy sekretujících glukagonu-podobný peptid (glucagon-like peptide-1, GLP-1), kde slouží jako kritické mediátory sekrece GLP-1 (Jang a kol., 2007).

Literatura ke kapitole 8

American Diabetes Association (2007): Nutrition Recommendations and Intervention for Diabetes. Diabetes Care 30, 48-65.

- Anděl, M., a kol. (2001): Diabetes mellitus a další poruchy metabolismu. Praha: Galen 6-10, 18-21, 28, 148.
- Berkey, C.S., Rockett, H.R., Field, A.E., Gillman, M.W., Colditz, G.A. (2004): Sugar-added beverages and adolescent weight change. *Obesity Research*, 12 (5), 778-788.
- Birch, L.L., McPhee, L., Sullivan, S. (1989): Children`s food intake following drinks sweetened with sucrose or aspartame: time course effects. *Physiology & Behavior*, 45 (2), 387-395.
- Blum, J.W., Jacobsen, D.J., Donnelly, J.E. (2005): Beverage consumption patterns in elementary school aged children across a two-year period. *Journal of the American College of Nutrition*, 24 (2): 93-98.
- Brand –Miller J.C. a kol. (2005): The glycemic index of foods influences postprandial insulin-like growth factor –binding protein responses in lean young subjects. *Am. J. Clin. Nutr.*, 82(2), 350-354.
- Brown, R.J., De Banate, M.A., Rother, K.I. (2010): Artificial sweeteners: a systematic review of metabolic effects in youth. *International Journal of Pediatric Obesity* 5 (4), 305-312.
- DeMarco, H.M. a kol. (1999): Pre-exercise carbohydrate melas: application of glycemic index. *Medicine – Science in Sport-Exercise* 31(1), 164-170.
- Dhingra, R., Sullivan, L., Jacques, P.F., Wang, T.J., Fox, C.S., Meigs, J.B., D’Agostino, R.B., Gaziano, J.M., Vasan, R.S. (2007): Soft drink consumption and risk of developing cardiometabolic risk factors and the metabolic syndrome in middle-aged adults in the community. *Circulation* 116(5), 480-488.
- Dostálová, J., Davidková, E. (1992): Náhrada cukru jinými sladidly. *Výživa*, 5: 132–133.
- Duffey, K.J., Popkin, B.M. (2006): Adults with healthier dietary patterns have healthier beverage patterns. *Journal of Nutrition*, 136(11), 2901-2907.
- Englyst, K., Englyst, H., Hudson, G., a kol. (1999): Rapidly available glukose in foods: an in vitro measurement that reflects the glycemic index. *Am. J. Clin. Nutr.* 69, 448-454.
- FAO/WHO Expert Consultation. Carbohydrates in human nutrition: report of a joint FAO/WHO Expert Consultation, Rome, 14-18 April, 1997. Rome: Food and Agriculture Organization, 1998 (FAO Food and Nutrition paper 66)
- Foster-Powell, K., Holt, S.H., Brand-Miller, J.C. (2002): International tables of glycemic index. and glycemic load values . *Am. J. Clin. Nutr.* 76, 5-56.
- Fowler, S.P., Williams, K., Resendez, R.G., Hunt, K.J., Hazuda, H.P., Stern, M.P. (2008): Fueling the obesity epidemic? Artificially sweetened beverage use and long-term weight gain. *Obesity* 16(8), 1894-1900.
- Franceschi S., Dal ML, Augustin L. a kol. (2001): Dietary glycemic load and colorectal cancer risk. *Ann Oncol* 12, 173-178.
- Frost, G, a kol. (1999): Glycemic index as a determinant of serum HDL-cholesterol concentration .*Lancet* 353, no.9158, 1045-1048.

- Frost, G., Dornhorst, A. (2005): Glycemic Index. Encyclopedia of Human Nutrition. 2, 413-419.
- Gabrovská, D., Chýlková, M. (2017): Sladká fakta o cukrech a sladidlech aneb čím si osladit život. Publikace platformy pro reformulace. 1. vyd., Praha.
- Garcia-Alonso, A., Goni, I. (2000): Effect of processing on potato starch: in vitro availability and glyceamic index. *Nahrung*, 44(1), 19-22.
- Gardner, C., Wylie-Rosett, J., Gidding, S.S., Steffen, L.M., Johnson, R.K., Reader, D., Lichtenstein, A.H. (2012): Nonnutritive sweeteners: current use and health perspectives. *Diabetes Care* 35 (1), 1798-1808.
- Greenly, L. W. (2003): A doctor's guide to sweeteners. *Journal of chiropractic medicine*, 2 (2): 80-86.
- Grotz, V.L., Henry, R.R., McGill, J.B., Prince, M.J., Shamon, H., Trout, J.R., Pi-Sunyer, F.X. (2003): Lack of effect of sucralose on glucose homeostasis in subjects with type 2 diabetes. *Journal of the American Dietetic Association*, 103(12), 1607-1612.
- Hallfrisch, J., Behall, K.M. (2000): Mechanism of the Effects of Grains on Insulin and Glucose Responses. *Journal of American College of Nutrition* 19, no. 90003, 320-325.
- Henry, C.J. a kol. (2005): Glycaemic index and glycaemic load values of commercially available products in the UK .*The British journal of nutrition* 94(6), 922-930.
- Jang, H.J., Kokrashvili, Z., Theodorakis, M.J., Carlson, O.D., Kim, B.J., Zhou, J., Kim, H.H., Xu, X., Chan, S.L., Juhaszova, M., Bernier, M., Mosinger, B., Margolskee, R.F., Egan, J.M. (2007): Gut-expressed gustducin and taste receptors regulate secretion of glucagon-like peptide-1. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 104 (38), 15069-15074.
- Jarvi, A.E. a kol. (1999): Improved glycemic control and lipid profile and normalized fibrinolytic activity on a low glycemic index diet in type 2 diabetes patients. *Diabetes Care* 22, 10-18.
- Jenkins, D., Wolever, T., Taylor, R., et al (1981): Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am. J. Clin. Nutr.* 34, 362-366.
- Kilián, J. (1996): *Základy preventivní stomatologie*. Praha: Karolinum.
- Kral, T.V., Stunkard, A.J., Berkowitz, R.I., Stallings, V.A., Moore, R.H., Faith, M.S. (2008): Beverage consumption patterns of children born at different risk of obesity. *Obesity (Silver Spring)*, 16 (8), 1802-1808.
- Krutošíková, A., Uher, M. (1992): *Natural and synthetic sweet substances*. Ellis Horwood Limited, England.
- Leeds, A.R. (2002): Glycemic index and heart disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 76, 286- 289.
- Leeman, M., Osman, E., Bjorck, I. (2005): Vinegar dressing and cold storage of potato lowers postprandial glycaemic and insulinaemic response in healthy subject. *European Journal of Clinical Nutrition*. 59, 1266-1271.

- Libuda, L., Alexy, U., Buyken, A.E., Sichert-Hellert, W., Stehle, P., Kersting, M. (2009): Consumption of sugar-sweetened beverages and its association with nutrient intakes and diet quality in German children and adolescents. *The British Journal of Nutrition* 101 (10), 1549-1557.
- Liu, S., Willett, W., Stampfer, M. a kol. (2000): A prospective study of dietary glycemic load, carbohydrate intake and risk of coronary heart disease in US women. *Am. J. Clin. Nutr.* 71, 1455-1461.
- Ludwig, D. (2000): Dietary glycemic index and obesity. *J. Nutr.* 130, 280-3.
- Ludwig, D.S. (2002): The Glycemic Index. Physiological Mechanisms Relating to Obesity, Diabetes and Cardiovascular Disease. *JAMA* 287(18), 2414-2423.
- Lutsey, P.L., Steffen, L.M., Stevens, J. (2008): Dietary intake and the development of the metabolite syndrome: the Atherosclerosis Risk in Communities study. *Circulation* 117(6), 754-761.
- McMillan-Price, J. a kol. (2006): Comparison of 4 diets of varying glycemic load on weight loss and cardiovascular risk reduction in overweight and obese young adults: a randomised controlled trial. *Archives of Internal Medicine* 166(14), 1466-1475.
- McNaughton, S.A., Mishra, G.D., Brunner, E.J. (2008): Dietary patterns, insulin resistance, and incidence of type 2 diabetes in the Whitehall II study. *Diabetes Care*, 31(7), 1343-1348.
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008 ze dne 16. prosince 2008 o potravinářských přídatných látkách (Text s významem pro EHP) s přílohami.
- Nettleton, J.A., Lutsey, P.L., Wang, Y., Lima, J.A., Michos, E.D., Jacobs, D.R. Jr. (2009): Diet soda intake and risk of incident metabolic syndrome and type 2 diabetes in the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA). *Diabetes Care* 32(4), 688-694.
- Riccardi, G., Clemente, G., Giacco, R. (2003): Glycemic Index of local Food and Diets. The Mediterranean Experience. *Nutrition Reviews* 61(5), 56-60.
- Roberts, A., Renwick, A.G., Sims, J., Snodin, D.J. (2000): Sucralose metabolism and pharmacokinetics in man. *Food and Chemical Toxicology* 38(2), 31-41.
- Rokyta, R. a kol. (2000): *Fyziologie*. Praha: ISV, 141, 202
- Salmeron, J., Ascherio, A., Rimm, E., a kol. (1997): Dietary fiber, glycemic load and risk of NIDDM in men. *Diabetes Care* 20, 545-550.
- Salmeron, J., Manson, J., Stampfer, M., a kol. (1997): Dietary fiber, glycemic load and risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women. *JAMA* 277, 472-477.
- Slabber, M. a kol. (1994): Effect of low –insulin-response, energy-restricted diet on weight loss and plasma insulin concentrations in hyperinsulinemic obese females. *Am. J. Clin. Nutr.* 60, 48-53.
- Stevenson, E., Williams, C., Biscoe, H. (2005): The metabolite response to high carbohydrate meals with different glycemic indices consumed during recovery from prolonged strenuous exercise. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 15(3), 291-307.

Suez, J., Korem, T., Zeevi, D., Zilberman-Schapira, G., Thaiss, C.A., Maza, O., Israeli, D., Zmora, N., Gilad, S., Weinberger, A., Kuperman, Y., Harmelin, A., Kolodkin-Gal, I., Shapiro, H, Halpern, Z., Segal, E., Elinav, E. (2014): Artificial sweeteners induce glucose intolerance by altering the gut microbiota. *Nature* 514 (7521), 181-186.

Tovar, J., Granfeldt, Y., Bjorck, I.M. (1992): Effect of Processing on Blood Glucose and Insulin Responses to Starch in Legumes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 40, 1846-1851.

URL: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92113.aspx>

Vaisman, N. a kol. (1996): Effect of breakfast timing on the cognitive function of elementary school students. *Arch. Pediatr. Adolesc. Med.* 150(10), 1089-1092.

Venn, B.J., Wallace, A.J., Montro, J.A., Perry, T., a kol. (2006): The glycemic load estimated from the glycemic index does not differ greatly from that measured using a standard curve in healthy volunteers. *J. Nutr.* 136, 1377-1381.

Vyhláška č. 4/2008 (schválena 3.1.2008, s účinností od 15.2.2008), kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin.

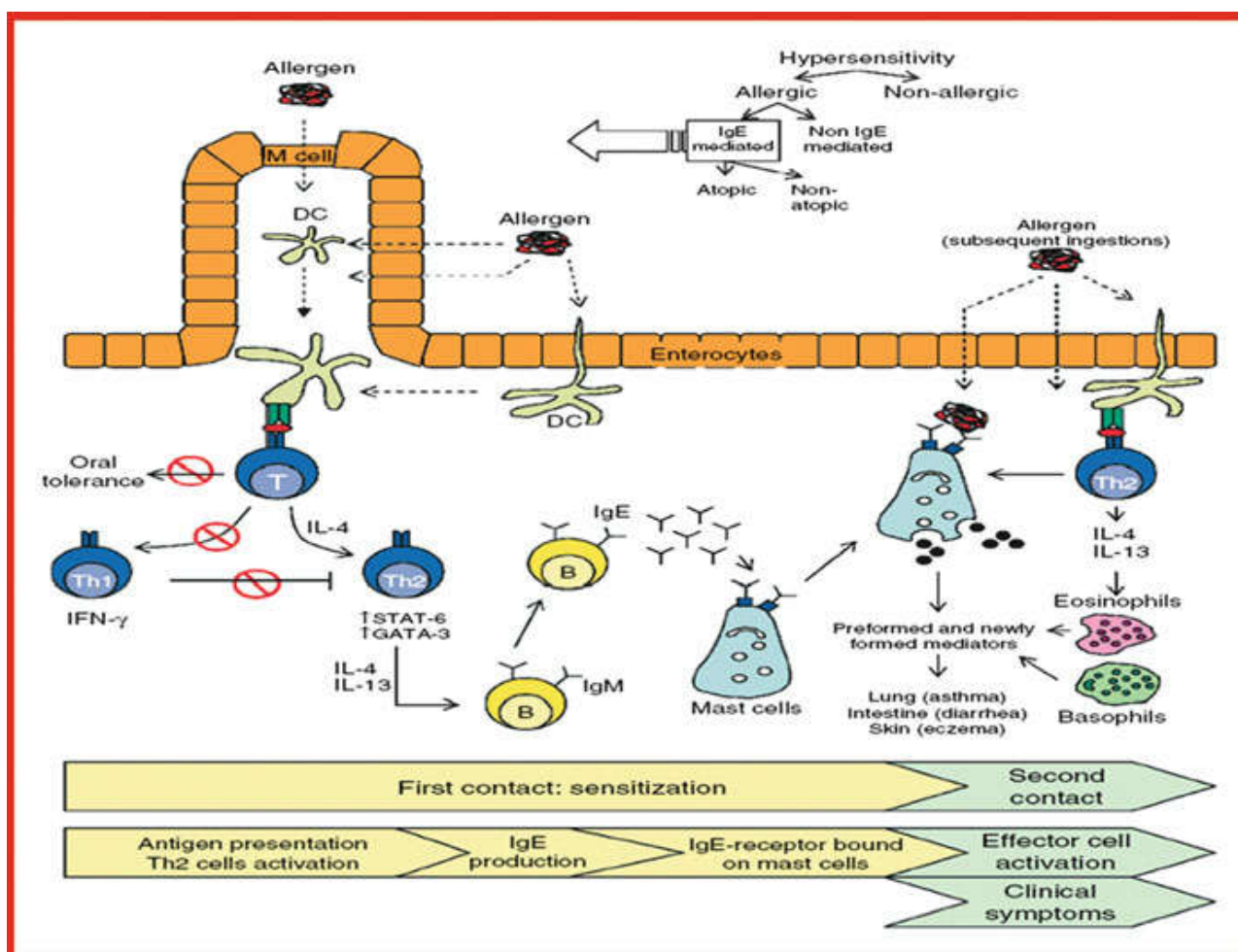
Willet, W., Manson, J., Liu, S. (2002): Glycemic index, glycemic load and risk of type 2 diabetes. *Am. J. Clin. Nutr.* 76, 274- 280.

Williams, C.L., Strobino, B.A., Brotanek, J. (2007): Weight kontrol among obese adolescents: A pilot study. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 58 (3), 217-230.

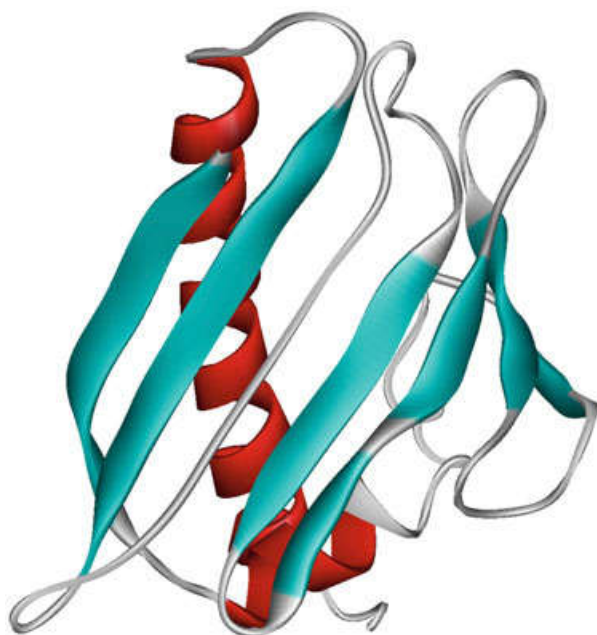
9. METODY ODSTRAŇOVÁNÍ ALERGENŮ Z POTRAVIN

9.1. ÚVOD

Alergenicita není klasickou vlastností potravin. Je založena na interakcích mezi potravinovou složkou nebo složkou a specifickým imunitním systémem spotřebitele. Základní princip potravinové alergenicity je vyjádřen na Obr. 13. V této kapitole se budeme zabývat skutečnými alergickými syndromy a ignorovat takové problémy, jako je laktóza a další nesnášenlivosti (intolerance).



Obr. 13: Imunitní systém a vývoj alergenicity



Obr. 14: Příklad 3D struktury Mal d1 (hlavní jablečný alergen), předpokládaná sekundární struktura: alfa šroubovice 21%, beta listy 39%, 7 beta-řetězce, 3 alfa-šroubovice, 6 loops (obrázek poskytnutý díky laskavosti Dr. L. Smellera, Maďarsko)

Pravé alergeny (zdroje epitopu) jsou molekuly proteinů. Tyto proteiny jsou v potravinách, jako je mléko [syrovátkové bílkoviny (např. Beta-laktoglobulin a alfa-laktalbumin)], vaječný bílek (ovalbumin), pyl břízy (Bet v1) a jeho homology v jablcích (Mal d 1), v mrkvi (Dau c 1), celeru (Api g 1) a arašídech (Ara h 1) jako u mnoha jiných potravin (Breiteneder a Mills 2005, Fuchs 2007). Základní struktura typického alergenního proteinu z jablek, Mal d1, je zřejmá z Obr. 14. Nejnebezpečnější skupinou alergenů jsou látky, které jsou kvůli závažným reakcím pacienta součástí prolaminovou skupiny obsahující proteiny účastníci se přenosu lipidů (tzv. lipid transfer proteins – LTP), které jsou tepelně stabilní. Nejčastějším LTP je Mal d 3, který se vyskytuje u jablek (nejvyšší prevalence senzibilizovaných pacientů jsou v zemích jižní Evropy, jako je Španělsko a Itálie). Dalším a obdobným členem rodiny prolaminů je alergen Ara a2 (Mills a Mackie 2008).

Lidský imunitní systém, jako "testovací nástroj", není homogenní: odlišné reakce lze nalézt pomocí kožní zkoušky, krevních buněk (test aktivace bazofilů), krevního séra (kvantifikace specifického IgE, demonstrace antigenní protilátky reakcí s elektroforézou pomocí SDS-polyakrylamidové gelové elektroforézy (PAGE), test western blot (WB) nebo test ústní sliznice (dvojitě zaslepený placebem kontrolovaný potravinový test (DBPCFC)). Proto je potřeba provést baterii testů a studií (např. studovat strukturu bílkovin, stabilitu při enzymovém štěpení pepsin *in-vitro*, obsahu bílkovin ve výrobku), specifické studie vazby na IgE nebo kožní test, abychom přesvědčivě prokázali vliv účinku zpracování (Ladics 2008; Björkstén a kol. 2008; Host a Halken 2004).

Přehled Mills a Mackie (2008) uvádí, že mnoho dřívějších prací se zabývá vlivem účinnosti zpracování, ale byla použita jen jedna metoda, většinou *in-vitro* testy a nekombinovali je s *in-vivo* testy na dobře definovaných skupinách pacientů. Tak nebyla možnost podat statisticky významné

důkazy. Několik studií zkoumalo vliv zpracování na alergenicitu (Fiocchi a kol., 2004, Poms a Anklam 2004, Paschke a Besler 2002; Besler a kol. 2001; Hefle 1999; Davis a Williams 1998); nicméně většina neuvedla použité zkušební metody a nehodnotila účinky nových způsobů zpracování, jako pulzní elektrické pole (PEF), impulsní ultrafialové záření (PUV) nebo vysokotlaké ošetření (HPT). Hlavním cílem této části studie je poskytnout přehled nedávných úspěchů v dealergizaci potravin s využitím různých způsobů zpracování. Různé testy alergenicity použité ve studiích jsou rovněž součástí přehledu.

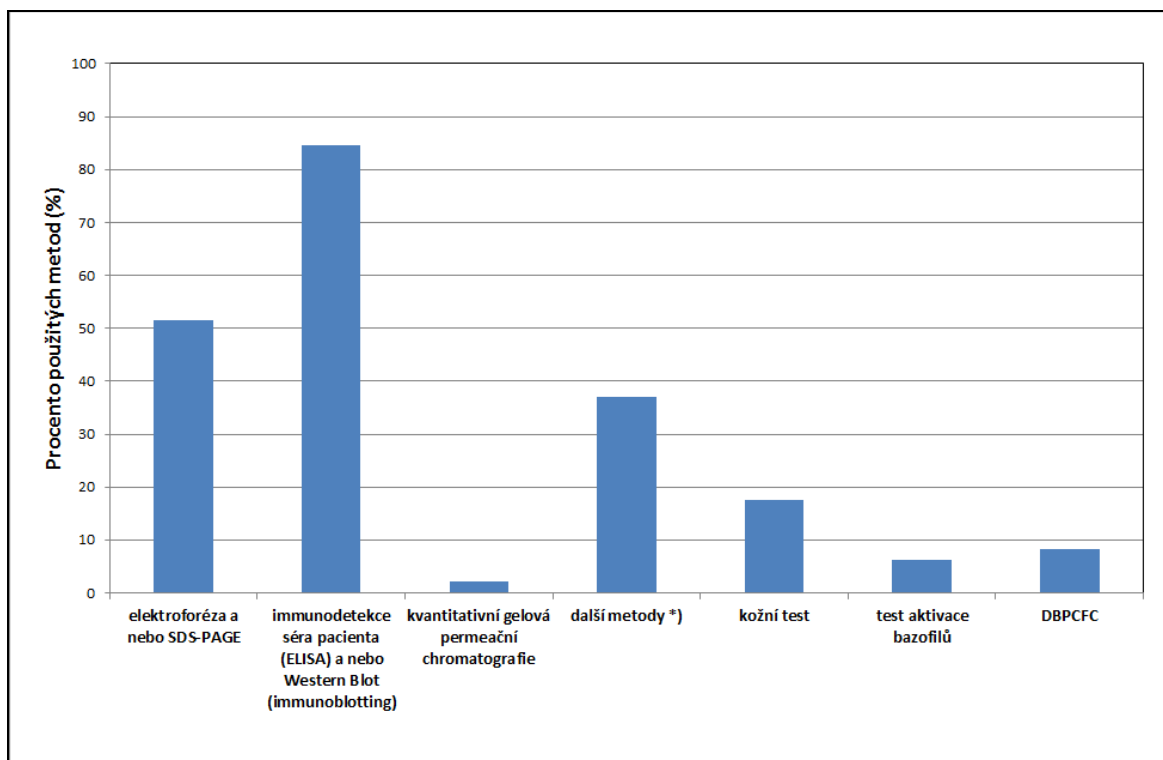
9.2. MATERIÁL A METODY

Bylo provedeno hledání publikací s využitím databáze Scopus s využitím klíčových slov “food allergenicity” a “process.” Byly nalezeny následující zpracovatelské metody: tepelné zpracování, enzymová hydrolýza a in-vitro trávení, gama záření, fermentace, čištění (u olejů), mikroparticulace, genetická modifikace, pulzní ultrafialové záření (PUV), polymerizace alergenních bílkovin, ošetření vysokým tlakem (HPT) a pulzní elektrické pole (PUF). Ultrafiltrace byla nalezena ve spojitosti s předchozí koagulací. V další části jsou diskutovány výsledky experimentů s výše uvedenými metodami aplikovanými s vybranými druhy potravin.

9.3. VÝSLEDKY A DISKUSE

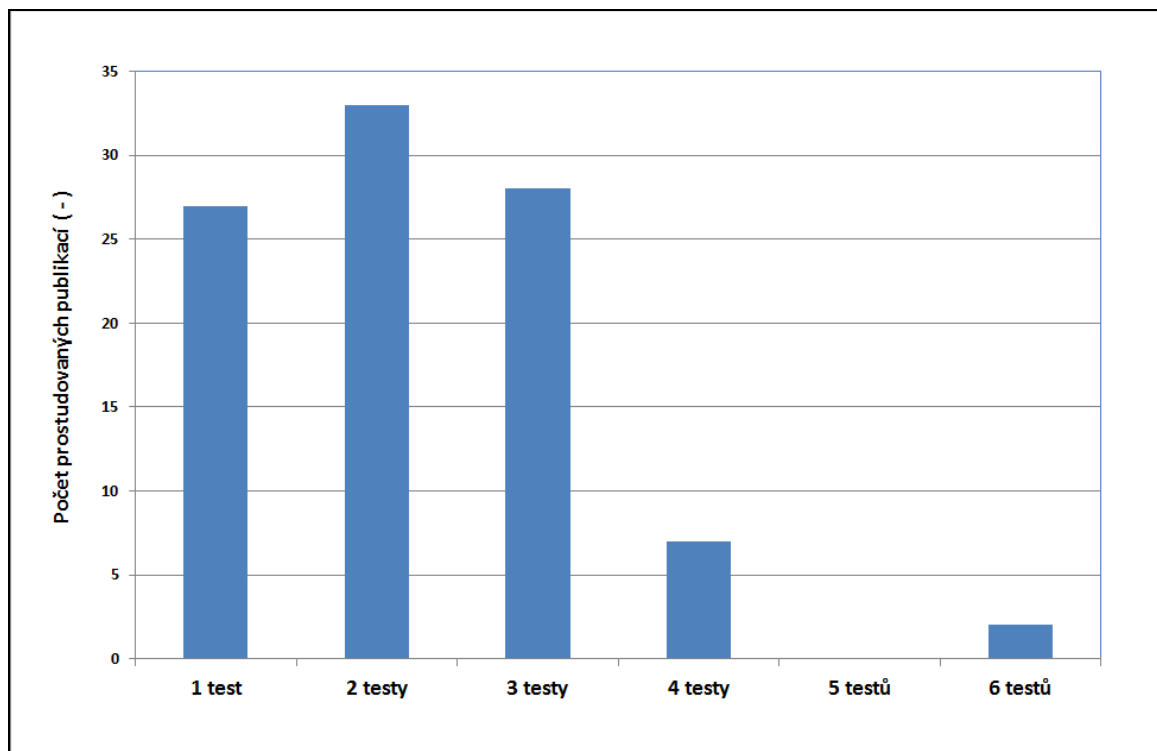
Metody zpracování spolu s podrobnostmi o zpracovaných potravinách nebo surovinách a o provedených testech alergenicity použitých ve studiích jsou uvedeny v tabulce 16.1. Obrázek 16.3 ukazuje procentní podíl prostudovaných dokumentů s použitím konkrétního testu alergenicity v testu studie. Obr. 15 je histogram, který zobrazuje počet publikací versus počet v nich zahrnutých testů alergenicity.

Z Tab. 38 a Obr. 15 a Obr. 16 vyplývá, že pouze omezený počet studií měl závěry založené na více než jednom nebo dvou testů alergenicity. Nejčastějším testem nalezeným ve studovaných pracích byl *in-vitro* imunodetekční test založený na reakcích IgE. V další části podrobně popíšeme výsledky a poskytneme názory na aktuální stav problematiky.



Obr. 15: Procento aplikovaných metod v revidovaných publikacích

(*) spektroskopie cirkulárního dichroismu, streptavidin Immuno CAP systém, kompetitivní test RAST inhibice, otevřený provokační test, metoda extrakce bílkoviny, analýza RNA blotů, Bradfordův mikrottest, EAST inhibice, hemaglutinační testy, reaktivita T buněk



Obr. 16: Počet prostudovaných publikací s použitím daného počtu testů

Tab. 38: Přehled existujících technologií testovaných z hlediska dealergizace různých potravin a surovin

Proces/druh potravin	Potravina nebo složka potravin/podrobnosti zpracování	Test alergie (nebo použitá analytická metoda)							Odkazy
		Elektroforéza nebo SDS-PAGE	Imunodetekce (ELISA) nebo western blot (immunoblotting)	Kvantitativní gelová permeační chromatografie	Ostatní metody	Kožní alergický test	Test aktivace bazofilů (BAT)	DBPCFC	
TEPELNÉ ZPRACOVÁNÍ									
Vejce									
Vaření	Složky bílku: ovalbumin, ovomukoid a konalbumin				Radioimunoelektroforéza (RIEP) a RAST				Hoffman (1983)
Přídavek octa během vaření	Vejce, kuře, čočka		x			7 pacientů		1 pacient	Armentia a kol. (2010)
Luštěniny									
Vaření	Čočka	x	x						Ibáñez Sañdín a kol. (1999)
Tepelné zpracování při 80, 100 a 120 °C po dobu 30 minut	Sójové proteiny 11 S-, 7S- a 2S-globuliny				RAST (Radioallergosorbent test) a inhibiční testy pomocí RAST				Shibasaki a kol. (1980)
Ryby a mořské plody									
Vaření	10 druhů ryb a bílkovinné extrakty (syrové nebo vařené ryby)	x	x, x			x, 11 pacientů			Bernhisel-Broadbent a kol. (1992a)
Konzervování	Vařené lyofilizované rybí extrakty a konzervovaný tuňák a losos	x	x					x, 18 citlivých pacientů	Bernhisel-Broadbent a kol. (1992a)
Uzení, solení/slazení, konzervování, úprava louhem, fermentace	Uzení, solení/slazení, konzervace, úprava louhem a fermentace tresky, lososa, pstruha, tuňáka, makrely, sledě a hydrolyzátů z lososa a tresky		x						Sletten a kol. (2010)

Proces/druh potravin	Potravina nebo složka potravin/podrobnosti zpracování	Test alergie (nebo použitá analytická metoda)							Odkazy
		Elektroforéza nebo SDS-PAGE	Imunodetekce (ELISA) nebo western blot (immunoblotting)	Kvantitativní gelová permeační chromatografie	Ostatní metody	Kožní alergický test	Test aktivace bazofilů (BAT)	DBPCFC	
Tepelná sterilizace	Makrela (<i>Scomber scombrus</i>)	IgE vazba							Chopin a kol. (2000)
Vaření	mořský mlž <i>Ensis arcuatus</i>				<i>in-vivo</i> a <i>in-vitro</i> studie				Martín-García a kol. (2007)
Maso a masné výrobky									
Autoklávování při 121 °C po dobu 5, 10 a 30 minut	Autoklávované vepřové šňávy trávené pomocí pepsinu (30 min) a trypsinu (5, 30, 60, 90 a 120 min)								Kim a kol. (2009)
Vaření v páře, homogenizace a lyofilizace společně s in-vitro multienzymovým stanovením stravitelnosti	Masové jídlo pro děti	x				x			Restani a kol. (1997)
Arašídý a další ořechy									
Pražení	Nealergenní lecitin reagoval s glukózou nebo fruktózou při 50 °C po dobu 28 dní. Byly stanoveny produkty hnědnutí z tepelně ošetřených arašídů.								
Pražení	Pražené a syrové arašídové extrakty				Trávení žaludeční sekrecí				Maleki a kol. (2000)
Pražení	Arašídové bílkovinné konečné produkty nebo adukty jako jsou konečné produkty pokročilé glykace (AGE), N-(karboxymethyl)-lysin (CML), malondialdehyd (MDA) a 4-hydroxynonenal (HNE)								Chung and Champagne (2001)
Pražení, vaření, smažení	Dvě odrůdy arašídů	x	x						Beyer a kol.

Proces/druh potravin	Potravina nebo složka potravin/podrobnosti zpracování	Test alergie (nebo použitá analytická metoda)							Odkazy
		Elektroforéza nebo SDS-PAGE	Imunodetekce (ELISA) nebo western blot (immunoblotting)	Kvantitativní gelová permeační chromatografie	Ostatní metody	Koží alergický test	Test aktivace bazofilů (BAT)	DBPCFC	
									(2001)
Pražení	Hlavní alergen arašídů Ara h 2 vyčištěn ze surových a pražených arašídů	x	x		Cirkulární dichroismus (CD) spektroskopie				Maleki a kol. (2003)
Tepelné zpracování	Rekombinovaný arašídový alergen Ara h2		x						Gruber a kol. (2005)
Pražení a konzervace (sušením)	Zralé a nezralé pražené arašídové a arašídové sušené při různých teplotách (35-77 °C)		x		Konečné adukty pokročilé glykace (AGEs)				Chung a kol. (2003)
Pražení a vaření	Bílkovinné extrakty ze surových, pražených a vařených arašídů	x	x		EAST (Enzymový allergosobent test)				Mondoulet at al. (2003)
Pražení a vaření ve vodě	Arašídové bílkovinné extrakty a hlavních arašídových alergenů Ara h1 a Ara h2	x	x		EAST (Enzymový allergosobent test) a inhibice EAST				Modouleet a kol. (2005)
Pražení, autoklávování, blanšírování, mikrovlnný ohřev	Mandle nonpareil	x	x, x						Venkatachalam a kol. (2002)
Tepelné zpracování	Čtyři odrůdy lískových ořechů (Runde Romer, Levantiner, Neapler, Contorta)	x	x						Wigotzki a kol. (2000)
Bílkoviny obecně									
Tepelné zpracování	Bílkoviny v potravinách								Davis a kol. (2001)
Ovoce a zelenina									
Tepelné zpracování při 121 °C po dobu 10 a 30 min, chemické loupání ovoce pomocí louhu a ultrafiltrace	Broskvové džusy, nektary, džemy, sirupy	x	x						Brenna a kol. (2000)

Proces/druh potravin	Potravina nebo složka potravin/podrobnosti zpracování	Test alergie (nebo použitá analytická metoda)							Odkazy
		Elektroforéza nebo SDS-PAGE	Imunodetekce (ELISA) nebo western blot (immunoblotting)	Kvantitativní gelová permeační chromatografie	Ostatní metody	Kožní alergický test	Test aktivace bazofilů (BAT)	DBPCFC	
ovoce membránami s vhodným stupněm dělení									
Chemické loupání, tepelné zpracování a příprava sirupu	Různé odrůdy třešní (<i>Prunus avium</i>)	x	x				x		Primavesi a kol. (2006)
Tepelné zpracování	Rekombinovaný hlavní třešňový alergen Pru av 1		x						Gruber a kol. (2004)
Tepelné zpracování	Extrakty z šesti různých odrůd brambor, bramborových vloček připravených při různých teplotách	x	x		EAST inhibice (Enzymový allergosorbent test)				Schubert a kol. (2003)
Mikrovlnný ohřev	Extrakty z přirozených a mikrovlnně ošetřených (750 W, 30 min, 100 °C) celerů		x		EAST (Enzymový allergosorbent test)				Jankiewicz a kol. (1996)
Vaření příp. sušení	Extrakty ze surových, vařených celerů nebo koření z celeru		x		EAST (Enzymový allergosorbent test)			x, 12 pacientů	Ballmer-Weber a kol. 2002
Vaření	Mrkev		x			x			Gómez a kol. (1993)
Vaření	Mrkev		x			x			Quirce a kol. (1997)
Těstoviny, cereální a pekařské výrobky									
Sušení při teplotách 20, 60, 85, 110 a 180 °C a vaření ve vroucí vodě	Modelové vzorky těstovin (bílkoviny pšenice <i>durum</i>)		x						De Zorzi a kol. (2007)
Vaření, hypodealergizace (nespecifikovaná metoda)	Vařená a hypoalergenní rýže	x	x		Hmotnostní spektrometrie, Streptavidin, ImmunoCAP system				Yum a kol. (2006)

Proces/druh potravin	Potravina nebo složka potravin/podrobnosti zpracování	Test alergie (nebo použitá analytická metoda)							Odkazy
		Elektroforéza nebo SDS-PAGE	Imunodetekce (ELISA) nebo western blot (immunoblotting)	Kvantitativní gelová permeační chromatografie	Ostatní metody	Kožní alergický test	Test aktivace bazofilů (BAT)	DBPCFC	
Pečení a in vitro trávení	Pšeničné těsto, chlebová strouhanka a kůrka, před a po trávení in vitro		x, IgE vazba						Simonato a kol. (2001)
Vaření	Modelové vzorky na bázi těstovin z pšeničné mouky s vaječným bílkem		x						Kato a kol. (2001)
Tepelné zpracování podobně přípravě potravin	Bílkovinné alergeny extrahované z pšeničné, žitné, ječné a ovesné mouky	x	x						Varjonen a kol. (1996)
Mikrovlnný ohřev	Komerční gliadiny a pšeničná mouka vystavená mikrovlnnému ošetření při výkonu 70, 200 a 500 W po různou dobu	x	x, x						Leszczynska a kol. (2003a)
Mléko a mléčné bílkoviny									
Pasterace, homogenizace	Surové, pasterované a homogenizované/pasterované kravské mléko + hypoalergenní					x		x, 5 pacientů	Host a Samuelsson (1988)
Vaření	Kasein, gama-globulin, sérum albumin, beta-laktoglobulin, alfa-laktalbumin a kravské mléko					x, 8 dospělých, pozitivních			Norgaard a kol. (1996)
IN- VITRO MODEL GASTRO-DUODENÁLNÍ TRÁVENÍ									
Modelové trávení arašídů	Hlavní arašídový alergen Ara h1	x			T buněčná reaktivita		x		Eiwegger a kol. (2006)
Dvoukroková hydrolýza in-vitro pepsinem, následně trypsinem/chymotrypsinem (T/C) prováděná v dialyzačních sáčcích s	Bílkovinné izoláty arašídů (PPI) trávené dohromady s polysacharidy (např. arabská guma, nízkometylovaný	x	x						Mouécoucou a kol. (2004)

Proces/druh potravin	Potravina nebo složka potravin/podrobnosti zpracování	Test alergie (nebo použitá analytická metoda)							Odkazy
		Elektroforéza nebo SDS-PAGE	Imunodetekce (ELISA) nebo western blot (immunoblotting)	Kvantitativní gelová permeační chromatografie	Ostatní metody	Kožní alergický test	Test aktivace bazofilů (BAT)	DBPCFC	
oddělením látek s molekulovou hmotností 1000 nebo 8000 Da	pektin a xylan)								
Enzymový rozklad, mechanická desintegrace tkáně a ohřev během loupání, mačkání a pasterace	pyré a šťáva z manga	x	x		EAST (Enzymový alergosorbent test) a inhibice EAST				Dube a kol. (2004)
In-vitro systém trávení modelující průchod potravy žaludkem do dvanáctníku	Dva alergeny kiwi, actinidin (Act d 1) a bílkovina thaumatin-like (Act d 2)		x		Spektroskopie kruhového dichroismu				Bublin a kol. (2008)
Enzymový rozklad celulózy a alergenů na bázi bílkovin (celulóza při 50 °C po dobu 1h, aktináza při 40 °C 1h)	Hypoalergenní pšeničná mouka		ELISA						Watanabe a kol. (2000)
Ošetření bromelinem (enzym z čerstvého ananasu)	Pšeničná mouka		x						Tanabe a kol. (1996)
Enzymová hydrolýza	Kravné mléko								Bousquet a kol. (1998)
Hydrolýza proteinázou	Sója		x						Yamanishi a kol. (1996)
Metoda simulovaného žaludečního trávení (SGF)	Přečištěné známé alergenní a nealergenní bílkoviny z luštěnin					x			Misra a kol. (2009)
Hydrolýza aktinázou	Rýžová zrna				RAST (Radioalergosorbent test)			x	Watanabe a kol. (1990)
GAMA ZÁŘENÍ									
Gama záření	Lektin				Stanovení hemaglutinace				Vaz a kol.

Proces/druh potravin	Potravina nebo složka potravin/podrobnosti zpracování	Test alergie (nebo použitá analytická metoda)							Odkazy
		Elektroforéza nebo SDS-PAGE	Imunodetekce (ELISA) nebo western blot (immunoblotting)	Kvantitativní gelová permeační chromatografie	Ostatní metody	Kožní alergický test	Test aktivace bazofilů (BAT)	DBPCFC	
									(2011)
Gama záření s 10 nebo 20 kGy	Slepičí vaječný albumin (ovalbumin, OVA) v bílé vrstvě koláčů obsahující vaječný bílek		x						Lee a kol. (2005)
Gama záření	Hovězí alfa-kasein a beta-laktoglobulin	x	x, x						Lee a kol. (2001)
Gama záření	Komerční gliadinový prášek a pšeničná mouka byly ozářeny dávkami 2,2-12,8 kGy	x	x, x						Leszczynska a kol. (2003b)
Gama záření	Teplotně stabilní bílkovina krevet a čerstvé krevety byly ozářeny	x	x, x						Byun a kol. (2000)
Gama záření	Ovalbumin a hovězí sérový albumin v roztoku (0,2 % v 0,01 M fosfátovém pufru, pH 7,4)	x	x						Kume a Matsuda (1995)
Gama záření	Slepičí vaječný ovomukoid za								
FERMENTACE									
Fermentace	Alfa-laktalbumin a beta-laktoglobulin v syrovátce z fermentovaného mléka		x				x		Jedrychowski a Wróblewska (1999)
Mléčná fermentace	Syrové a pasterované mléko přirozeně fermentované a průmyslově vyrobené kyselé mléko, stejně tak i acidofilní		x						Maier a kol. (2006)
Fermentace	Sójové produkty (klíčky, tempeh, tofu, miso, hydrolyzovaná sójová omáčka a hydrolyzovaná zeleninová bílkovina				RAST inhibice				Herian a kol. (1993)

Proces/druh potravin	Potravina nebo složka potravin/podrobnosti zpracování	Test alergie (nebo použitá analytická metoda)							Odkazy
		Elektroforéza nebo SDS-PAGE	Imunodetekce (ELISA) nebo western blot (immunoblotting)	Kvantitativní gelová permeační chromatografie	Ostatní metody	Kožní alergický test	Test aktivace bazofilů (BAT)	DBPCFC	
Fermentace	Hrachová mouka fermentovaná třemi baktériemi mléčného kvašení a dvěma houbami		x						Barkholt a kol. (1998)
Zpracování sóji na sójovou mouku, sójové mléko a sójovou bílkovinu	Tři komerční produkty a dvě dětské výživy byly studovány: sójová mouka, sójové mléko, sójová bílkovina, dvě dětské výživy, první obsahující všechny bílkoviny, druhá, sójový bílkovinný hydrolyzát	x	x						Franck a kol. (2002)
Fermentace (enzymové ošetření mikrobiálními enzymy)	Fermentovaná sójová semena, fermentovaná sójová pasta, pšeničné těsto, namočená rýže z thajských fermentovaných rýžových nudlí		x						Phromraksa a kol. (2008)
Fermentace v kysaném zelí při teplotách 25, 15 a 5 °C	Syrové krevety (<i>Acetes japonicus</i>) a solené fermentované krevety v kysaném zelí		x						Park a kol. (2007)
RAFINACE									
Rafinace	Arašídový olej								Crevel a kol. (2000)
Různé kroky rafinace: surový olej za použití tlaku, okyselení, neutralizace, odstředění, promytí, bělení, odgumování, filtrace a deodorace	Slunečnicový olej v různých krocích rafinačního procesu	x	x		Mikro-Bradfordova analýza				Zitouni a kol. (2000)
Rafinace	Sójový lecitin a rafinovaný a		x		EAST inhibice				Paschke a kol.

Proces/druh potravin	Potravina nebo složka potravin/podrobnosti zpracování	Test alergie (nebo použitá analytická metoda)							Odkazy
		Elektroforéza nebo SDS-PAGE	Imunodetekce (ELISA) nebo western blot (immunoblotting)	Kvantitativní gelová permeační chromatografie	Ostatní metody	Kožní alergický test	Test aktivace bazofilů (BAT)	DBPCFC	
	nerafinovaný sójový olej								(2001)
Rafinace lecitinu extrahovaného ze sóji	Šest komerčních sójových lecitinů s extraktů ze syrových a tepelně opracovaných sójových bobů		x		EAST a test uvolnění mediátoru založeného na bazofilních buněčných liniích krys s leukemií				Müller a kol. (1998)
MIKROPARTIKULACE									
Mikročástice	Mikročástice vaječného bílku nebo bílkovin kravského mléka použité jako náhrady tuku	x	x						Sampson a Cooke (1992)
GENETICKÁ MODIFIKACE									
Genetická modifikace	Transgenní sójové boby se začleněním albuminu obohaceným metioninem 2S z brazilských ořechů (<i>Betholletia excelsa</i>)	x	x		RAST	x			Nordlee a kol. (1996)
Genetická modifikace (peptidové složení z jednotlivých aminokyselin)	Sójová bílkovina				Sérový IgE získaný z alergiků citlivých na sóju byl využit pro identifikaci P34/Gly m Bd 30 K v přirozených peptidech a peptidech s jednotlivými substituovanými aminokyselinami za použití SPOTS syntézy peptidů pro stanovení rozhodujících aminokyselin pro IgE vazbu				Helm a kol. (2000)
Genetická modifikace	Transgenní rýže	x	x		RNA blot analýza				Tada et al

Proces/druh potravin	Potravina nebo složka potravin/podrobnosti zpracování	Test alergie (nebo použitá analytická metoda)							Odkazy
		Elektroforéza nebo SDS-PAGE	Imunodetekce (ELISA) nebo western blot (immunoblotting)	Kvantitativní gelová permeační chromatografie	Ostatní metody	Kožní alergický test	Test aktivace bazofilů (BAT)	DBPCFC	
									(1996)
Genetická modifikace	Transgenní rýže	x	x, x						Nakamura a Matsuda (1996)
Genetická modifikace	Jedna linie arašídů, GT-C9, postrádající několik bílkovin, které byly identifikované jako Ara h 3 izoformy	1D + 2D PAGE	x		Extrakční metoda bílkovin				Guo a kol. (2008)
Genetická modifikace (náhrada dvou aminokyselin u šesti peptidů v třetí oblasti ovomukoidu)	Hlavní alergen slepičího vaječného bílku ovomukoid (Gal d 1)		x, x						Mine a kol. (2003)
OŠETŘENÍ PULZNÍM ULTRAFIALOVÝM SVĚTLEM (PUV)									
Ošetření pulzním ultrafialovým světlem (PUV)	Arašídové extrakty a tekuté arašídové máslo byly ošetřeny PUV pomocí Xenon RS-3000C za podmínek: 3 pulzy/s, 14,6 cm ze středové osy lampy, 4 min (extrakt) nebo 3 min (tekuté arašídové máslo): vaření použito jako kontrola	x	x						Chung a kol. (2008)
Ošetření pulsním ultrafialovým světlem (PUV)	Sójové extrakty ošetřené PUV různou dobu (2, 4 a 6 min)	x	x						Yang a kol. (2010)
POLYMERACE ALERGENNÍ BÍLKOVIN									
Polymerace alergenů	Bílkovinné extrakty ze surových a pražených odtučněných arašídových jídel při pH 8 byly inkubovány s a bez peroxidázy v přítomnosti	x	x, x						Chung a kol. (2004)

Proces/druh potravin	Potravina nebo složka potravin/podrobnosti zpracování	Test alergie (nebo použitá analytická metoda)							Odkazy
		Elektroforéza nebo SDS-PAGE	Imunodetekce (ELISA) nebo western blot (immunoblotting)	Kvantitativní gelová permeační chromatografie	Ostatní metody	Kožní alergický test	Test aktivace bazofilů (BAT)	DBPCFC	
	peroxidu vodíku při 37 °C 60 min								
Polymerace alergenů různými fenolovými kyselinami oxidovanými polyfenoloxidázou	Rekombinovaný Pru av 1	x	x						Gruber a kol. (2004)
Polymerace alergenů káвовou kyselinou polyfenoloxidázou	Arašídové extrakty ošetřené s a bez polyfenoloxidázy/kyseliny kávové (pH 8, 37 °C, 1h) a káвовou kyselinou (pH 10,5 přes noc)	x	x, x						Chung a kol. (2005)
Polymerace alergenů fytovou kyselinou	Extrakty ze surových a pražených arašídů byly ošetřeny s a bez kyseliny fytové při různých hodnotách pH	x	x						Chung a Champagne (2007)
Polymerace alergenů fenoly	Arašídové extrakty a tekuté arašídové máslo smíchaný s fenoly	x	x						Chung a Champagne (2009)
Oxidace fenolů a polymerace	Šťáva z jablek Golden Delicious	x	x		Open Challenge test				Setinova a kol. (2010)
Oxidace fenolů a polymerace	Šťáva z celeru, směs celerové a jablečné šťávy (1:5)	x	x			x	x		Novotna a kol. (2011)
Oxidace polyfenoloxidázou v přítomnosti katechinu	Mal d1 extrahovaný ze slupky a dužniny různých odrůd jablek		x						Martín-García a kol. (2007)
OŠETŘENÍ VYSOKÝM TLAKEM A PULZNÍM ELEKTRICKÝM POLEM (PEF)									
Ošetření vysokým tlakem	Rýžová zrna ponořená do destilované vody a tlakována	x	x						Kato a kol. (2000)

Proces/druh potravin	Potravina nebo složka potravin/podrobnosti zpracování	Test alergie (nebo použitá analytická metoda)							Odkazy
		Elektroforéza nebo SDS-PAGE	Imunodetekce (ELISA) nebo western blot (immunoblotting)	Kvantitativní gelová permeační chromatografie	Ostatní metody	Kožní alergický test	Test aktivace bazofilů (BAT)	DBPCFC	
	při 100 až 400 MPa								
Ošetření vysokým tlakem	Ovalbumin a hovězí sérový albumin v roztoku (0,2 % v 0,01 M fosfátovém pufru, pH 7,4)				Pozorování strukturních změn pomocí kruhového dichroismu (CD) a FTIR spekter	x	x	x	Scheibenzuber (2003)
Ošetření vysokým tlakem	Roztoky pufrů rBet v1 a extrakt březového pylu ošetřené vysokým tlakem (450-550 MPa) 10 min při teplotách 30-50 °C	x	x		Spektroskopie kruhového dichroismu				Setinova a kol. (2009a)
Ošetření vysokým tlakem	Roztoky pufrů rApi g1 ošetřeny při 500 MPa 10 nebo 20 min při teplotách 30, 40 a 50 °C	x	x		Spektroskopie kruhového dichroismu				Houska a kol. (2009a)
Ošetření vysokým tlakem	rDau c1 a mrkvová šťáva ošetřeny při 500 MPa 10 min a při různých teplotách (30, 40 a 50 °C) a tlacích 400-550 MPa 3 a 10 min	x	x		Spektroskopie kruhového dichroismu	x	x	x, 19 pacientů	Heroldova a kol. (2009)
Ošetření vysokým tlakem	Jablečný extrakt (Golden Delicious) ošetřený různými tlaky až do 800 MPa a 10 měsíců skladovány	x			Kompetitivní RAST inhibiční testy				Fernández a kol. (2009)
Ošetření vysokým tlakem	rMal d1 a rDau c1 byly ošetřeny tlaky 400, 450, 500, 550 MPa po dobu 3 a 10 min při 30, 40 a 50 °C	x	x		Spektroskopie kruhového dichroismu		x		Setinova a kol. (2009b)
Ošetření vysokým tlakem	rMal d1, jablečná šťáva a homogenátů připravených z odrůdy Golden Delicious	x	x		Spektroskopie kruhového dichroismu	x, 21 pacientů	x	x, 21 pacientů	Houska a kol. (2009b)
Ošetření vysokým tlakem	Inhibitor alfa-amylasy		x		x				Yamamoto a

Proces/druh potravin	Potravina nebo složka potravin/podrobnosti zpracování	Test alergie (nebo použitá analytická metoda)							Odkazy
		Elektroforéza nebo SDS-PAGE	Imunodetekce (ELISA) nebo western blot (immunoblotting)	Kvantitativní gelová permeační chromatografie	Ostatní metody	Kožní alergický test	Test aktivace bazofilů (BAT)	DBPCFC	
									kol. (2010a)
Ošetření vysokým tlakem	Hovězí gamma-globulin, ošetřený tlakem 100-600 MPa při teplotách 5-7 °C, 5 min		x, x		x			x	Yamamoto a kol. (2010b)
Enzymová hydrolýza chymotrypsinem a trypsinem za vysokého tlaku	beta-laktoglobulin		x						Chicón a kol. (2008)
Enzymová hydrolýza chymotrypsinem a trypsinem za vysokého izostatického tlaku 500 MPa	alfa- a beta-kasein, hovězí sérový albumin (BSA), beta-laktoglobulin (beta-Lg) a alfa-laktalbumin (alfa-La)		x		Streptavidin ImmunoCAP systém				Beran a kol. (2009)
Ošetření vysokým tlakem/teplotou a pulsním elektrickým polem	Přirozený arašídový Ara h 2, 6 a jablečný Mal d 3 a Mal d 1b		x	x	Spektroskopie kruhového dichroismu				Johnson a kol. (2010)
Ošetření vysokým tlakem	rMal d1 rozpuštěný v deuterované vodě ošetřený při různých tlacích				FTIR				Somkuti a kol. (2010)
Vysokotlaké ošetření asistované tepelnou sterilací	Mal d1, Mal d3, Api g1	x	x						Husband a kol. (2011)

9.3.1. TEPELNÉ ZPRACOVÁNÍ

Nejběžnějším procesem bylo použití tepla k transformaci suroviny na konzumovatelnou potravinu. Pasterace, sterilace, vaření a pražení byly často používané metody. Účinky Maillardových reakčních produktů (z proteinových aminoskupin k sacharidovým reakčním produktům), které jsou spojeny s tepelným zpracováním, může být rizikové a nebyly dostatečně prostudovány (Davis a kol., 2001).

9.3.1.1. VEJCE

Hoffman (1983) zjistil, že vejce, po varu, stále vykazovaly detekovatelnou alergenicitu; nicméně vaření s různými složkami jako je ocet, podstatně snížilo velikost pupenů v kožních testech na u senzibilizovaných osob (Armentia a kol., 2010).

9.3.1.2. LUŠTĚNINY

Bylo zjištěno, že vařený čočkový extrakt udržel alergenicitu (Ibáñez Sandín a kol. 1999), zatímco sojový globulin ztratil část své alergie při zahřátí (Shibasaki a kol., 1980).

9.3.1.3. RYBY A MOŘSKÉ PLODY

Při vaření ryb došlo k denaturaci a konglomeraci bílkovin, ale některé bílkovinné pruhy prezentující vazbu na IgE (WB) zůstaly (Bernhisel-Broadbent a kol. 1992a). Po tepelné konzervaci se redukovala vazba na IgE (Bernhisel-Broadbent a kol. 1992b). Sletten a kol. (2010) nedávno publikoval studii o vlivu uzení, solení/slazení, tepelné konzervace, máčení a fermentace. Dokázal, že pokles alergenicity více závisel na procesu než na druhu ryby. Chemické zpracování ryb vedlo ke ztrátě vazby na IgE, ale určité IgE vazby zůstaly jako odezva na modifikované nebo degradované peptidy. Sterilace makrel vedla k podstatné redukci alergenicity (Chopin a kol. 2000).

Položka, jako je maso speciálního mořského mlže *Ensis arcuatus*, obsahuje mnoho tepelně stabilních proteinů s vysokou molekulovou hmotností; proto si zachovává svou alergenicitu (Martín-García a kol., 2007) i po zpracování.

9.3.1.4. MASO A MASOVÉ VÝROBKY

Alergenita vepřové klobásy ošetřené pepsinem a trypsinem se značně snížila po ošetření v autoklávu díky enzymovému zpracování. U těchto typů potravin se jeví zpracování v autoklávu jako slibná technologie pro snížení alergenicity (Kim a kol., 2009). Vaření v páře, homogenizace nebo lyofilizace spolu s *in-vitro* multienzymovým štěpením vykazaly podstatné snížení alergenicity dětské výživy na bázi masa (Restani a kol., 1997).

9.3.1.5. ARAŠÍDY A DALŠÍ OŘECHY

Počáteční studie o pražení arašídů ukázaly, že suchým tepelným zpracováním vznikají Maillardovy reakční produkty, které mají mnohem vyšší IgE vazebné vlastnosti než neošetřené kontrolní vzorky, (Chung a Champagne 1999, Maleki a kol., 2000).

Bílkovina arašídů a na bílkovinu vázané konečné produkty nebo adukty jako například pokročilé glykační konečné produkty (AGE), N- (karboxymethyl) lysin (CML), malondialdehyd (MDA) a 4-hydroxynonenal (HNE), byly identifikovány po pražení. Vyšší hladiny vazeb na IgE korelovaly s vyššími hladinami AGE aduktů (Chung and Champagne, 2001). Zrání a vytvrzování ve spojení s pražením arašídů může být spojeno s alergenicitou (Chung a kol., 2003).

Metody, jako je smažení nebo var arašídů, jak se praktikuje v Číně, zřejmě snižují alergenitu arašídů ve srovnání se suchým pražením, což je v USA velmi rozšířené (Beyer a kol., 2001). Snížení alergenicity vařených arašídů je důsledkem převodu nízkomolekulárních alergenů do vody během vaření (Mondoulet a kol., 2003, 2005).

Hlavní alergen z arašídů Ara h 2, získaný ze surových a pražených arašídů, je homologní a funguje jako inhibitor trypsinu. Zjistilo se, že pražení způsobuje 3,6 násobné zvýšení inhibiční aktivity trypsinu (Maleki a kol., 2003). Tepelná úprava rekombinantního Ara h 2 vedla k podstatnému zvýšení vazebné reakce IgE, neboť reaktivní sacharidy nebo jejich produkty rozkladu byly stále přítomny (Gruber a kol., 2005). Pražení, autoklávování, blanšírování a mikrovlnné zahřívání mandlí prokázalo antigenní stabilitu mandlových proteinů (ELISA a WB testů) ve srovnání s nezpracovanými ořechy (Venkatachalam a kol., 2002). Protein z lískových ořechů s molekulovou hmotností menší než 14 kDa prokázal vysokou tepelnou stabilitu a byl detekován i po zpracování při vysoké teplotě 185 °C, Wigotzki a kol., 2000.

9.3.1.6. OVOCE A ZELENINA

Byly testovány tepelná sterilace broskví (121 °C po dobu 10 a 30 min), chemické loupání ovoce a ultrafiltrace šťávy přes membrány s vhodnými modelulárními filtry. Sterilace nebyla schopna snížit alergenitu proteinu Pru p1. Kromě toho byl proteinový pás ještě přítomen i po 60 minutách reakce s dvěma různými kyselými proteázami. Chemické louhování ovoce a ultrafiltrace šťávy membránami s molekulárními filtry dokázala snížit množství hlavního alergenu v broskvové šťávě (Brenna a kol., 2000).

Chemické loupání, tepelné zpracování a procesy přípravy sirupu byly aplikovány na různé druhy třešní. Chemické loupání úspěšně odstranilo Pru av 3, LTP zodpovědný za alergické reakce u pacientů bez polinózy. Syrupovací proces odstranil téměř všechny alergenní proteiny (Primavesi a kol., 2006).

Rekombinantní Pru v1 (r Pruv1) byla tepelně ošetřena v přítomnosti a nepřítomnosti sacharidů. Tepelné ošetření po dobu 30 minut nemělo žádný vliv na IgE vazebné vlastnosti hlavního alergenu z třešně, zatímco reakce s glukózou a ribózou, stejně jako produkty rozkladu sacharidů byly schopny snížit vazebnou kapacitu proteinu r Pru av1 (Gruber a kol., 2004).

Různé typy tepelného zpracování brambor pouze mírně snížily alergenní aktivitu (Schubert a kol., 2003). Mikrovlnné vývary z kořene celeru vykazují vysokou tepelnou labilitu pro Api g 1, ale profilinové a sacharidové epitopy se zdají být odolnější vůči teple ve srovnání s neošetřenými kontrolami (Jankiewicz a kol., 1996).

Extrakty syrového, vařeného celeru a celerového listí studovali Ballmer-Weber a kol. (2002). Zjistili, že alergenicita celeru byla konzervována pro čtyři pacienty s pozitivním DBPCFC na celer i po uvaření celeru (76,07 min, 100 °C). Bylo zjištěno, že celerové listí je alergenní u pacientů s alergií na syrový celer. V jiné studii byla zjištěna tolerance vařené mrkve u senzibilizovaných pacientů (Gómez a kol., 1993, Quirce a kol., 1997).

9.3.1.7. TĚSTOVINY, OBILOVINY A PEČIVO

Modelové vzorky těstovin (pšenice tvrdé) byly sušeny při teplotách 20, 60, 85, 110 a 180 °C a pak se vařily ve vroucí vodě. Proces trávení spolu s předchozí tepelnou úpravou, nebyl schopen úplně deaktivovat IgE-reaktivní peptidy (De Zorzi a kol., 2007).

Téměř všechny rýžové proteiny byly v procesu varu vyloučeny nebo oslabeny, avšak aktivita vazby IgE zůstala i v hypoalergenní rýži (Yum a kol. 2006). Pšeničné těsto a chlebové droby a kůrka před a po *in-vitro* trávení byly testovány na přítomnost alergenů (Simonato a kol., 2001). Během *in-vitro* trávení složky IgE vázající protein z nevyhřátého těsta zmizely, avšak pečivo z chleba a bílkoviny izolované z kůrky si udržely vazbu IgE.

Při studiu kombinovaných potravinových alergií u pšeničných produktů musí být zohledněny účinky pečení. Pastovité modelové vzorky z pšeničné mouky smíchané s vejcem byly testovány po varu, Kato a kol. (2001). Téměř žádná antigenní aktivita ovomukoidu (pocházejícího z vaječného bílku) nebyla detekována v extraktech zahřátých vzorků.

Proteinové alergeny extrahované z pšenice, žita, ječmene a ovesné mouky byly tepelně ošetřeny s cílem napodobit standardní metody přípravy pokrmů. Přesto žádné procesní podmínky nezrušily vazbu IgE. Varjonen a kol. (1996) zjistil, že ohřev bílkovin snížil alergenicitu a tím i citlivost během testování.

Komerční gliadiny a mouka byly vystaveny mikrovlnám při nastaveném výkonu 70, 200 a 500 W pro různé časy působení záhřevu (Leszczynska a kol., 2003a). Významné zvýšení reakce při srovnání s neošetřeným kontrolním vzorkem bylo pozorováno u gliadinů vystavených působení dávky energie 40 kJ. Gliadiny ošetřené vyššími dávkami energie vykazovaly pokles reaktivity v průběhu testování imunitní odpovědi.

9.3.1.8. MLÉKO A MLÉČNÉ BÍLKOVINY

Syrové, pasterizované a homogenizované / pasterované kravské mléko a hypoalergenní kojenecká výživa jako kontrola byly testovány firmou Host a Samuelsson (1988). Tato práce poskytla důkaz, že tepelné ošetření zvýšilo schopnost pasterizovaného a homogenizovaného / pasterizovaného mléka vyvolat alergické reakce u pacientů alergických na mléko. Celý kasein, gama-globulin, sérový albumin, beta-laktoglobulin, alfa-galaktalbumin a čerstvé kravské mléko byly testovány na alergenicitu po varu Norgaard a kol. (1996).

Vroucí mléko po dobu 10 minut, ale nikoliv 2 min., vyloučilo kožní odezvu u subjektů citlivých na tepelně labilní sérový albumin nebo betalaktoglobulin, zatímco subjekty citlivé na tepelně stabilní kasein reagovaly stejně jako na čerstvé a vařené kravské mléko.

9.3.2. ENZYMOVÁ HYDROLÝZA A *IN-VITRO* TRÁVENÍ

Enzymová hydrolýza je v současné době nejúspěšnější metodou pro přípravu hypoalergenních a nealergenních potravin a používá se hlavně pro kojeneckou výživu (Von Berg 2007). Metoda je založena na dělení proteinů na peptidy nebo dokonce na jednotlivé aminokyseliny s cílem zničit epitop(y) způsobující vazbu IgE u senzitivovaných jedinců. Účinnost potravinové matrice a počet různých alergenů komplikují tento typ zpracování.

9.3.2.1. MLÉKO

Bousquet a kol. (1998) citoval mnoho dokumentů k tomuto tématu a dospěl k závěru, že pouze rozsáhlý enzymový hydrolyzát by měl být považován za hypoalergenní mléko pro kojeneckou výživu. V současnosti je k dispozici několik komerčních přípravků s různými úrovněmi proteinové hydrolýzy (Fuchs 2007).

9.3.2.2. ARAŠÍDY A ARAŠÍDOVÉ ALERGENY

Gastroduodenální digestivní fragmenty alergenu Ara h1 si zachovávají stimulační vlastnosti T-buněk a IgE vazebné a zesíťovací vlastnosti nalezené v intaktním proteinu (Eiwegger a kol., 2006). Arašídový proteinový izolát trávený spolu s polysacharidy (tj. arabská guma, nízko metylovaný pektin a xylan) byl pouze částečně hydrolyzován. To bylo pravděpodobně způsobeno nescifickými interakcemi mezi polysacharidy a peptidy (Mouécoucou a kol., 2004). V retentátech se vazba IgE snížila trávením a přítomností xylanu. U dialyzátů byla vazba IgE snížena o všechny polysacharidy. Tato práce zdůrazňuje možnost kontroly potravinové alergenicity pomocí správně formulovaných konečných produktů.

9.3.2.3. OVOCE A ZELENINA

Byl testován vliv enzymového rozkladu, mechanické desintegrace mechanických tkání a zahřívání během loupání, zpracování kaše a pasterace výrobních procesů manga s cílem stanovit vliv těchto procesů na alergenicitu, Dube a kol. (2004). Žádný podstatný pokles alergenicity nebyl pozorován u extraktů a nektarů z mangového pyré. Navíc konvenční způsoby úplně neodstranily alergenicitu produktů obsahujících mango-dužinu. Bublin a kol. (2008) modelovali trávení (od žaludku po dvanáctník) s použitím dvou alergenů kiwi, aktinidinu (Act d1) a proteinu podobného thaumatinu (Act d2). Act d1 byl nevratně destabilizován v kyselých roztocích, ale tepelně indukovaná denaturace alergenu Act d2 (pH 2) byla plně reverzibilní. IgE vázaný na Act d2, ale nikoliv Act d1, byl zjištěn ve zpracovaných potravinářských výrobcích.

9.3.2.4. PŠENIČNÁ MOUKA

Pšeničná mouka byla enzymově hydrolyzována bromelainem a bylo zjištěno, že je tato metoda účinná při rozkladu struktury epitopu (Tanabe a kol., 1996). Celuláza (50 ° C, 1 h) a aktináza (40 ° C, 1 h) byly použity pro enzymový rozklad alergenů na bázi celulózy a bílkovin v pšeničné mouce; mouka byla potom použita k přípravě těsta s využitím želatinizace škrobových složek. Výsledky testu ELISA ukázaly negativní alergenicitu ve většině případů (Watanabe a kol. 2000).

9.3.2.5. LUŠTĚNINY

Bylo prokázáno, že ošetření sójových bobů proteázou výrazně snížilo antigenicitu na monoklonální protilátky a alergenicitu na séra od pacientů citlivých na sóju. Tyto výsledky dokazují, že existuje příležitost k rozvoji hypoalergenních výrobků (Yamanishi a kol., 1996). Přechistěné známé alergenní a nealergenní proteiny z luštěnin byly studovány za použití simulované žaludeční tekutiny (Misra a kol., 2009). Většina proteinů, které byly stabilní za podmínek simulované gastrické kapaliny se chovala podobně jako jejich originály, které odpovídaly svou molekulovou váhou (soja, arašíd, cizrna a vigna mungo).

9.3.2.6. RÝŽE

Watanabe a kol. (1990) ošetřili rýžová zrna aktinázou. Zkoušky alergenicity ukázaly negativní výsledky při klinickém podání přípravku sedmi pacientům trpícím atopickou dermatidou. Dedošlo k vyvolání alergické reakce u šesti ze sedmi pacientů.

9.3.3. GAMA ZÁŘENÍ

Tento proces je široce používán pro mikrobiální dekontaminaci potravinářských přísad a suchých potravin, jako jsou koření a sušené bylinky. Nedávno přijala evropská legislativa nařízení, aby na obalu byly deklarovány veškeré ozářené součásti. Výsledkem je, že v současné době je metoda prakticky nevyužita; místo ní je používáno ošetření parou nebo suchým teplem, které se používá pro mikrobiální dekontaminaci těchto produktů. Přesto byly získány některé zajímavé výsledky týkající se alergenit vybraných potravin. Princip účinku lze prokázat u ovalbuminu a bovinním sérovém albuminu v roztoku (0,2 % v 0,01 M fosfátovém pufru, pH 7,4); bílkoviny byly ozářeny vysokými dávkami (8 kGy). Tento proces způsobil vznik proteinových agregátů a degradovaných fragmentů s reaktivitou na specifické protilátky. Hlavní část reaktivity závislé na konformaci, tj. prostorové antigenní struktura (konformační epitop) byla odstraněna, ale určitá antigenicita přetrvávala (Kume a Matsuda 1995).

9.3.3.1. *SEBASTIANIA JACOBINENSIS* KŮROVÝ LEKTIN

Vysoké dávky záření gama (nad 1 kGy) způsobily významnou ztrátu aktivity kůrového lektinu z rostliny *Sebastiania jacobinensis* způsobenou zjevnými změnami v hydrofobním povrchu. Gamma ozáření také ukázalo, že způsobuje narušení struktury a agregaci bílkovin (Vaz a kol., 2011).

9.3.3.2. MLÉČNÉ BÍLKOVINY

Po ozáření bovinního alfa-kaseinu a beta-laktoglobulinu došlo ke změně jejich účinku alergenit a antigenit. Změna byla pravděpodobně způsobena aglomerací proteinů (Lee a kol., 2001).

9.3.3.3. PROTEINY VAJEC

Koláče obsahující vaječný bílek byly ozařovány gama zářením o intenzitě 10 nebo 20 kGy. Po ozařování a zpracování bylo zjištěno, že alergenita ovalbuminu klesá. Vaječný bílek, ozářený s cílem snížení alergií na vejce, by mohl být použit k výrobě bezpečnějších koláčů (Lee a kol., 2005).

Ovumukoid ze slepičího vejce, při bazickém pH, byl ozářen při 10 kGy nebo zahřát při teplotě 100 °C po dobu 15 minut. Byla nalezena kombinace ozařování a ohřevu, která byla velmi účinná při snižování množství neporušeného ovomucoidu bez ohledu na pH (Lee a kol., 2002).

9.3.3.4. GLIADIN

Komerční gliadinový prášek a pšeničná mouka byly ozařovány dávkami mezi 2,2 a 12,8 kGy. Překvapivé bylo, že ozařovaný gliadin zvýšil alergenicitu. Gliadin extrahovaný z ozařované pšeničné mouky vykázal vyšší imunoreaktivitu než čistý gliadin ozářený stejnou dávkou (Leszczynska a kol., 2003b).

9.3.3.5. KREVETY

Tepelně stabilní protein v krevetě byl izolován a ozařován gama zářením při 0, 1, 3, 5, 7 nebo 10 kGy v roztoku (1 mg / ml). Byly ozářeny i čerstvé krevety. Rychlost vazby na IgE byla snížena se zvyšujícími se dávkami záření. Hlavní pás zmizel a stopy indukované koagulací se objevily ve vyšší molekulárně-hmotnostní zóně, což bylo prokázáno pomocí SDS-PAGE. Stejně výsledky byly také získány pro proteiny extrahované z ozářených krevet (Byun a kol., 2000).

9.3.4. FERMENTACE

Tento proces je podobný v mnoha ohledech enzymové hydrolýze, protože mikroorganismy působí svými enzymovými systémy na součásti potravinové matrice včetně bílkovin (Phromraksa a kol., 2008). Fermentace je složitý proces a to bylo důvodem věnovat pozornost tomuto tématu samostatně.

9.3.4.1. SYROVÁTKOVÉ BÍLKOVINY

Alfa-laktalbumin a beta-laktoglobulin syrovátky ze sterilizovaného fermentovaného mléka byly testovány na antigenicitu a alergenicitu. Vzhledem k tomu, co antigenicita byla podstatně nižší, alergenicita syrovátkové bílkoviny se pouze mírně snížila (Jędrychowski a Wróblewska 1999). Imunoreaktivita syrového a pasterovaného mléka „přirozeně“ fermentovaného se jen mírně snížila. Průmyslově vyrobené kysané mléko a acidofilní mléko mělo mnohem nižší úroveň imunoreaktivity (Maier a kol. 2006).

9.3.4.2. LUŠTĚNINY

Sójové produkty jako výhonky, tempeh, tofu, plísňemi hydrolyzovaná sojová omáčka, kyselinou hydrolyzovaná sojová omáčka, a hydrolyzované rostlinné bílkoviny byly testovány na alergenicitu s využitím kompetitivního inhibičního testu. Výsledky ukázaly, že fermentace může změnit nebo odstranit alergenní epitopy (Herian a kol., 1993).

Hrachová mouka, fermentovaná třemi mléčnými bakteriemi a plísňovými R mikrosporami snížila zbytkovou antigenicitu proti antipea protilátkám, ale reakce na antipea profilin a anti-Bet v1 byly stále detekovatelné i po fermentaci (Barkholt a kol. 1998).

Sójová mouka, sójové mléko, texturovaný sójový protein, a dvě kojenecké výživy (mouka obsahovala celkové bílkoviny, mléko obsahovalo sójové bílkovinné hydrolyzáty) byly podrobeny testu. Imunopřenos ukazuje na nedostatek alergenicity v kojenecké výživě a alergen 30-kDa (Gly m Bd 30) zmizel při výrobě texturovaného sojového proteinu (Franck a kol., 2002).

Gliadin byl fermentován s použitím koncentrovaných surových enzymů mikroorganismu *Bacillus subtilis*. Zdrojem enzymů byl kmen *B. subtilis*, izolovaný z fermentovaných sójových potravin. Tento proces snižuje alergenicitu gliadinu hydrolyzou alergenních gliadinových fragmentů detekovaných imunoblotinkem. Phromraksa a kol. (2008) ukázali, že *B. subtilis* by mohl být použit pro výrobu hypoalergenní pšeničné mouky nebo mléčných potravinářských výrobků.

9.3.4.3. KREVETY

Surové krevety (*Acetes japonicus*) a saeujeot (solené a kvašené krevety) v zelí kimchi byly testovány na alergenicitu. Alergenita jak polotovaru krevet tak saeujeot v kimchi, se prokazatelně snižuje během fermentace, ale snížení alergenicity je větší u saeujeot než u surových krevet (Park a kol., 2007).

9.3.5. PŘEČIŠTĚNÍ

Tento proces zahrnuje zejména rostlinné oleje se stopami proteinů pocházejících ze semen v průběhu lisování oleje.

9.3.5.1. ARAŠÍDOVÝ OLEJ

Bylo prokázáno, že rafinovaný arašídový olej je bezpečný pro převážnou většinu lidí s alergií na arašíd, ale nerafinovaný arašídový olej může vyvolat reakce u některých z těchto osob (Crevel a kol., 2000).

9.3.5.2. SLUNEČNICOVÝ OLEJ

Slunečnicový olej byl odebrán v různých fázích procesu rafinace: surový lisovaný olej, okyselený a neutralizovaný, předodslizení centrifugací, mytí, bělení, odslizení filtrací a deodorizací. Test SDS-PAGE identifikoval pět pásů od 67 do 145 kDa, přičemž nejpozoruhodnější byl pás 67 kDa, který představuje hlavní alergen. Množství tohoto proteinu klesá se stupněm rafinace, ale přesto byly jeho stopy i v rafinovaném stavu oleje. Proto rafinovaný slunečnicový olej může představovat riziko pro osoby s vysokou citlivostí k slunečnicovým semenům (Zitouni a kol. 2000).

9.3.5.3. SÓJOVÝ LECITIN A SÓJOVÝ OLEJ

U rafinovaného sojového oleje nebyla nalezena aktivita IgE vazbu ačkoli nerafinované oleje a sojový lecitin vykazovaly zbytkovou IgE vazebnou aktivitu. Extrakty lecitinu vykázaly IgE-vazbu na protein s molekulovou hmotností přibližně 16 kDa (Paschke a kol., 2001). Bylo podrobena testu šest komerčních sojových lecitinů s extrakty ze syrových a tepelně zpracovaných sójových bobů. Lecitiny, které obsahovaly zbytkové proteiny, způsobily uvolnění specifického mediátoru. Tyto produkty mohou vyvolat alergické symptomy. Výsledky týmu Müller a kol. (1998) ukázaly, že sójové lecithiny byly schopné vnášet skryté alergeny do zpracovaných potravin a potenciál vazby IgE byl úměrný celkovému obsahu bílkovin.

9.3.6. MICROPARTIKULACE

Evropská legislativa vyžaduje, aby nové potraviny a nové technologie byly před použitím v potravinářském průmyslu testovány na nepříznivé účinky na strukturu a složení ošetřených potravin, včetně výroby neoalergenů. Sampson a Cooke (1992) ukázali výsledky takového testu technologie mikročástic.

9.3.6.1. TUKOVÉ NÁHRADY

Mikropartikulované bílkoviny z vaječného bílku nebo bílkoviny kravského mléka používané jako náhražka tuku byly testovány na alergenicitu. Stejně alergeny jako ty, které byly nalezeny v původních produktech, byly identifikovány v mikropartikulovaných produktech. V zpracovaných testovacích materiálech nebyly nalezeny žádné nové proteinové frakce (Sampson a Cooke 1992).

9.3.7. GENETICKÉ MODIFIKACE

Nejde sice o proces ve smyslu potravinářského inženýrství, ale naše studie tento proces zahrnula, kvůli jeho velkému potenciálu. Tato modifikace totiž může ovlivnit generování alergenních proteinů v počátečních fázích šlechtění rostlin. Geneticky modifikovaný organismus (GMO) je široce testován na přítomnost neoalergů (Björkstén a kol. 2008). Šlechtitelské organizace GMO rostlin jsou proto motivovány k financování výzkum stávajících alergenů v rostlinách a jejich srovnání s nově navrženými rostlinami s nižším obsahem alergenů.

9.3.7.1. LUŠTĚNINY

Byly vyvinuty transgenní sójové boby s 2S albuminem bohatým na methionin z Brazílských ořechů (*Bertholletia excelsa*). 2S albumin je pravděpodobně hlavním alergenem

Brazílského ořechu. Je zajímavé, že transgenní sójové boby analyzované v této studii obsahují tuto bílkovinu. Prokázalo se, že alergen z potravin, o kterých je známo, že jsou alergenní, může být přenesen do jiné potravin pomocí genetického inženýrství (Nordlee a kol. 1996). Helm a kol. (2000) geneticky modifikoval složení peptidů. Autoři substituovali aminokyselinu s jedním místem v 5 imuno-dominantních epitopech Gly m Bd 30 K alaninem a způsobili redukci nebo eliminaci IgE vazeb epitopů 6 a 16, jak bylo ukázáno sérovými testy šesti pacientů citlivých na sóju.

9.3.7.2. TRANSGENNÍ RÝŽE

Alergenní bílkoviny o velikosti 14-16 kDa a jejich transkripty semen z několika transgenních linií vykazaly mnohem nižší koncentrace než proteiny izolované z rodičovských semen divoké rýže. Toto snížení bylo stabilní ve třech generacích rostlin (Tada a kol. 1996). Kromě toho bylo prokázáno, že obsah alergenů velikosti 16 kDa ze semen několika transgenních rostlin rýže je mnohem nižší než obsah alergenů 16 kDa pocházející z rodičovské rýže divokého typu (Nakamura a Matsuda 1996).

9.3.7.3. ARAŠÍDY

Guo a kol. (2008) identifikovali jednu arašídovou linii GT-C9, postrádající několik proteinů semen, která byla identifikována jako Ara h3 izoforma peptidovým sekvenováním a nazvali ji iso-Ara h3. Byla získána sekvence úplné délky iso-Ara h3 (GenBank číslo DQ855115). Odvozená aminokyselinová sekvence iso-Ara h3 (ABI17154) měla první tři ze čtyř IgE-vazebných epitopů Ara h3. Anti-Ara h3 protilátky reagovaly se dvěma skupinami proteinových peptidů. Jeden měl silnou reakci a druhý měl jen slabou reakci. Peptidové pásy se slabou reakcí na protilátky anti-Ara h3 byly podjednotky nebo izoalergeny tohoto potenciálního alergenu arašínu iso-Ara 3. Nedávná studie ukázala, že základní podjednotky Ara h3 mohou být významnějšími alergeny než kyselé podjednotky.

9.3.7.4. HLAVNÍ ALERGEN VAJEČNÉHO BILKU OVOMUKOID (GAL D1)

Substitucí dvou aminokyselin v šesti peptidech ve třetí doméně ovomukoidu [nahrazení fenylalaninu v poloze 37 (F37) methioninem] dojde k významné ztrátě vazby IgG a IgE, stejně jako narušení struktury α -helixu. Nahrazení glycinu ve 32. poloze společně s F37 ukázalo synergický účinek při snižování antigenicity (Mine a kol. 2003).

9.3.8. PULZNÍ ULTRAFIALOVÉ ZÁŘENÍ (PUV)

Tato metoda má velký potenciál pro použití v průmyslovém měřítku díky své jednoduchosti a účinnosti.

9.3.8.1. ARAŠÍDY

Extrakt arašídů a arašídového másla byl ošetřen pulzním ultrafialovým zářením xenonovou lampou RS-3000C při frekvenci tři záblesky za sekundu umístěné 146 mm od osy lampy. Ošetření trvalo 4 minuty (extrakt) nebo 3 minuty (kapalné arašídové máslo). Převaření bylo použito jako kontrolní metoda. PUV metoda snížila rozpustnost arašídového alergenu 63-kDa, ale rozpustnost alergenů velikosti 18-20 kDa nebyla ovlivněna. Nerozpustnost agregátů přispěla ke snížení hladiny alergenů v PUV ošetřených vzorcích. PUV ošetření mělo vliv na snížení IgE vazby arašídového extraktu nebo arašídového másla, ale snížení alergenicity je nutno ověřit klinickými studiemi (Chung a kol. 2008).

9.3.8.2. SÓJA

Sójové extrakty byly ošetřeny PUV po dobu 2, 4 a 6 minut. Ukázalo se, že tento proces snížil hladiny sojových alergenů (tj. glycininu a beta-konglycininu). Ošetření PUV snížilo alergenní potenciál sojových extraktů. Optimální čas ošetření byl stanoven na 4 minuty. Tato technologie má potenciál průmyslového využití pro výrobu méně alergenních sojových nápojů a výrobků, ale dosavadní výsledky je třeba potvrdit klinicky (Yang a kol. 2010).

9.3.9. POLYMERIZACE ALERGENNÍCH BÍLKOVIN

Tato metoda je založena na oxidaci fenolických látek, které jsou přirozenou složkou dané potraviny nebo jsou do ní záměrně přidány. Oxidační produkty polymerují s bílkovinami a vznikají komplexy s mnohem větší molekulovou hmotností než původní alergen. Takto jsou vytvořeny epitopy, které nejsou schopny IgE vazby, jak se ukáže v dalším textu.

9.3.9.1. ARAŠÍDY

Bílkovinové extrakty ze syrových a pražených arašídů a odtučněné arašídové hmoty (pH 8) byly inkubovány při teplotě 37 °C po dobu 60 minut s anebo bez peroxidázy v přítomnosti peroxidu vodíku. Zpracování peroxidázou nemělo vliv na zesíťování bílkoviny (izolované ze syrových arašídů). Byl zjištěn pokles obsahu hlavních alergenů, Ara h1 a Ara h2 v pražených arašíděch po zpracování peroxidázou, způsobený vytvořením polymerů a snížením vazby IgE (Chung a kol. 2004).

Arašídové extrakty byly ošetřeny za přítomnosti polyfenoloxidázy (PPO) a kyseliny kávové (pH 8, 37°C, působení 1 hodina) a jen kyseliny kávové (pH 10,5 přes noc). Byla detekována polymerace a pokles obsahu hlavních alergenů arašídů Ara h 1 a Ara h 2. Zpracování kombinací PPO/kyseliny kávové způsobilo snížení alergenicity těchto alergenů díky jejich polymeraci (Chung a kol. 2005).

Extrakty ze syrových a pražených arašídů byly ošetřeny kyselinou fytoovou při různých hodnotách pH (kontrolní vzorek neošetřen). Kyselina fytoová formovala komplexy s hlavními alergeny arašídů, které se tím ztratily schopnost IgE vazby (komplexy byly nerozpustné při kyselých a neutrálních podmínkách), což vedlo ke ztrátě alergenicity a arašídové máslo se chovalo podobně (Chung and Champagne 2007).

Vmíchání fenolických látek do extraktu arašídů a kapalného arašídového másla vedlo k precipitaci hlavních arašídových alergenů Ara h 1 a Ara h 2 a vazba na IgE klesla přibližně 10 a ž 16 krát (Chung and Champagne 2009).

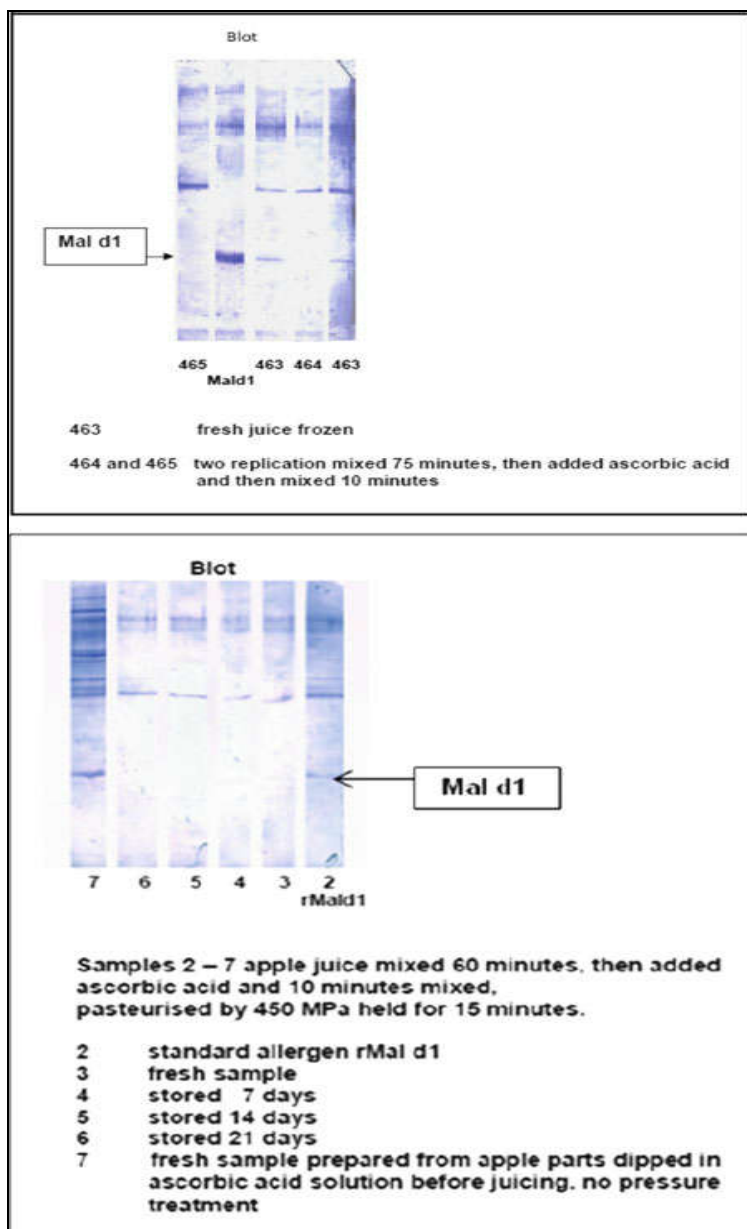
9.3.9.2. OVOCE A ZELENINA, ŠŤÁVY

Aktivita vazby na IgE rekombinantního alergenu třešňí Pru av 1 byla studována po reakci s oxidačními produkty různých fenolických kyselin za přítomnosti polyfenoloxidázy. Kyselina kávová v kombinaci epikatechinem byla mezi nejsilnějšími inhibitory vazby alergenu rPru av1 na IgE (Gruber a kol. 2004).

Jablečný džus připravený z odrůdy Golden delicious byl ošetřen oxidací a následně pasterací vysokým tlakem za studena. Tento proces dealergizoval hlavní alergen Mal d1. V průběhu skladování po dobu 3 týdnů oxidovaná tlakem ošetřená jablečná šťáva neobnovila svou alergenicitu, jak bylo ověřeno WB testem na skupině osob alergenních na Mal d1 (Setinova a kol. 2010). Detaily výsledků WB testu pro dealergizovanou jablečnou šťávu jsou uvedeny v Obr. 17 a Obr. 18. Oxidační metoda je založena na teorii práce Chung a kol. (2005), viz Obr. 19. Všechny nezbytné složky jsou často přítomné ve šťávách, které jsou k mání na trhu. Je zřejmé, že tato metoda může být široce použita.

Celerová šťáva a směs celerové a jablečné šťávy 1:5 byla oxidována. Oxidace selhala u čisté celerové šťávy. Pro směsnou šťávu WB test ukázal, že oxidace trvající 120 minut snížila alergenicitu směsi, ale test aktivace bazofilů ukázal, že nedošlo k redukci alergenicity u této směsné šťávy. Kožní testy ukázaly, že směsná šťáva oxidovaná po dobu 120 minut vyvolávala významně nižší reakci než směsná šťáva oxidovaná pouze 60 minut nebo oproti kontrolnímu vzorku, který nebyl oxidován vůbec. V těchto testech sloužily vzorky celerové a jablečné šťávy stabilizované kyselinou askorbovou jako plně alergenní kontrolní vzorky. Díky rozporným výsledkům testů u celerové směsné šťávy nemohla být deklarována bezpečnost z hlediska alergenicity (Novotná a kol. 2011). Tento případ ukazuje, jak je důležité použít celou baterii testů pro ověření alergenicity.

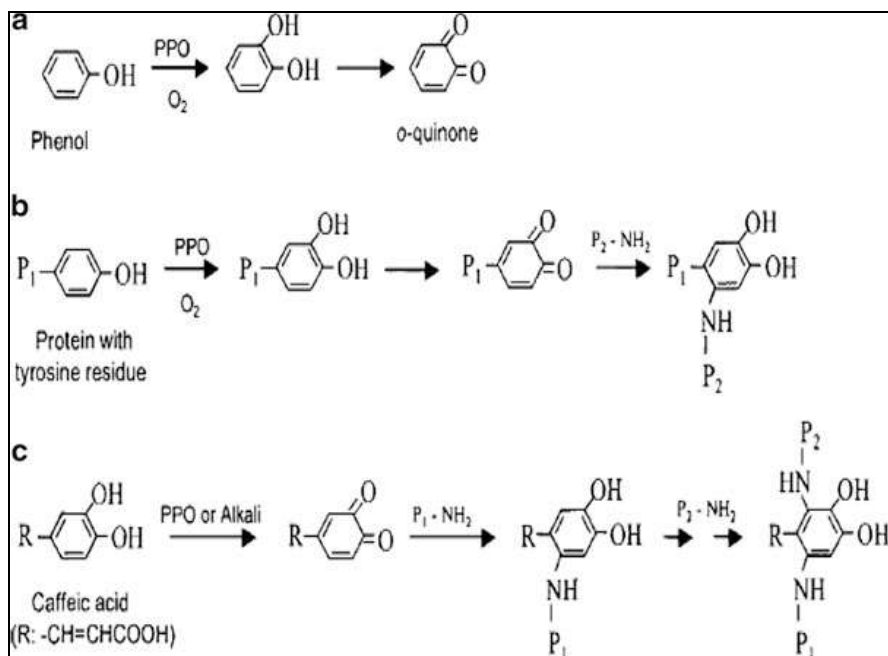
Hlavní jablečný alergen Mal d1 ve fosfátovém pufru, připravený z jablečné slupky a jablečné dřeně byl oxidován s použitím endogenní a exogenní polyfenoloxidázy a peroxidázy s přídatkem katechinu. Studie byla provedena *in-vitro* testy (Garcia a kol. 2007). Nejsilnější vliv oxidačního procesu na vazbu Mal d1 k IgE měla reakce za přítomnosti katechinu a polyfenoloxidázy.



Obr. 17: Dealergizace jablečné šťávy oxidací – výsledky otevřeného potravinového testu. Výsledky se týkají šťávy připravené v průmyslových podmínkách, test byl proveden na 19 pacientech, z nichž 18 nevykázalo žádnou reakci, přičemž ošetření tlakem nemá vliv na pozorované změny v alergenicitě (vysvětlení legendy k hornímu obrázku: vzorek 463 čerstvá mražená jablečná šťáva, vzorky 464 a 465 dvě opakování vzorků šťávy míchané 75 minut, poté přidána kyselina askorbová a šťáva míchána 10 minut, Mal d1 čistý jablečný alergen; vysvětlení legendy k dolnímu obrázku: vzorky 2-7 byly míchány 60 minut, poté přidána kyselina askorbová a šťáva míchána 10 minut, následovala pasterace vysokým tlakem 450 MPa s výdrží na tlaku 15 minut, 2 standard alergenu rMal d1, 3 čerstvý vzorek šťávy, 4 ošetřený vzorek skladovaný 7 dní, 5 dtto skladovaný 14 dní, 6 dtto skladovaný 21 dní, 7 vzorek šťávy připravený z plátků máčených v roztoku kyseliny askorbové před vylisováním šťávy – bez tlakování)



Obr. 18: Dealerigizovaná jablečná šťáva obohacená kyselinou askorbovou a pasterovaná vysokým tlakem byla testována v průběhu doby použitelnosti: byla ověřena mikrobiální a dealergizační stabilita i stabilita obsahu kyseliny askorbové.



Obr. 19: Mechanismus polymerace publikovaný autory Chung et al (2005) vyžaduje přítomnost fenolických kyselin, polyfenoloxidázy, nízký obsah antioxidantů, zavedení kyslíku (vzduchu) a dostatek času na reakci. Všechny složky jsou přítomny v jablečné dřeni.

9.3.10. OŠETŘENÍ VYSOKÝM TLAKEM A PULZNÍM ELEKTRICKÝM POLEM

Existovala velká očekávání, že ošetření vysokým tlakem bude mít vliv na alergenicitu ovocných a zeleninových šťáv vzhledem k výsledkům disertační práce Scheibenzuber (2003). Rigorózní testy s čistými homology alergenů břízy, jablka, mrkve a celeru ukázaly, že ošetření vysokým tlakem samotné nemá příčinný charakter pozorovaných změn alergenicity. Podmínky ošetření tlakem pravděpodobně zvýšily účinnost reakcí (oxidace, polymerace),

které vedly k pozorovanému snížení alergenicity ošetřených potravin. Tyto reakce byly pozorovány a popsány v práci Garcia a kol. (2007).

Nedávné výsledky prezentované v publikacích Yamamoto a kol. (2010a, b) ukázaly, že ošetření vysokým tlakem může snížit alergenicitu (test IgE) inhibitoru pšeničné alfa-amylázy a bovinního gama globulinu. Tři dřívější práce prezentovaly aplikace vysokého tlaku jako nástroj na urychlení reakce a prohloubení enzymové hydrolyzy hlavních alergenů v rýži (Kato a kol. 2000) a mléce (Chicón a kol. 2008; Beran a kol. 2009). Sterilizace asistovaná vysokým tlakem je přicházející nadějnou technologií, která se zdá být efektivním nástrojem k inaktivaci hlavních jablečných alergenů Mal d1 a Mal d3 a alergenu celeru Api g1 (Husband a kol. 2011).

9.3.10.1. RÝŽE

Zrnka rýže umístěná v destilované vodě a tlakovaná v rozsahu 100-400 MPa uvolnila podstatnou část bílkovin, které se v zrnkách nacházely. SDS-PAGE test identifikoval hlavní bílkovinné alergeny 16 kDa albumin, alfa-globulin a 33 kDa globulin. Jestliže byly aplikovány proteolytické enzymy, došlo ke kompletnímu odstranění alergenů ze zrnok rýže (Kato a kol. 2000).

9.3.10.2. INHIBITOR ALFA-AMYLÁZY

Struktura inhibitoru alfa-amylázy byla studována z hlediska vlivu ošetření vysokým tlakem. Byly aplikovány metody spektrum cirkulárního dichroismu (CD), fluorescence a ultračervené spektroskopie (UV). Rovněž byl použit test IgE specifických aktivit, aby se stanovil vliv tlaku na alergenicitu této bílkoviny. Byl použit tlak 300 MPa s cílem změnit terciální strukturu dané bílkoviny. Tlakem ošetřená bílkovina vykazovala sníženou vazbu na IgE (dot blotting) (Yamamoto a kol. 2010a). Autoři této studie předpokládali, že konformační změny v terciální struktuře by mohly být důvodem snížené alergenicity tlakem ošetřené bílkoviny.

9.3.10.3. OVOCE A ZELENINA, ŠŤÁVY A ALERGENY

Ve své dizertaci Scheibenzuber (2003) prezentoval zajímavé výsledky, které se týkaly vlivu vysokého tlaku na alergenicitu a změny struktury alergenů jablka (hlavní jablečný alergen Mal d1), lískového oříšku, mrkve, třešně, broskve a celeru. Devatenáct alergických pacientů tolerovalo tlakem ošetřené jablko (600 MPa, 5 minut) bez symptomů orálního alergického syndromu. Kožní testy ukázaly korelaci mezi inaktivací alergenu a aplikovaným tlakem. Ošetření tlakem způsobilo evidentní změny struktury alergenů, což bylo dokázáno CD a Fourierovou transformací infračervených spekter (FTIR). Vzorky alergenu Mal d1 ošetřené tlakem a teplem vykazovaly vyšší stupeň degranulace v testu bazofilů.

Pufrované roztoky rekombinantního Bet v1 (rBet v 1) a extraktu pylu břízy byly ošetřeny vysokým tlakem (450–550 MPa po dobu 10 minut při teplotě 30-50 °C). Největší změny struktury rBet v1 byly stanoveny ve vzorcích ošetřených tlakem 450 MPa při teplotě 30 °C. Vzorky ošetřené tlakem 500 a 550 MPa při 30 °C po dobu 10 minut nevykázaly změnu struktury. Ošetření tlakem 450-550 MPa po dobu 10 minut při teplotách 30, 40 a 50 °C nezměnilo alergenicitu (WB test) alergenu rBet v1 nebo extraktu pylu břízy v porovnání s neošetřenými vzorky (Setinova a kol. 2009a).

Pufrované roztoky rekombinantního Api g 1 (rApi g 1), což je hlavní alergen celeru, byly ošetřeny tlakem 500 MPa s dobou výdrže 10 a 20 minut při teplotě 30, 40 a 50 °C. Největší změny struktury byly nalezeny u vzorku ošetřeného tlakem 500 MPa při teplotě 50 °C. U vzorků ošetřených při teplotě 50 °C a tlacích 400, 450 a 500 MPa po dobu 10 a 20 minut došlo k pozitivní změně struktury s rostoucím tlakem. WB analýzy ukázaly, že ošetření tlakem nezměnilo alergenicitu rApi g1 bílkoviny v porovnání s neošetřenými vzorky (Houska a kol. 2009a).

Rekombinantní hlavní alergen mrkve (rDau c1 a mrkvová šťáva byly ošetřeny vysokým tlakem v 500 MPa s výdrží na tlaku 10 minut při rozdílných teplotách 30, 40 a 50 °C. Mrkvová šťáva byla ošetřena tlakem v rozsahu 400-550 MPa po dobu 3 a 10 minut. Na základě *in-vitro* a *in-vivo* testů bylo prokázáno, že ošetření tlakem nemělo žádný vliv na alergenicitu rDau c1 a mrkvové šťávy. Byly pozorovány pouze změny struktury (Heroldova a kol. 2009).

Extrakt z jablka odrůdy Golden delicious byly ošetřeny různými tlaky až do 800 MPa a skladovány 10 měsíců. RAST inhibiční test za použití sér španělských pacientů neukázal žádný vliv ošetření tlakem na antigenicitu nebo IgE vazbu. Antigenicita tlakovaných extraktů zůstala zachována i v průběhu skladování po dobu 10 měsíců ve zmraženém stavu. Imunoblot test prokázal, že ohřev je mnohem důležitější než tlakování, protože indukuje nevratné změny v klíčových epitopech (Fernandez a kol. 2009).

Hlavní alergeny jablka a mrkve rMal d1 a rDau c1 byly ošetřeny tlaky 400, 450, 500 a 550 MPa po dobu 3 a 10 minut při teplotě 25 °C a rovněž 500 MPa po dobu 10 minut při teplotách 30, 40 a 50 °C. Test *in-vitro* neprokázal žádné změny alergenicity obou alergenů díky ošetření vysokým tlakem. U tlaku 500 MPa byla prokázána změna spektra bílkoviny rMal d1 bez snížení její *in-vitro* reaktivity (Setinova a kol. 2009b).

U alergenu jablka rMal d 1 ošetřeného tlakem (500 MPa, 10 minut, 30 °C) došlo k největším změnám CD spektra v porovnání s neošetřeným vzorkem. Ošetření tlakem v rozsahu aplikovaných parametrů nebylo schopno změnit alergenicitu rMal d1v čistých roztocích pro zkoumanou skupinu pacientů. Experimenty prokázaly, že alergenicitu jablečné šťávy a jablečných homogenátů ošetřených touto technologií není možno podstatně snížit (Houska a kol. 2009b).

Kombinovaný vliv vysokého tlaku a záhřevu na alergeny Mal d1, Mal d3 a Api g1 (hlavní alergen celeru) byl testován na originálních matricích. Mal d1 se ukázal jako labilní zatímco Mal d3 a Api g1 odolávaly vlivu zpracování. Přidání pektinu mělo ochranný vliv vzhledem k poklesu imunoreaktivity jak bylo prokázáno testy SDS-PAGE a WB. Vysoký tlak 700 MPa kombinovaný s vysokými teplotami 115 nebo 118 °C prezentoval slibné výsledky ve snížení alergenicity jablek a celeru (Husband a kol. 2011).

9.3.10.4. BÍLKOVINY KRAVSKÉHO MLÉKA

Následující dva články by mohly být zařazeny do sekce enzymových metod, neboť vysoký tlak byl použit jako urychlovač rychlosti reakce. Enzymy chymotrypsin a trypsin byly použity k hydrolýze beta-laktoglobulinu za podmínek vysokého tlaku. Zpracování beta-laktoglobulinu rozpuštěného v pufru s chymotrypsinem a trypsinem proběhlo při vysokém tlaku po dobu 20 minut a vedlo k akceleraci proteolýzy vedoucí k rychlému odstranění bílkoviny. Výsledky však nepodpořily očekávání, že by enzymová hydrolýza trypsinem a chymotrypsinem při vysokém tlaku selektivně odstranila alergenní oblasti beta-laktoglobulinu. Určité zbytkové IgE vazební vlastnosti zůstaly. Je však možné vybrat takové podmínky, které vedou k rychlé produkci hydrolyzátů s redukovanou alergenicitou, které mohou být použity ve výrobě hypoalergenních potravin (Chicón a kol. 2008).

Tryptická a chymotryptická enzymová hydrolýza alfa a beta kaseinu, albuminu hovězího séra, beta-laktoglobulinu a alfa-laktalbuminu probíhala za izostatických podmínek při tlaku 500 MPa. Byly nalezeny významné změny v profilu peptidů a progresivní snížení zbytkových intaktních bílkovin v látkách, které prošly kryptickou proteolýzou za vysokého tlaku: šlo o beta-laktoglobulin, albumin z hovězího séra; u tlakem asistované chymotryptické proteolýzy šlo o beta-laktoglobulin, alfa-laktalbumin a albumin hovězího séra.

Byl nalezen statisticky významný pokles reziduální imunochemické reaktivity beta-laktoglobulinu kryptického a alfa-laktalbuminu a chymotryptického hydrolyzátu připraveného za izostatických podmínek vysokého tlaku v porovnání s kontrolními vzorky hydrolyzovanými za atmosférického tlaku (Beran a kol. 2009).

Strukturní změny bovinního gamaglobulinu a IgE vazební aktivita byly studovány (Yamamoto a kol. 2010b). Zatímco sekundární struktura bílkoviny se nezměnila díky ošetření vysokým tlakem, terciální struktura se změnila a IgE vazební aktivita klesla.

9.3.10.5. ARAŠÍDY A JABLEČNÉ ALERGENY

Přírodní přečištěné arašidové alergeny Ara h2 a 6 a jablečné alergeny Mal d3 a Mal d1b byly ošetřeny vysokým tlakem a pulzním elektrickým polem (PEF). Struktura alergenů studovaná CD spektroskopii nedoznala žádných změn po ošetření metodou PEF. Struktura Ara h2, 6 a Mal d3 se nezměnila po ošetření vysokým tlakem při teplotě 20 °C a pouze malé

změny byly pozorovány ve struktuře Mal d1b. Alergeny Ara h2,6 byly stabilní při ošetření tlakem při teplotě 80 °C, ale struktury alergenů Mal d1b a Mal d3 se změnily díky mnohem drsnějším podmínkám. ELISA test tepelně ošetřených vzorků alergenu Mal d3 ukázala, že reaktivita protilátky dobře korelovala se ztrátou struktury. Ošetření vysokým tlakem a PEF prezentovalo malý vliv na strukturu přečištěných alergenů (Johnson a kol. 2010).

Somkuti a kol. (2010) použili vysokotlakou FTIR spektroskopii k určení tlakové a teplotní stability rekombinantního Mald 1. Bílkovina se rozvinula při teplotě 55 °C, přičemž zahřátí proběhlo při normálním atmosférickém tlaku. Tlakové rozložení bylo měřeno za různých pD podmínek a byl sledován vliv přidání směsi cukrů, podobných složením jablku a zkoumal se i účinek iontové síly. Ve všech případech bylo dokázáno, že alergen se rozkládá v rozmezí 150-250 MPa. Rozvíjení probíhalo nezvratně a následovala agregace rozvinuté bílkoviny.

9.4. ZÁVĚRY DEALERGIZACE POTRAVIN

Existuje několik úspěšných zpracovatelských metod pro dealergizaci potravin v průmyslových podmínkách. Hypoalergenní nebo nealergické výrobky v tržní síti jsou zpravidla připraveny enzymovou hydrolýzou (kojenecká výživa) nebo cíleným složením nealergenních složek (například bezlepkové pečivo, bezlepkové pivo).

Deallergizace je výzvou pro potravinářské inženýry a vývojáře technologií výroby potravin nového typu. Vysokotlaká technologie nebo aplikace pulzního UV záření mohou být použity v blízké budoucnosti k prohloubení nebo urychlení enzymových reakcí nebo urychlení oxidace a polymerizace fenolických látek a alergenních složek, které se přirozeně vyskytují v potravinách nebo jsou do nich záměrně přidány (například jablečná šťáva nebo arašídové máslo).

Přehled ukazuje, že závěry různých studií jsou zřídka připraveny na základě více než dvou testů alergenicity (viz Obr. 15 a Obr. 16). Existují příklady, kdy *in-vitro* testy poskytly uspokojivé výsledky, ale *in-vivo* testy přinesly výsledky opačné. Velkou pozornost je třeba věnovat testování před tím, než budou potraviny uváděny na trh a označeny jako hypoalergenní. Potravinářský průmysl by měl pracovat na vývoji hypoalergenních potravin pomocí zde popsaných metod; nové produkty však budou vyžadovat důkladné studie používající zlatý standard DBPCFC, kožní test, test aktivace basofilů a testy založené na imunodetekčních metodách IgE a musí prokázat snížené nebo vymizelé alergické reakce.

Je zde ještě jedna metoda, která nabízí skvělou příležitost k pěstování rostlin s omezeným obsahem alergenů a tou je genetická manipulace. Tato metoda by mohla vyvinout odlišné bílkoviny, ke kterým by se lidé stali citlivějšími až po dlouhodobé denní konzumaci. Proto by ale měly být současně hledány i další metody. Například takové, které

nedopustí, aby byly lidé alergenní, kterým je tzv. imunologické okno věku u kojenců a batolat.

9.4.1. VÝHLED DO BUDOUCNOSTI

Existují možnosti navrhnout hypoalergenní nebo nealergenní potraviny z alternativních složek. Dobrým příkladem je bezlepkový chléb. Značné množství vědeckých prací a ještě více patentových přihlášek existuje pro výrobky bez lepku. Existuje několik desítek náhrad lepku, přičemž kukuřice je dobrým příkladem (Brites a kol. 2010).

Dalším směrem pro kontrolu alergie je zaměření se na pacienta. Nedávno byla aplikována metoda vakcinace profilin-alerických pacientů (Westritschnig a kol., 2007). Rekonstruovaná rekombinantní vakcína byla vyvinuta pro léčbu pomocí strategie opačného sestavování hypoalergenních fragmentů alergenu v jedné molekule. Tato strategie je obecně použitelná pro výrobu alergické vakcíny.

Nedávno byla zveřejněna metoda tzv. imunologického okna ve věku kojence mezi 4 až 6 měsícem věku, která spočívá v nepřerušném kojení avšak kombinovaném s opatrným seznamováním s různými malými dávkami příkrmů, které obsahují dítěti dosud neznámé antigeny (viz <https://www.maminka.cz/clanek/imunologicke-okno-dulezite-obdobi-mezi-4-a-6-mesicem>).

Další strategie, která se zaměřila na senzibilizované lidi, byla nedávno představena týmem Meyer-Pittroff a kol. (2007). Byly využity plátky jablek ošetřené vysokým tlakem. Tyto plátky konzumovali tři pacienti, kteří měli silnou alergii na jablka po dobu několika týdnů. Následující imunoterapie prokázala, že byli hyposenzitivováni na jablka.

Stejný princip navrhl Tanabe (2008). Enzymově modifikovaná pšeničná mouka byla použita k přípravě hypoalergenních koláčů, které byly spotřebovány pacienty po dlouhou dobu. Překvapivě se více než polovina pacientů dobrala k orální toleranci a nakonec byli schopni jíst normální pšeničné produkty.

Průlomovou metodu představil tým Lodinová-Žádníková a kol. (2004). Probiotický kmen *Escherichia coli* byl orálně podáván po narození s cílem kolonizace střev, změnu markerů alergie a ovlivnění klinického projevu alergií u vysoce rizikových kojenců alergických matek. Tato metoda nabízí šanci snížit uzavřený okruh přenosu alergií z rodičů na děti. Výrobek na trhu má název COLINFANT.

Korelace mezi permeabilitou střev a potravinovými alergiemi je uvedena v nedávném článku autorů Perrier a Corthésy (2011). Můžeme spekulovat, že brzy kolonizovaná střeva, pravděpodobně trénovaná kmeny *E. coli* mohou přispět k regulačnímu účinku imunitního systému. Taková střeva by lépe zvládla příchozí proteinové antigeny bez urychlení střevní propustnosti rychlým přechodem zánětlivé reakce.

Všechny tyto metody nabízejí šanci zastavit stále rostoucí počet alergií pacientů a stabilizují souběžné náklady na léčbu.

Literatura ke kapitole 9

Armentia A, Dueñas-Laita A, Pineda F, Herrero M, Martín B (2010): Vinegar decreases allergenic response in lentil and egg food allergy. *Allergol Immunopathol* 38, 74–77.

Ballmer-Weber BK, Hoffmann A, Wüthrich B, Lüttkopf D, Pompei C, Wangorsch A, Kästner M, Vieths S (2002): Influence of food processing on the allergenicity of celery: DBPCFC with celery spice and cooked celery in patients with celery allergy. *Allergy Eur J Allergy Clin Immunol* 57, 228–235.

Barkholt V, Jorgensen PB, Sorensen D, Bahrenscheer J, Haikara A, Lemola E, Laitila A, Frokiaer H (1998): Protein modification by fermentation: effect of fermentation on the potential allergenicity of pea. *Allergy Eur J Allergy Clin Immunol* 53, 106–108.

Beran M, Klubal R, Molik P, Strohalm J, Urban M, Klaudivova AA, Prajzlerova K (2009): Influence of high-hydrostatic pressure on tryptic and chymotryptic hydrolysis of milk proteins. *High Press Res* 29, 23–27.

Bernhisel-Broadbent J, Scanlon SM, Sampson HA (1992a): Fish hypersensitivity. I. In vitro and oral challenge results in fish-allergic patients. *J Allergy Clin Immunol* 89, 730–737.

Bernhisel-Broadbent J, Strause D, Sampson HA (1992b) Fish hypersensitivity. II: clinical relevance of altered fish allergenicity caused by various preparation methods. *J Allergy Clin Immunol* 90:622–629.

Besler M, Steinhart H, Paschke A (2001): Stability of food allergens and allergenicity of processed foods. *J Chromatogr B Biomed Sci Appl* 756, 207–228.

Beyer K, Morrow E, Li X-M, Bardina L, Bannon GA, Burks AW, Sampson HA (2001): Effects of cooking methods on peanut allergenicity. *J Allergy Clin Immunol* 107, 1077–1081.

Björkstén B, Crevel R, Hitchenhuber C, Lovik M, Samuels F, Strobel S, Taylor SL, Wal JM, Ward R (2008): Criteria for identifying allergenic foods of public health importance. *Regul Toxicol Pharmacol* 51, 42–52.

Bousquet J, Björkstén B, Bruijnzeel-Koomen CAFM, Huggett A, Ortolani C, Warner JO, Smith M, Beukers M (1998): Scientific criteria and the selection of allergenic foods for product labelling. *Allergy Eur J Allergy Clin Immunol* 53, 3–21.

Breiteneder H, Mills ENC (2005): Molecular properties of food allergens. *J Allergy Clin Immunol* 115, 4–24.

- Brenna O, Pompei C, Ortolani C, Pravettoni V, Farioli L, Pastorello EA (2000): Technological processes to decrease the allergenicity of peach juice and nectar. *J Agric Food Chem* 48, 493–497.
- Brites C, Trigo MJ, Santos C, Collar C, Rosell CM (2010): Maize-based gluten-free bread: Influence of processing parameters on sensory and instrumental quality. *Food Bioprocess Technol* 3, 707–715.
- Bublin M, Radauer C, Knulst A, Wagner S, Scheiner O, Mackie AR, Mills ENC, Breiteneder H (2008): Effects of gastrointestinal digestion and heating on the allergenicity of the kiwi allergens Act d 1, actinidin, and Act d 2, a thaumatin-like protein. *Mol Nutr Food Res* 52, 1130–1139.
- Byun M-W, Kim J-H, Lee J-W, Park J-W, Hong C-S, Kang I-J (2000): Effects of gamma radiation on the conformational and antigenic properties of a heat-stable major allergen in brown shrimp. *J Food Prot* 63, 940–944.
- Chicón R, Belloque J, Alonso E, Martín-A´lvarez PJ, Lo´pez-Fandin˜o R (2008): Hydrolysis under high hydrostatic pressure as a means to reduce the binding of β -lactoglobulin to immunoglobulin E from human sera. *J Food Prot* 71, 1453–1459.
- Chopin C, Lardy N, Daniel A, Fleurence J (2000): Allergy to mackerel (*Scomber scombrus*): effect of sterilisation treatment. *Sci Des Aliments* 20, 379–385.
- Chung SY, Champagne ET (1999): Allergenicity of Maillard reaction products from peanut proteins. *J Agric Food Chem* 47, 5227–5231.
- Chung SY, Champagne ET (2001): Association of end-product adducts with increased IgE binding of roasted peanuts. *J Agric Food Chem* 49, 3911–3916.
- Chung SY, Champagne ET (2007): Effects of phytic acid on peanut allergens and allergenic properties of extracts. *J Agric Food Chem* 55, 9054–9058.
- Chung SY, Champagne ET (2009): Reducing the allergenic capacity of peanut extracts and liquid peanut butter by phenolic compounds. *Food Chem* 115, 1345–1349.
- Chung SY, Butts CL, Maleki SJ, Champagne ET (2003): Linking peanut allergenicity to the processes of maturation, curing, and roasting. *J Agric Food Chem* 51, 4273–4277.
- Chung SY, Maleki SJ, Champagne ET (2004): Allergenic properties of roasted peanut allergens may be reduced by peroxidase. *J Agric Food Chem* 52, 4541–4545.
- Chung SY, Kato Y, Champagne ET (2005): Polyphenol oxidase/caffeic acid may reduce the allergenic properties of peanut allergens. *J Sci Food Agric* 85, 2631–2637.
- Chung SY, Yang W, Krishnamurthy K (2008): Effects of pulsed UV-light on peanut allergens in extracts and liquid peanut butter. *J Food Sci* 73, C400–C404.

Crevel RWR, Kerkhoff MAT, Koning MMG (2000): Allergenicity of refined vegetable oils. *Food Chem Toxicol* 38, 385–393.

Davis PJ, Williams SC (1998): Protein modification by thermal processing. *Allergy Eur J Allergy Clin Immunol* 53, 102–105.

Davis PJ, Smales CM, James DC (2001): How can thermal processing modify the antigenicity of proteins? *Allergy* 56(Suppl 67), 56–60.

De Zorzi M, Curioni A, Simonato B, Giannattasio M, Pasini G (2007): Effect of pasta drying temperature on gastrointestinal digestibility and allergenicity of durum wheat proteins. *Food Chem* 104, 353–363.

Dube M, Zunker K, Neidhart S, Carle R, Steinhart H, Paschke A (2004): Effect of technological processing on the allergenicity of mangoes (*Mangifera indica* L.). *J Agric Food Chem* 52, 3938–3945.

Eiwegger T, Rigby N, Mondoulet L, Bernard H, Krauth M-T, Boehm A, Dehlink E, Valent P, Wal JM, Mills ENC, Szépfalusi Z (2006): Gastro-duodenal digestion products of the major peanut allergen Ara h 1 retain an allergenic potential. *Clin Exp Allergy* 36, 1281–1288.

Fernandez A, Butz P, Tauscher B (2009): IgE binding capacity of apple allergens preserved after high pressure treatment. *High Press Res* 29, 705–712.

Fiocchi A, Bouygue GR, Sarratud T, Terracciano L, Martelli A, Restani P (2004): Clinical tolerance of processed foods *annals of allergy. Asthmaimmunol* 93(Suppl 5), S38–S46.

Franck P, Moneret Vautrin DA, Dousset B, Kanny G, Nabet P, Guénard-Bilbaut L, Parisot L (2002): The allergenicity of soybean-based products is modified by food technologies. *Int Arch Allergy Immunol* 128, 212–219.

Fuchs M (2007): *Allergy lurks in foods and drinks*. Adela Publisher (In Czech), Plzeň, Czech Republic. ISBN 80-902532-2-9.

Fuchs M a kol. (2016): *Potravinová alergie a intolerance*. Mladá fronta a.s., Praha, ISBN 978-80-204-3757-0.

Garcia A, Wichers JH, Wichers HJ (2007): Decrease of the IgE-binding by Mal d 1, the major apple allergen, by means of polyphenol oxidase and peroxidase treatments. *Food Chem* 103, 94–100.

Gómez M, Curiel G, Mendez J, Rodriguez M, Moneo I (1993): Hypersensitivity to carrot associated with specific IgE to grass and tree pollens. *Allergy Eur J Allergy Clin Immunol* 51, 425–429.

Gruber P, Vieths S, Wangorsch A, Nerkamp J, Hofmann T (2004): Maillard reaction and enzymatic browning affect the allergenicity of Pru av 1, the major allergen from cherry (*Prunus avium*). *J Agric Food Chem* 52, 4002–4007.

- Gruber P, Becker W-M, Hofmann T (2005): Influence of the maillard reaction on the allergenicity of rAra h 2, a recombinant major allergen from peanut (*Arachis hypogaea*), its major epitopes, and peanut agglutinin. *J Agric Food Chem* 53, 2289–2296.
- Guo B, Liang X, Chung SY, Holbrook CC, Maleki SJ (2008): Proteomic analysis of peanut seed storage proteins and genetic variation in a potential peanut allergen. *Protein Pept Lett* 15, 567–577.
- Hefle SL (1999): Impact of processing on food allergens. *Adv Exp Med Biol* 459, 107–119.
- Helm RM, Cockrell G, Connaughton C, West CM, Herman E, Sampson HA, Bannon GA, Burks AW (2000): Mutational analysis of the IgE-binding epitopes of P34/Gly m Bd 30K. *J Allergy Clin Immunol* 105, 378–384.
- Herian AM, Taylor SL, Bush RK (1993): Allergenic reactivity of various soybean products as determined by RAST inhibition. *J Food Sci* 58, 385–388.
- Heroldova M, Houska M, Vavrova H, Kucera P, Setinova I, Honzova S, Kminkova M, Strohalm J, Novotna P, Proskova A (2009): Influence of high-pressure treatment on allergenicity of rDau c1 and carrot juice demonstrated by in vitro and in vivo tests. *High Press Res* 29, 695–704.
- Hoffman DR (1983): Immunochemical identification of the allergens in egg white. *J Allergy Clin Immunol* 71, 481–486.
- Host A, Halken S (2004): Hypoallergenic formulas – when, to whom and how long: after more than 15 years we know the right indication! *Allergy Eur J Allergy Clin Immunol* 59, 45–52.
- Host A, Samuelsson EG (1988): Allergic reactions to raw, pasteurized, and homogenized/pasteurized cow milk: a comparison. *Allergy* 43, 113–118.
- Houska M, Kminkova M, Strohalm J, Setinova I, Heroldova M, Novotna P, Honzova S, Vavrova H, Kucera P, Proskova A (2009a): Allergenicity of main celery allergen rApi g1 and high-pressure treatment. *High Press Res* 29, 686–694.
- Houska M, Heroldova M, Vavrova H, Kucera P, Setinova I, Havranova M, Honzova S, Strohalm J, Kminkova M, Proskova A, Novotna P (2009b): Is high-pressure treatment able to modify the allergenicity of the main apple juice allergen, Mal d1? *High Press Res* 29, 14–22.
- Husband FA, Aldick T, Van der Plancken I, Grauwet T, Hendrickx M, Skypala I, Mackie AR (2011): High-pressure treatment reduces the immunoreactivity of the major allergens in apple and celeriac. *Mol Nutr Food Res* 55(7), 1087–95 (doi:10.1002/mnfr.201000566).
- Ibáñez Sandín D, Martínez San Ireneo M, Marañón Lizana F, Fernández-Caldas E, Alonso Lebrero E, Laso Borrego T (1999): Specific IgE determinations to crude and boiled lentil (*Lens*

culinaris) extracts in lentil-sensitive children and controls. *Allergy Eur J Allergy Clin Immunol* 54, 1209–1214.

Jankiewicz A, Aulepp H, Baltés W, Bögl KW, Dehne LI, Zuberbier T, Vieths S (1996): Allergic sensitization to native and heated celery root in pollen-sensitive patients investigated by skin test and IgE binding. *Int Arch Allergy Immunol* 111, 268–278.

Jedrychowski L, Wróblewska B (1999): Reduction of the antigenicity of whey proteins by lactic acid fermentation. *Food Agric Immunol* 11, 91–99.

Johnson PE, Van Der Plancken I, Balasa A, Husband FA, Grauwet T, Hendrickx M, Knorr D, Mills ENC, Mackie AR (2010): High pressure, thermal and pulsed electric-field-induced structural changes in selected food allergens. *Mol Nutr Food Res* 54, 1701–1710.

Kato T, Katayama E, Matsubara S, Omi Y, Matsuda T (2000): Release of allergenic proteins from rice grains induced by high hydrostatic pressure. *J Agric Food Chem* 48, 3124–3129.

Kato Y, Oozawa E, Matsuda T (2001): Decrease in antigenic and allergenic potentials of ovomucoid by heating in the presence of wheat flour: dependence on wheat variety and intermolecular disulfide bridges. *J Agric Food Chem* 49, 3661–3665.

Kim S-J, Kim K-B-W-R, Song E-J, Lee S-Y, Yoon S-Y, Lee S-J, Lee C-J, Ann DH (2009): Effect of digestive enzymes on the allergenicity of autoclaved market pork sausages. *Korean J Food Sci Anim Resour* 29, 238–244.

Kume T, Matsuda T (1995): Changes in structural and antigenic properties of proteins by radiation. *Radiat Phys Chem* 46, 225–231.

Ladics GS (2008): Current codex guidelines for assessment of potential protein allergenicity. *Food Chem Toxicol* 46(Suppl 10), S20–S23.

Lee JW, Kim J-H, Yook H-S, Kang K-O, Lee S-Y, Hwang H-J, Byun M-W (2001): Effects of gamma radiation on the allergenic and antigenic properties of milk proteins. *J Food Prot* 64, 272–276.

Lee JW, Lee K-Y, Yook H-S, Lee S-Y, Kim H-Y, Jo C, Byun M-W (2002): Allergenicity of hen's egg ovomucoid gamma irradiated and heated under different pH conditions. *J Food Prot* 65, 1196–1199.

Lee JW, Seo J-H, Kim J-H, Lee S-Y, Kim K-S, Byun M-W (2005): Changes of the antigenic and allergenic properties of a hen's egg albumin in a cake with gamma-irradiated egg white. *Radiat Phys Chem* 72, 645–650.

Leszczynska J, Łacka A, Szemraj J, Lukamowicz J, Zegota H (2003a): The effect of microwave treatment on the immunoreactivity of gliadin and wheat flour. *Eur Food Res Technol* 217, 387–391.

Leszczynska J, Łącka A, Szemraj J, Lukamowicz J, Zegota H (2003b): The influence of gamma irradiation on the immunoreactivity of gliadin and wheat flour. *Eur Food Res Technol* 217, 143–147.

Lodinová-Žádníková R, Prokesová L, Tlaskalová H, Kocourková I, Žižka J, Straňák Z (2004): Influence of oral colonization with probiotic *E. coli* strain after birth on frequency of recurrent infections, allergy and development of some immunologic parameters. Long-term studies. *Ceska Gynekol* 69 (Suppl 1), 91–97.

Maier I, Okun VM, Pittner F, Lindner W (2006): Changes in peptic digestibility of bovine β -lactoglobulin as a result of food processing studied by capillary electrophoresis and immunochemical methods. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci* 841, 160–167.

Maleki SJ, Chung S-Y, Champagne ET, Raufman J-P (2000): The effects of roasting on the allergenic properties of peanut proteins. *J Allergy Clin Immunol* 106, 763–768

Maleki SJ, Viquez O, Jacks T, Dodo H, Champagne ET, Chung SY, Landry SJ (2003): The major peanut allergen, Ara h 2, functions as a trypsin inhibitor, and roasting enhances this function. *J Allergy Clin Immunol* 112, 190–195.

Martín-García C, Carnés J, Blanco R, Martínez-Alonso JC, Callejo-Melgosa A, Frades A, Colino T (2007): Selective hypersensitivity to boiled razor shell. *J Investig Allergol Clin Immunol* 17, 271–273.

Meyer-Pittroff R, Behrendt H, Ring J (2007): Specific immuno-modulation and therapy by means of high pressure treated allergens. *High Press Res* 27, 63–67.

Mills ENC, Mackie AR (2008): The impact of processing on allergenicity of food. *Curr Opin Allergy Clin Immunol* 8, 249–253.

Mine Y, Sasaki E, Zhang JW (2003): Reduction of antigenicity and allergenicity of genetically modified egg white allergen, ovomucoid third domain. *Biochem Biophys Res Commun* 302, 133–137.

Misra A, Prasad R, Das M, Dwivedi PD (2009): Probing novel allergenic proteins of commonly consumed legumes novel allergenic legume. *Immunopharmacol Immunotoxicol* 31, 186–194.

Mondoulet L, Drumare MF, Ah-Leung S, Paty E, Scheinmann P, Wal JM, Bernard H (2003): Influence of thermal processing on the IgE binding capacity of peanut allergens. *Revue Francaise d'Allergologie et d'Immunologie Clinique* 43, 486–491.

Mondoulet L, Paty E, Drumare MF, Ah-Leung S, Scheinmann P, Willemot RM, Wal JM, Bernard H (2005): Influence of thermal processing on the allergenicity of peanut proteins. *J Agric Food Chem* 53, 4547–4553.

- Mouécoucou J, Frémont S, Sanchez C, Villaume C, Me'jean L (2004): In vitro allergenicity of peanut after hydrolysis in the presence of polysaccharides. *Clin Exp Allergy* 34, 1429–1437.
- Müller U, Weber W, Hoffmann A, Franke S, Lange R, Vieths S (1998): Commercial soybean lecithins: a source of hidden allergens? *Z Lebensm Unters Forsch* 207, 341–351.
- Nakamura R, Matsuda T (1996): Rice allergenic protein and molecular-genetic approach for hypoallergenic rice. *Biosci Biotechnol Biochem* 60, 1215–1221.
- Nordlee JA, Taylor SL, Townsend JA, Thomas LA, Bush RK (1996): Identification of a Brazil-nut allergen in transgenic soybeans. *N Engl J Med* 334, 688–692.
- Norgaard A, Bernadrd H, Wal JM, Peltre G, Skov IPS, Poulsen LK, Bindslev-Jensen C (1996): Allergenicity of individual cow milk proteins in DBPCFC-positive milk allergic adults. *J Allergy Clin Immunol* 97, 237.
- Novotná P, Šetinová I, Heroldová M, Kmínková M, Průchová J, Strohalm J, Fiedlerová V, Winterová R, Kučera P, Houška M (2011): Deallergisation trials of pure celery juice and apple celery juice mixture by oxidation. *Czech J Food Sci* 29, 190–200.
- Park J-G, Saeki H, Nakamura A, Kim K-B-W-R, Lee J-W, Byun M-W, Kim S-M, Lim S-M, Ahn D-H (2007): Allergenicity changes in raw shrimp (*Acetes japonicus*) and saeujeot (salted and fermented shrimp) in cabbage Kimchi due to fermentation conditions. *Food Sci Biotechnol* 16, 1011–1017.
- Paschke A, Besler M (2002): Stability of bovine allergens during food processing. *Ann Allergy Asthma Immunol* 89(6 Suppl 1), 16–20.
- Paschke A, Zunker K, Wigotzki M, Steinhart H (2001): Determination of the IgE-binding activity of soy lecithin and refined and non-refined soybean oils. *J Chromatogr B Biomed Sci Appl* 756, 249–254.
- Perrier C, Corthésy B (2011): Gut permeability and food allergies. *Clin Exp Allergy* 41, 20–28.
- Phromraksa P, Nagano H, Boonmars T, Kamboonruang C (2008): Identification of proteolytic bacteria from thai traditional fermented foods and their allergenic reducing potentials. *J Food Sci* 73, M189–M195.
- Poms RE, Anklam E (2004): Effects of chemical, physical, and technological processes on the nature of food allergens. *J AOAC Int* 87, 1466–1474.
- Primavesi L, Brenna OV, Pompei C, Pravettoni V, Farioli L, Pastorello EA (2006): Influence of cultivar and processing on cherry (*Prunus avium*) allergenicity. *J Agric Food Chem* 54, 9930–9935.
- Quirce S, Blanco R, Díez-Go'mez ML, Cuevas M, Eiras P, Losada E (1997): Carrot-induced asthma: immunodetection of allergens. *J Allergy Clin Immunol* 99, 718–719.

- Restani P, Fiocchi A, Restelli AR, Velona` T, Beretta B, Giovannini M, Galli CL (1997): Effect of technological treatments on digestibility and allergenicity of meat-based baby foods. *J Am Coll Nutr* 16, 376–382.
- Sampson HA, Cooke S (1992): The antigenicity and allergenicity of microparticulated proteins: Simplese®. *Clin Exp Allergy* 22, 963–969.
- Scheibenzuber M (2003): Molekulare and klinische Auswirkungen einer Hochdruckbehandlung allergener Lebensmittel. Ph.D. thesis, TU Muenchen.
- Schubert S, Steinhart H, Paschke A (2003): The influence of different potato (*Solanum tuberosum*) strains and technological processing on allergenicity. *Food Agric Immunol* 15, 41–53.
- Setinova I, Kminkova M, Strohalm J, Heroldova M, Novotna P, Honzova S, Vavrova H, Kucera P, Proskova A, Houska M (2009a): Allergenicity of main birch allergen rBet v1 and high-pressure treatment. *High Press Res* 29, 680–685.
- Setinova I, Honzová S, Kváčová A, Trnková B, Heroldová M, Vávrová H, Kučera P, Houška M, Kmínková M, Gabrovská D, Strohalm J, Paulíčková I, Julínek O, Urbanová M (2009b): Influence of the high pressure on reduction of allergenicity of proteins rMal d1, rDau c1 and orientation quantification of their contents in apple Golden Delicious and in carrot. *Alergie* 11, 102–114 (in Czech).
- Setinova I, Kminkova M, Louckova K, Heroldova M, Vavrova H, Pruchova J, Strohalm J, Novotna P, Gresova P, Trnkova B, Kvacova A, Honzova S, Kucera P, Houska M (2010): Influence of storage and antioxidant on oxidative and polymerisation processes of apple juice and protein Mal d 1. 29th congress of the European academy of allergy and clinical immunology, London, 5–9 June 2010.
- Shibasaki M, Suzuki S, Tajima S, Nemoto H, Kuroume T (1980): Allergenicity of major component proteins of soybean. *Int Arch Allergy Appl Immunol* 61, 441–448.
- Simonato B, Pasini G, Giannattasio M, Peruffo ADB, De Lazzari F, Curioni A (2001): Food allergy to wheat products: the effect of bread baking and in vitro digestion on wheat allergenic proteins. A study with bread dough, crumb, and crust. *J Agric Food Chem* 49, 5668–5673.
- Sletten G, Van Do T, Lindvik H, Egaas E, Florvaag E (2010): Effects of industrial processing on the immunogenicity of commonly ingested fish species. *Int Arch Allergy Immunol* 151, 223–236.
- Somkuti J, Houska M, Smeller L (2010): Pressure and temperature stability of the main apple allergen Mal d 1. *Eur Biophys J* 40, 143–151.

Tada Y, Nakase M, Adachi T, Nakamura R, Shimada H, Takahashi M, Fujimura T, Matsuda T (1996): Reduction of 14–16 kDa allergenic proteins in transgenic rice plants by antisense gene. *FEBS Lett* 391, 341–345.

Tanabe S (2008): Analysis of food allergen structures and development of foods for allergic patients. *Biosci Biotechnol Biochem* 72, 649–659.

Tanabe S, Arai S, Watanabe M (1996): Modification of wheat flour with bromelain and baking hypoallergenic bread with added ingredients. *Biosci Biotechnol Biochem* 60, 1269–1272.

URL: <https://www.maminka.cz/clanek/imunologicke-okno-dulezite-obdobi-mezi-4-a-6-mesicem>

Varjonen E, Björkstén F, Savolainen J (1996): Stability of cereal allergens. *Clin Exp Allergy* 26, 436–443.

Vaz AFM, Costa RMPB, Coelho LCBB, Oliva MLV, Santana LA, Melo AMMA, Correia MTS (2011): Gamma irradiation as an alternative treatment to abolish allergenicity of lectins in food. *Food Chem* 124, 1289–1295.

Venkatachalam M, Teuber SS, Roux KH, Sathe SK (2002): Effects of roasting, blanching, autoclaving, and microwave heating on antigenicity of almond (*Prunus dulcis* L.) proteins. *J Agric Food Chem* 50, 3544–3548.

Von Berg A (2007): The concept of hypoallergenicity for atopy prevention. *Nestle Nutr Workshop Ser Pediatr Program* 59, 49–56.

Watanabe M, Miyakawa J, Ikezawa Z, Suzuki Y, Hirao T, Yosihzawa T, Arai S (1990): Production of hypoallergenic rice by enzymatic decomposition of constituent proteins. *J Food Sci* 55, 781–783.

Watanabe M, Watanabe J, Sonoyama K, Tanabe S (2000): Novel method for producing hypoallergenic wheat flour by enzymatic fragmentation of the constituent allergens and its application to food processing. *Biosci Biotechnol Biochem* 64, 2663–2667.

Westritschnig K, Linhart B, Focke-Tejkl M, Pavkov T, Keller W, Ball T, Mari A, Hartl A, Stöcklinger A, Scheiblhofer S, Thalhamer J, Ferreira F, Vieths S, Vogel L, Böhm A, Valent P, Valenta R (2007): A hypoallergenic vaccine obtained by tail-to-head restructuring of timothy grass pollen profilin, Phl p 12, for the treatment of cross-sensitization to profilin. *J Immunol* 179, 7624–7634.

Wigotzki M, Steinhart H, Paschke A (2000): Influence of varieties, storage and heat treatment on IgE-binding proteins in hazelnuts (*Corylus avellana*). *Food Agric Immunol* 12, 217–229.

Yamamoto S, Takanohashi K, Hara T, Odani S, Suzuki A, Nishiumi T (2010a): Effects of a highpressure treatment on the wheat alpha-amylase inhibitor and its relationship to elimination of allergenicity. *J Phys Conf Ser* 215, art. no. 012170.

Yamamoto S, Mikami N, Matsuno M, Hara T, Odani S, Suzuki A, Nishiumi T (2010b): Effects of a high-pressure treatment on bovine gamma globulin and its reduction in allergenicity. *Biosci Biotechnol Biochem* 74, 525–530.

Yamanishi R, Tsuji H, Bando N, Yamada Y, Nadaoka Y, Huang T, Nishikawa K, Emoto S, Ogawa T (1996): Reduction of the allergenicity of soybean by treatment with proteases. *J Nutr Sci Vitaminol* 42, 581–587.

Yang WW, Chung SY, Ajayi O, Krishnamurthy K, Konan K, Goodrich-Schneider R (2010): Use of pulsed ultraviolet light to reduce the allergenic potency of soybean extracts. *Int J Food Eng* 6 (3), art. no.11.

Yum H-Y, Lee KE, Choi SY, Yang HS, Sohn MH, Kim K-E, Lee S-I (2006): Wild rice, hypoallergenic rice – immunologic comparison. *Allergy Asthma Proc* 27, 387–392.

Zitouni N, Errahali Y, Metche M, Kanny G, Moneret-Vautrin DA, Nicolas JP, Fremont S (2000): Influence of refining steps on trace allergenic protein content in sunflower oil. *J Allergy Clin Immunol* 106, 962–967

Příloha I: Jídelníčky a receptury

Dieta s nízkým obsahem soli

Dieta s nízkým obsahem soli se využívá při hypertenzi, za účelem odvodnění tkání (při otocích) a za účelem šetření tkání ledvin a jater.

Minimální potřebné množství sodíku ke krytí běžných ztrát organismu (močí, stolicí, potem) představuje 200 mg Na, což odpovídá 0,5 g NaCl. Člověk ale často přesoluje, a tak je průměrná spotřeba NaCl asi 8-12 g/den. Sodík je obsažen téměř v každé potravíně, například v pečivu. Zdravý člověk se dokáže účinně zbavovat nadbytku Na, avšak v rámci prevence rozvoje hypertenze a ICHS je doporučeno snížit příjem soli ve stravě na asi 5 g NaCl/den.

Přísná neslaná, šetřící dieta (dieta č. 10) je v klinické praxi indikována při dekompenzovaných srdečních a cévních chorobách, kde dochází k zadržování tekutin v těle a otokům, dále při nefrotickém syndromu, při maligní hypertenzi a v těhotenství, pokud dochází k otokům. Při této dietě příjem sodíku nesmí přesáhnout 350 mg na den. Dochází také ke změnám jiných složek – zejména bílkovin, tekutin, případně draslíku. Pokrmy se připravují bez soli (nepoužívá se volná sůl), případně může lékař povolit částečné solení; v tom případě lékař indikuje odvážené množství soli. Zařazují se potraviny chudé na sodík a bohaté na draslík. Sestava jídelních lístků nesní snadná, s ohledem na chutnost jídla i bez soli. Proto se neslaná chuť zastírá ochucováním zeleninou, bylinkami, volí se chuť sladkokyselá. Ze zeleniny se využívá např. mrkev, petržel, celer, rajčatový protlak, houby, cibule, česnek. Z bylinek se využívají zelené natě – nať z petržele a celeru, pažitka, libeček, bobkový list, majoránka a kopr.

Ze stravy se vylučují potraviny, při jejichž výrobě a zpracování se používá kuchyňská sůl: uzeniny, konzervy, konzervy rybiček, sardelová pasta, očka, sterilovaná zelenina ve slaném nálevu, veškeré slané pečivo, solené oříšky, slané sýry (tvrdé, plísňové, tavené), hořčice, solené tuky, minerální vody s vysokým obsahem sodíku a samozřejmě solené pochutiny, jako chipsy, slané tyčinky, apod. Ze sýrů je možno využívat nesolené nebo málo slané – lučina, žervé.

Můžou se využívat náhražky soli – draselná sůl Mary, Salka.

Ukázkové jídelníčky s nízkým obsahem soli

1. ukázkový jídelníček

Snídaně: Houska s rostlinným tukem (10 g) a jahodovým džemem (50 g). Jablko 150 g. Bílá káva.

Přesnídávka: Banán (100 g), mandarinka (50 g).

Oběd: Hovězí maso (80 g) v rajčatové omáčce s bazalkou a oreganem (40 g), těstoviny vařené 60 g.

Svačina: Bílý jogurt 150 g, rohlík grahamový 40 g, kiwi 50 g.

Večeře: Vaječná omeleta ze dvou vajec plněná špenátem (100 g), s petrželovou natí, pečivo 80 g, rajčatovo-cibulkový salát 150 g, rostlinný olej 10 g.

Tab. 39: Výpočet obsahu sodíku v ukázkovém jídelníčku č. 1

	Na g/100 g	Na g/hmotnost výrobku
Houska 40 g	0,603	0,241
Rama máslová 10 g	0,087	0,009
Jahodový džem 50 g	0,05	0,03
Jablko 150 g	0,004	0,006
Banán 100 g	0,001	0,001
Mandarinka 50 g	0,003	0,002
Hovězí maso 80 g	0,06	0,048
Rajčatová omáčka 40 g	0,96	0,384
Těstoviny vařené 60 g	0,405	0,243
Bílý jogurt 150 g	0,059	0,089
Rohlík grahamový 40 g		0,345
Kiwi 50 g	0,003	0,002
Vaječná omeleta ze 2 vajec se špenátem 100 g		0,271
Pečivo 80 g	0,567	0,454
Salát s rajčaty a cibulí 150 g	0,008	0,012
Celkem		2,137 g Na

Pro výpočet obsahu sodíku v ukázkovém jídelníčku byly použity údaje z české nutridatabáze a vlastní nepublikované výsledky. U pokrmů připravovaných v domácnosti se předpokládá, že při vlastní kulinární úpravě nebyla použita sůl, obsah sodíku je jen z přirozeného obsahu přispívajících surovin. Největším zdrojem sodíku v jídelníčku jsou pekařské výrobky.

Zjištěný obsah sodíku v ukázkovém jídelníčku 2,137 g odpovídá 5,34 g přijaté soli/den a tento údaj vyhovuje doporučením zdravotníků, ale předpokladem je, že připravované pokrmy nebudou při kulinární úpravě vůbec soleny (maso, přílohy apod.).

2. ukázkový jídelníček

Snídaně: Rohlík (80 g) s lučinou (50 g), posypaný čerstvou petrželovou natí, červená paprika (100 g). Ovocný čaj.

Přesnídávka: Jablečné pyré 150 g.

Oběd: Vepřové maso (80 g) s lečem (rajčata, papriky 150 g), brambory vařené sypané pažitkou 250 g

Svačina: Ochucené kefírové mléko, kukuřičné plátky 60 g, broskve 100 g.

Večeře: Zeleninový salát (200 g) s kuřetem (80 g), ochucený koprem a rostlinným olejem (10 g), houska 80 g.

3. ukázkový jídelníček

Snídaně: Vánočka (80 g) s máslem (10 g) a meruňkovým džemem (50 g). Ovocný čaj.

Přesnídávka: Hrušky 150 g.

Oběd: Telecí maso (80 g) s mrkví a celerem (100 g + 50 g), brambory vařené sypané pažitkou 250 g.

Svačina: Acidofilní mléko 150 g. Banán 150 g.

Večeře: Krutí rizoto s mrkví (100 g), hráškem (50 g) a kukuřicí (50 g). (Rýže 120 g, krůta 80 g).

4. ukázkový jídelníček

Snídaně: Chléb (80 g) s máslem (10 g) a medem (10 g). Černý čaj.

Přesnídávka: Meruňkovo-tvarohové pyré 150 g.

Oběd: Pečená ryba (120 g) s rajčetem 50 g a posypaná bazalkou, vařené brambory sypané pažitkou.

Svačina: Bílý jogurt, houska. Banán 100 g.

Večeře: Těstovinový salát (120 g) s mozzarellou (80 g), rajčaty (80 g), paprikou (70 g) a bílým jogurtem (50 g), dochucený rostlinným olejem 10 g.

5. ukázkový jídelníček

Snídaně: Houska (80g), cottage cheese (50 g), ředkvičky (100 g). Černý čaj.

Přesnídávka: Pomeranč 150 g.

Oběd: Kuře (80 g) s mrkví (100 g) a celerem (100 g), rýže 80 g.

Svačina: Tvarohový krém 150 g, jablko 150 g.

Večeře: Ratatouille 200 g (lilek, cuketa, paprika, bazalka, rozmarýn), rostlinný olej 10 g, pečivo 80 g.

6. ukázkový jídelníček

Snídaně: Rohlík (80 g), vajíčková pomazánka s čerstvou petrželovou natí (50 g), rajčata (100 g). Ovocný čaj.

Přesnídávka: Smoothie z lesního ovoce 150 g.

Oběd: Žemlovka (houska 100 g) s jablky (150 g) a tvarohem (80 g), meruňkový kompot 150 g.

Svačina: Ochucené acidofilní mléko 150 g, dala mánek (40 g), jablko 150 g.

Večeře: Luštěninový salát s kořenovou zeleninou (mrkev, celer, petržel 200 g, petrželová nať, oregano), rostlinný olej 10 g, houska 80 g. (Luštěniny 120 g).

7. ukázkový jídelníček

Snídaně: Chléb (80 g) s tvarohovou pomazánkou (50 g) s petrželovou natí, okurka 100g. Ovocný čaj.

Přesnídávka: Strouhané jablko s mrkví, ochuceno pomerančovou šťávou (150 g).

Oběd: Zapečené brambory (250 g) s rajčaty (100 g), brokolicí (100 g) a ricottou (80 g), ochucené oreganem, tymiánem a rozmarýnem.

Svačina: Ochucený jogurt 150 g, ovesné vločky 40 g, švestky 100 g.

Večeře: Chilli con carne (mleté maso 80 g, fazole 120 g, rajský protlak 50 g), pečivo 80 g

8. ukázkový jídelníček

Snídaně: Chléb (80 g) s luštěninovou pomazánkou (50 g), okurka 100 g. Černý čaj.

Přesnídávka: Meruňky 80 g, jahody 70 g.

Oběd: Dýňová polévka se smetanou. Jahelník (100 g jáhly) s rozinkami a švestkami 120 g, jablečný kompot 150 g.

Svačina: Bílý jogurt, vícezrný rohlík, mandarinka 50 g.

Večeře: Treska (120 g) na másle s provensálským kořením (bez soli), vařený brambor sypaný pažitkou 250 g, hlávkový salát 150 g.

9. ukázkový jídelníček

Snídaně: Makovka (80 g) s rostlinným tukem (10 g). Jablko 100 g. Bílá káva.

Přesnídávka: Kiwi 50 g, banán 100 g.

Oběd: Plněný paprikový lusk (1 ks) směsí mletého masa (40 g) a rýže (40 g), rajčatová omáčka (50 g), bazalka, vařené brambory 250 g

Svačina: Vyšlehaný tvaroh s vanilkou 150 g, rohlík 40 g, mandarinka 100 g.

Večeře: Kuřecí plátek (80 g) zapečený s nízko-slaným sýrem (50 g) a ½ hrušky, vařená rýže 80 g, broskvový kompot 150 g.

10. ukázkový jídelníček

Snídaně: Houska (80 g) s žervé (50 g) ochuceným petrželovou natí, žlutá paprika 100g. Ovocný čaj.

Přesnídávka: Jablečno-hruškové pyré 150 g.

Oběd: Gnocchi (60 g) s kuřetem (80 g), špenátem (100 g) a ricottou (80 g).

Svačina: Ochucené jogurtové mléko 150 g, blumy 50 g, meruňky 100 g.

Večeře: Hovězí (80 g) na žampionech (50 g), bramborová kaše 250 g, ledový salát 150 g.

Receptury pro neslaný jídelníček

Hovězí maso v rajčatové omáčce s bazalkou, těstoviny vařené 60 g.

Hovězí maso 100 g, 2 cibule, bobkový list, nové koření, špetka mleté skořice, bazalka, (příp. citronová šťáva, cukr), 1 lžice hladké mouky, lžička oleje

Hovězí maso očistíme a spolu s jednou cibulí, novým kořením a bobkovým listem uvaříme doměkka. Vývar necháme vychladnout.

Druhou cibuli oloupeme a nasekáme, zpěníme na oleji, přidáme protlak, bazalku, skořici a chvíli restujeme. Podlijeme zchladlým vývarem. Hladkou mouku rozmícháme s vodou a omáčku zahustíme, pak ještě povaříme (asi 15 min.). Hotovou omáčku přecedíme přes sítko a můžeme podle chuti osladit a okyselit citronovou šťávou. Ozdobíme ji čerstvou bazalkou.

Podáváme s těstovinami vařenými podle návodu.

Vaječná omeleta z 2 vajec plněná špenátem (100 g), s pažitkou a petrželovou natí, pečivo 80 g, rajčatovo-cibulkový salát 150 g, rostlinný olej 10 g.

2 vejce, lžice oleje, pečivo (houska) 80 g, špenát 100 g, 1 stroužek česneku, lžička másla, 0,5 dcl smetany, rajčata 100 g, červená cibulka 50 g, rostlinný (olivový olej), citronová šťáva, petrželová nať, pažitka

Vezmeme dvě vejce, rozbijeme je do misky, přidáme petrželovou nať a pažitku a směs vylijeme na pánev. Necháme jemně opéct (bez míchání) z jedné strany a pak otočíme na druhou. Špenát dáme do hrnce, necháme ho roztát na trošce másla a pak zalijeme smetanou, chvilku povaříme a směsí naplníme hotovou omeletu.

K jídlu podáváme housku a rajčatovo-cibulkový salát: na měsíčky nakrájená rajčata a cibulku ochutíme olivovým olejem a citronovou šťávou.

Telecí maso (80 g) s mrkví a celerem (100 g + 50 g), brambory vařené (250 g) s pažitkou.

Telecí maso 80 g, cibule, 2 lžičky oleje, mrkev 100 g, celer 50 g, brambory 250 g, pažitka čerstvá nasekaná, tymián, petrželová nať

Telecí maso nakrájíme na větší kousky a zprudka osmahneme na pánvi na lžičce oleje. Nakrájíme mrkev a celer na větší kousky. Maso z pánve přendáme do pekáče, přidáme zeleninu, tymián a petrželovou nať a podlejeme vodou, aby bylo vše ponořené. Dáme do trouby dusit pod pokličkou na 180°C do měkka.

Oloupané a nakrájené brambory uvaříme do měkka a ochutíme čerstvou pažitkou.

Těstovinový salát (120 g) s mozzarellou (80 g), rajčaty (80 g), paprikou (70 g) a bílým jogurtem (50 g), dochucený bylinkami a rostlinným olejem 10 g, ½ stroužku česneku, pár kapek citronové šťávy.

Těstoviny 120 g, mozzarella 80 g, rajče 80 g, paprika 70 g, bílý jogurt 50 g, kopr, bazalka, pažitka, rostlinný (olivový) olej

Těstoviny uvaříme podle návodu. Mozzarellu a zeleninu nakrájíme na kostky a zamícháme do těstovin. Dressing připravíme smíchaním jogurtu s roztlačeným česnekem, pár kapkami olivového oleje a citronové šťávy a bylinkami.

Žemlovka (houska 100 g) s jablky (150 g) a tvarohem (80 g), meruňkový kompot 150 g.

2 plátky másla – 1. do tvarohové náplně a 2. na vymazání pekáče, 3 ks vejce, 1,5 dl mléka, 100 g + 60 g moučkového cukru, strouhanka, 250 g měkkého tvarohu, 4 ks starších housek, 6 ks jablka, skořice

Starší housky nakrájíme na tenké plátky. Mléko nalijeme v nízké vrstvě do talíře a třetinu plátků v něm namočíme, rychle vyndáme a klademe na máslem vymazaný a strouhankou vysypaný pekáč. Dále nastrouháme jablka a posypeme je skořicí a rozmícháme tvaroh s cukrem (100 g), žloutky, plátkem másla a 2 lžícemi mléka.

Na již položenou třetinu houskových plátků v pekáči rozetřeme polovinu připravené tvarohové směsi a přikryjeme polovinou jablek. Na ně dáme druhou třetinu namočených houskových plátků, potřeme druhou polovinou tvarohové směsi a poklademe zbytkem jablek. Nakonec zakryjeme poslední třetinou namočených houskových plátků.

Z bílků ušleháme sníh, do kterého zašleháme asi 60 g moučkového cukru. Pečeme nejdříve na 150-180 °C asi 30 min, až jablka povolí a vrchní část zezlátne. Poté potřeme ušlehaným sněhem a už jen krátce (5 min.) zapečeme.

Ukázkové jídelníčky při alergii na mléčnou bílkovinu

1. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Černý čaj. Rohlík 80 g, rostlinný tuk 10 g, vepřová šunka 50 g, ředkvičky 100 g.

Svačina: Mandarinka 150 g., sojový zakysaný výrobek 150 g

Oběd: Mrkvová polévka s kapáním. Drůbeží zapečený plátek 80 g s paprikou, vařené brambory 250 g, rajčata 150 g + rostlinný olej 10 g.

Svačina: Hroznové víno 100 g, sojový jogurt 150 g.

Večeře: Čočka nakyselo 120 g s vejcem (2 ks), kyselá okurka 100 g.

2. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Pohankové vločky 40g s ovocným sojovým jogurtem 150g, pomeranč 100g.

Svačina: Banán 100 g, švestky 70 g, kukuřičný chlebiček (40 g).

Oběd: Polévka zeleninová 150 g. Pečená ryba (150 g) s mrkvovo-bramborovou kaší (260 g).

Svačina: Salát z hlávkového zelí a mrkve (150 g) + rostlinný olej 10 g, toustový chléb 2 ks.

Večeře: Rizoto z králíčího masa (80 g) a vařené rýže (120 g) s hráškem, mrkví a kukuřicí (150 g).

3. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Kukuřičné chlebičky 80 g, rostlinný tuk 10 g, sýr tofu ochucený 50 g, žlutá paprika 100 g.

Svačina: Houska 80 g, nemléčná luštěninová pomazánka 80 g, okurka 100 g.

Oběd: Hovězí guláš 100 g s těstovinami 60g. Zelenina: paprika 100 g + cibule 50 g

Svačina: Jablko 100g, jahody 50 g, rýžový chlebiček, sojový nápoj 150 ml

Večeře: Karbanátek z mletého krůtího masa 100 g a kus-kus 60 g. Zelenina: ledový salát 100 g

4. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Černý čaj. Žitný chléb 80 g, rostlinný tuk 10 g, drůbeží šunka 50 g, ředkev 100 g

Svačina: Meruňky 150 g, ochucený sojový zakysaný výrobek 150 g

Oběd: Hráškový krém 150 g. Pečené kuře (80 g) s brokolicí (1500 g) a rýží 80 g

Svačina: Dalamánek 40 g, nemléčná budapeštská pomazánka 50 g, zelená paprika 150 g

Večeře: Těstoviny (120 g) s tuňákem (100 g), rajčaty (80 g), paprikou (60 g), cibulí (10 g)

5. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovesné vločky 55 g, ořechy 20 g, jahody 50 g, hroznové víno 80 g, ořechové „mléko“ 150 g

Svačina: Rohlík (60 g), sojová pomazánka se žampiony (50 g), okurka 100 g

Oběd: Brokolicová polévka 150 g. Plátek vařeného hovězího masa (80 g) s rajskou omáčkou (50g) a těstovinami 60 g

Svačina: Banán 100 g, vanilkový sojový zakysaný výrobek 150 g

Večeře: Hemenex z 2 vajec a šunky (100 g) s houskou (80 g) a šopským salátem 200 g

6. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Bílá káva s ořechovým „mlékem“. Vícezrný rohlík 80 g, rostlinný tuk 10 g, jahodová marmeláda 50 g, hruška 100 g

Svačina: Sojový dezert 150 g, pomeranč 150 g

Oběd: Hrstkovaná polévka 100 g. Candát pečený s bylinkami 120 g, vařené brambory 250 g, dušené fazolky 100 g.

Svačina: Chléb (80 g) s pomazánkou z červené řepy a sojového zakysaného výrobku (50 g), ledový salát 100 g.

Večeře: Zapečený lilek (150 g) s mletým masem (80 g), pečivo 80g. Rajčatovo-cibulkový salát 100 g.

7. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Rýžové chlebičky 60 g, rostlinný tuk 10 g, tofu ochucené 50 g, rajčata 150 g

Svačina: Sojový zakysaný výrobek s borůvkovou příchutí 150 g, broskev 100g

Oběd: Zeleninová polévka 150 g. Gnocchi (60 g) s drůbežím masem (80 g) a listovým špenátem (120 g) na sojové „smetaně“.

Svačina: Šopský salát 150 g, chléb 80 g

Večeře: Houska (80 g) s pomazánkou z tuňáka (tuňák 100 g rozmíchaný s bílým tofu, cibulkou a troškou hořčice). Zelenina: okurka 150 g

8. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Černý čaj. Ovocný koláč s meruňkami (100 g)

Svačina: Mandlové mléko 150 g s ovesnými vločkami (55 g), švestky 80g a hroznovým vínem 70 g

Oběd: Mrkvová polévka 150 g. Kuře na paprice: kuřecí stehno vykostěné 80 g, papriková omáčka 50 g, vařená rýže 80 g

Svačina: Pomazánka z tofu se shi-take, s rajčetem (50 g), cibulkou (20 g) a okurkou 120 g

Večeře: Špagety (120 g) s mletým masem (80 g), dušenou cuketou (80g) a dušenou brokolicí (70g)

9. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Černý čaj. Žitný chléb 80 g, rostlinný tuk 10 g, 1 vejce na měkko, okurka 120 g

Svačina: Mandarinka 150 g, sojový zakysaný výrobek 150 g

Oběd: Boršč 150 g. Ovocné knedlíky z bramborového těsta s jahodami (250 g)

Svačina: Dalamánek 80 g, rostlinný tuk 10 g, šunka 50 g, rajče + žlutá paprika 200 g

Večeře: Pečená treska (120 g), gratinovaná rajčata (150 g), bramborovo-zelerová kaše (250 g)

10. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Slunečnicový chléb 80 g, rostlinný tuk 10 g, malinová marmeláda 50 g, jablko 150 g

Svačina: Strouhaná mrkev s jablkem (150 g), ochucená citronem, piškoty (60 g)

Oběd: Slepáč polévka (30 g zeleniny, 30 g maso bez kosti). Vepřové (80 g) po myslivecku, vařená rýže 80 g, šopský salát 150 g

Svačina: Veka 1/3, pomazánka čočková (50 g), rajče 100 g

Večeře: Vaječná omeleta se špenátem ze 3 vajec. Veka 1/3. Listový špenát na náplň 150 g

11. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Rohlík 80 g, rostlinný tuk 10 g, šunka dietní 50 g, ledový salát 100 g

Svačina: Rýžové „mléko“ (150 ml), pohankové vločky (55 g), jahody 100 g

Oběd: Vařené hovězí (80 g) s dušenou mrkví a hráškem (150 g), vařené brambory 250 g,

Svačina: Sojový dezert 150 g, dalamánek (60 g)

Večeře: Těstoviny (120 g) s omáčkou z drcených rajčat (90 g) a dušenou cuketou (60 g)

12. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Houska 80 g, rostlinný tuk 10 g, meruňková marmeláda 50 g, hruška 150 g

Svačina: Sojový zakysaný výrobek vanilkový, kukuřičné plátky (60 g), švestky 100 g

Oběd: Zeleninová polévka s vaječnou sedlinou. Přírodní kuřecí prsní řízek (80 g), šťáva z citronu, olivového oleje a bylinek (oregáno, petrželka), vařená rýže (80 g)

Svačina: Hruška a jablko 150 g, amarantové chlebíčky 60 g

Večeře: Chléb (80 g), pomazánka z tofu a hub (50 g), šopský salát (150 g)

13. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Bílá káva (se sójovým nápojem). Grahamový rohlík 80 g, rostlinný tuk 10 g, tofu 50 g, okurkový salát 150 g

Svačina: Ořechové „mléko“ (150 ml), ovesné vločky (55 g), pomeranč (100 g)

Oběd: Hovězí polévka (30 g zeleniny, 30 g maso bez kosti). Rýžový nákyp (120 g) se zavařenými broskvemi (150 g)

Svačina: Žitný chléb (80 g), tuňáková pomazánka (50 g), cibulka zelená 50 g, okurka 100 g

Večeře: Krutí plátek (80 g) zapečený s rajčetem (50 g), bulgur (60 g), hlávkový salát (100 g)

14. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Černý čaj. Žitný chléb 80 g, rostlinný tuk 10 g, šunka dietní 50 g, jablko 150 g

Svačina: Sojový dezert, rohlík 60 g, broskev 100 g

Oběd: Fazolová polévka. Kuřecí (80 g) po indicku, vařená rýže 80 g

Svačina: Dalamánek (80 g), dýňová pomazánka s tofu (50 g), zelená paprika 100 g

Večeře: Celozrnný kus-kus (120 g) se sušeným ovocem (30 g rozinky, brusinky), medem a skořicí, ovocný exotický salát 150 g (mandarinka, ananas, kiwi, pomeranč)

15. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Černý čaj. Houska kaiserka celozrnná 80 g, rostlinný tuk 10 g, fíková marmeláda 50 g, hroznové víno 150 g

Svačina: Banán 100 g, piškoty 60 g, zakysaný neochucený sojový výrobek

Oběd: Losos (120 g) na grilu s povensálským kořením, vařené brambory 250 g, rajčatovo-cibulkový salát (150 g)

Svačina: Sojový dezert ochucený, ovesné vločky 40 g, jahody 100 g

Večeře: Zapečené těstoviny (120 g) s rajčaty, grilovaným lilkem a paprikou (150 g)

Receptury bez mléka a laktózy

Pečené kuře (80 g) s brokolicí (150 g) a rýží 80 g

1 kuřecí prso, sladká paprika, sůl, rýže 80 g, stroužek česneku, olivový olej

Kuřecí prso osolíme, ochutíme sladkou paprikou a dáme do trouby péct na 180 °C a podlijeme trochou vody. Roztlačíme česnek a potřeme jím kuře, v průběhu pečení kuře otáčíme a potíráme šťávou z obou stran. Rýži propláchneme a uvaříme podle návodu.

Brokolici očistíme, omyjeme, uvaříme v páře a na talíři pokapeme olivovým olejem.

Hemenex z 2 vajec a šunky (100 g) s houskou (80 g) a šopským salátem 200 g

2 vejce, 100 g šunky nakrájené, sůl, houska 80 g, rajčata + paprika + okurka + červená cibulka 150 g, olivový olej, citronová šťáva, petrželová nať

Vezmeme dvě vejce, rozbijeme je do misky, přidáme na kostičky nakrájenou šunku, trošku soli a petrželovou nať a směs vylijeme na pánev. Necháme jemně opéct (bez míchání) z jedné strany a pak otočíme na druhou.

K jídlu podáváme housku a šopský salát: na kostky nakrájená rajčata, papriku, okurku, cibulku, ochucený olivovým olejem a citronovou šťávou

Hovězí guláš 100 g s těstovinami 60g. Zelenina: paprika 100 g + cibule 50 g

Hovězí maso 100 g, 2 cibule, 10 g másla, 1 lžička hladké mouky, 2 lžičky rajčatového protlaku, sladká paprika podle chuti, sůl, olej, těstoviny 120 g.

Na oleji pomalu osmahneme cibulku, pak ji lehce zaprášíme paprikou. Přidáme kousky masa, osolíme a dusíme doměkka. Z másla a mouky uděláme světlou jíšku, zalijeme ji vodou (případně pokud máme, tak vývarem), povaříme a vmícháme rajčatový protlak. Nakonec vše přidáme k masu. Těstoviny uvaříme podle návodu. Hotový guláš ozdobíme nakrájenou cibulkou a paprikou.

Candát pečený s bylinkami 120 g, vařené brambory 250 g, dušené fazolky 100 g.

candát 120 g, bylinky, brambory 250 g, zelené fazolky 150 g, sůl, pepř, olivový olej

Brambory oloupeme a uvaříme ve vodě do měkka. Mezitím osolíme candáta, přidáme bylinky a v troubě pečeme do měkka při 180 °C.

Zelené fazolky uvaříme ve slané vodě, vodu scedíme a fazolky jemně opepříme a ochutíme olivovým olejem.

Gnocchi (60 g) s drůbežím masem (80 g) a listovým špenátem (120 g) na sojové „smetaně“.

100 g špenátu, sojová „smetana“ alpro, 120 g bramborových gnocchů, 1 kuřecí prsní řízek, podle chuti sůl a pepř, sýr na posypání

Špenát dáme do hrnce, necháme ho roztát na trošce másla a pak osolíme, zalijeme sojovou smetanou, chvíli povaříme a vypneme. Kuřecí maso nakrájíme na nudličky a dáme na pánev, osolíme, okořeníme a necháme restovat. Gnocchi uvaříme v osolené vroucí vodě a hned po vyplavání vyndáme na talíř. Nakonec všechny části jídla krátce smícháme na pánvi a podáváme posypané hoblinkami sýra.

Dieta s nízkým obsahem sacharidů

Ve stravě vynecháváme jednoduché sacharidy, takže zbytečně nepřislazujeme (káva, čaj), volíme potraviny s nižším glykemickým indexem a s vyšším obsahem vlákniny. Z technologických úprav nevyužíváme ty, které vyžadují použití většího množství tuku (smažení). Přílohy nerozvažujeme. Nepoužíváme vysloveně sladké výrobky: zákusky, sušenky, sladké pečivo, slazené limonády, zmrzliny, džemy využíváme ty, které jsou s nižším obsahem cukrů, z ovoce preferujeme to s nižším glykemickým indexem. Je potřeba hlídat i množství tuků v potravinách. Můžeme případně snížit množství sacharidové přílohy.

1. ukázkový jídelníček

Snídaně: Bílá káva s mlékem. Pšenično-žitný chléb 80 g, máslo 10 g, lučina 50g, salát hlávkový 100 g, 5 ml citronová šťáva na salát

Přesnídávka: Strouhané jablko s mrkví, ochucené citronem (bez cukru) 150 g, dalať 20 g.

Oběd: Zeleninová polévka s vaječnou sedlinou (150 g). Brambory vařené 200 g s pažitkou, pečený králík ve vlastní šťávě 170 g se špenátem (200 g) na česneku.

Svačina: Acidofilní mléko 100 g, grahamový rohlík 40 g

Večeře: Kus-kus vařený 60 g, mozzarella 80 g, rajče 90 g, žlutá paprika 30 g, zelená cibulka 30 g, olivový olej 15 g

2. ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Houska 80 g, rostlinný tuk 10 g, tvrdý sýr 50 g, rajče 100 g.

Přesnídávka: Mandarinka 100 g, kukuřičné obilné plátky 60 g.

Oběd: Hrstkovaná polévka (150 g). Rýže dušená 80 g, kuřecí prsní řízek na přírodní způsob 80 g, okurkový salát 150 g.

Svačina: Cottage cheese 50 g, rohlík 40 g, strouhaná mrkev s citronem (bez cukru) 100 g

Večeře: Zapečené těstoviny (120 g) se šunkou (80g) a brokolicí (150g)

3. ukázkový jídelníček

Snídaně: Černý čaj. Chléb (80 g), rostlinný tuk (10 g), šunka (50 g), ředkvičky (100 g).

Přesnídávka: Banán 100 g, meruňka 50 g.

Oběd: Boršč (150 g). Treska na bylinkách pečená v troubě. Bramborová kaše.

Svačina: Kefírové mléko (150 g), dalať (40 g).

Večeře: Čočkovo-fazolový salát (120 g) s kořenovou zeleninou (150 g), veka (1/3).

4. ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Houska (80 g), máslo (10g), žervé (50 g) a rajčata (100 g).

Přesnídávka: Mandarinka (150 g), knäckebröt (40 g).

Oběd: Rajčatová polévka (150 g). Krutí zapečený plátek (80 g) s rajčaty (50 g), vařené brambory 250 g. Šopský salát 100 g.

Svačina: Tvarohový krém (150g) s ovocem (100 g).

Večeře: Ratatouille 150 g s bulgurem 60 g.

5. ukázkový jídelníček

Snídaně: Bílá káva. Houska (80 g) s jemnou česnekovou pomazánkou (50 g) a zelenou paprikou (150 g).

Přesnídávka: Broskev 150 g.

Oběd: Česneková polévka (150 g). Vepřové maso (80 g) na žampionech (50g) s rýží (80 g). Strouhaná mrkev s citronem (bez cukru) 100 g.

Svačina: Bílý jogurt 150 g, sojový rohlík (40 g),

Večeře: Caesar salát (150 g) s kuřetem (80 g) a opečenou bagetou (60 g) potřenu bylinkovým máslem (10 g)

6. ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Dalať (80 g) s rostlinným tukem a sýrem holanského typu (50 g), okurka (150 g).

Přesnídávka: Pohankové vločky (50 g) s mlékem (150 ml), broskev (150 g)

Oběd: Cibulová polévka (150 g). Hovězí guláš (80 g) s vařenými brambory (250 g).

Svačina: Jogurt řeckého typu (150 g), loupák (40 g), kiwi (100 g)

Večeře: Veka celozrnná (1/3) s vajíčkovou pomazánkou (50 g), ledový salát 150 g.

7. ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Houska (80 g) s pažitkovou lučinou (50 g). Syrová oloupaná mrkev (150 g).

Přesnídávka: Kaše z ovesných vloček (200 g), jablko 100 g.

Oběd: Vločková polévka s mrkví (150 g). Losos na grilu (120 g) s bylinkami, dušené zelené fazolky a hrášek (150 g), quinoa (60 g).

Svačina: Ochucené acidofilní mléko (150 g), celozrnná kaiserka (40 g).

Večeře: Zapečené pohankové těstoviny s rajčaty (50 g), cuketou (50 g) a žlutou paprikou (50 g) s kuřecím masem (80 g).

8. ukázkový jídelníček

Snídaně: Černý čaj. Chléb žitný (80 g) s marmeládou se sníženým množstvím cukru (50 g). Jablko 100 g.

Přesnídávka: Hroznové víno 150 g.

Oběd: Hrášková polévka (150 g). Rizoto (120 g) s mletým vepřovým masem (80 g) a zeleninou (150 g). Sterilovaná okurka 50g.

Svačina: Ochucený tvarohový krém (150 g), kiwi (100 g), grahamový rohlík (40 g).

Večeře: Lečo (paprika, cibule, rajčata, 150 g) s vařenými brambory (250 g).

9. ukázkový jídelníček

Snídaně: Bílá káva. Pohankový plátek (60 g), cottage cheese (50 g), okurka (90 g) a rajče (60 g).

Přesnídávka: Ovesné vločky (50 g) s mandlovým „mlékem“ (150 ml), borůvky a jahody (100 g)

Oběd: Zeleninová polévka (150 g). Karbanátek z mletého masa (80 g), bramborová kaše 250 g, okurkový salát 150 g.

Svačina: Rýžový chlebiček (60 g), zakysané podmásli (150 g), ředkvička (100 g)

Večeře: Těstoviny (120 g) s tuňákem a syrovou nakrájenou zeleninou (rajčata 90 g a papriky žluté 60 g).

10. ukázkový jídelníček

Snídaně: Černý čaj. Celozrnný chléb (80 g), budapeštská pomazánka (50 g), zelená paprika 150 g.

Přesnídávka: Hruška 150 g.

Oběd: Brokolicová polévka (150 g). Hovězí (80 g) s rajskou omáčkou (50 g), těstoviny (60 g)

Svačina: Cottage cheese (100 g), okurka (100 g), celozrnný rohlík (40 g).

Večeře: Cizrnový hummus (50 g), houska (80 g), rajčata 150 g.

Receptury pro jídelníček s nižším obsahem sacharidů

Brambory vařené 200 g s pažitkou, pečený králík ve vlastní šťávě 170 g se špenátem (200 g) na česneku.

Brambory 200 g, králičí stehno 1 ks, česnek 1 stroužek, špenát 200 g, lžička oleje, pažitka, sůl
Králíka dáme na pekáč, osolíme, podlijeme vodou a necháme péct v troubě při 180 °C do měkka. Přitom pravidelně otáčíme a poléváme šťávou. Oloupané a nakrájené brambory uvaříme do měkka a na talíři ozdobíme čerstvou pažitkou. Česnek nakrájíme na drobno, necháme na oleji zesklivatět, přidáme špenát a trochu vody a krátce povaříme.

Rýže dušená 80 g, kuřecí prsní řízek na přírodní způsob 80 g, okurkový salát 150 g.

Rýže 80 g, kuřecí prsní řízek 1 ks, stroužek česneku, lžička oleje, okurka 150 g, olivový olej, citronová šťáva

Rýži probereme, propláchneme a uvaříme podle návodu. Na oleji necháme zesklivatět nakrájený česnek, přidáme osolený kuřecí řízek, jemně opečeme a pak podlijeme trochou vody a dusíme do měkka. Okurky omyjeme, oloupeme a nastrouháme na kroužky, ochutíme olivovým olejem a citronovou šťávou.

Treska na bylinkách pečená v troubě. Bramborová kaše.

filet tresky 120 g, lžíce másla, bylinky, brambory 250 g, sůl, máslo, (mléko)

Brambory očistíme, nakrájíme a uvaříme ve vodě do měkka. Pak roztlačíme a přidáme podle chuti máslo (lžíci), případně mléko.

Mezitím si připravíme rybu: Filet tresky osolíme, přidáme bylinky a na másle pečeme v troubě při 180 °C do měkka.

Rizoto (120 g) s mletým vepřovým masem (80 g) a zeleninou (150 g). Sterilovaná okurka 50g.

Rýže 120 g, mleté vepřové maso 80 g, cibule 1 ks, 2 šálky vody, lžíce oleje, lžíce másla, lžíce hladké mouky, zeleninová směs (mrkev, kukuřice, hrášek) 150 g, šafrán, sůl, sýr na posypání, sterilovaná okurka 50 g

Na oleji osmahneme nadrobno nakrájenou cibuli, přidáme mleté maso, osolíme, krátce opečeme a následně dusíme doměkka. Na másle zpěníme na jemno nakrájenou cibuli,

přidáme teplou vodou propláchnutou zeleninu a krátce ji dusíme. Rýži propláchneme a přidáme k zelenině, dále přidáme maso, zalijeme vodou, osolíme a dusíme pod pokličkou 15 minut na velmi mírném ohni. Poté necháme dojít. Šafrán rozmícháme na lžici horké vody a vmícháme do horké rýže, dochutíme máslem a případně přisolíme. Podáváme posypané strouhaným sýrem a se sterilovanou okurkou.

Losos na grilu (120 g) s bylinkami, dušené zelené fazolky a hrášek (150 g), quinoa (60 g).

Filet lososa 120 g, lžíce oleje, zelené fazolky a hrášek 100 g, menší cibule, provensálské bylinky, sůl, quinoa 60 g

Lososa jemně osolíme a ochutíme bylinkami (i uvnitř), vložíme na pekáč a pečeme v troubě na programu gril. Na oleji necháme zesklouznout nakrájenou cibuli, přidáme fazolky a hrášek a dusíme do měkka. Hotovou přílohu ochutíme olivovým olejem. Quinou nejdříve propláchneme horkou vodou a pak vaříme podle návodu.

Dieta při fenylketonurii

Při tvorbě jídelníčku pro fenylketonuriky je potřeba znát, kterým stupněm nemoci jedinec trpí a podle toho stanovit maximální denní příjem fenylalaninu, který je jedinec schopen zpracovat. Takže dieta je velmi specifická a individuální a je naprosto nezbytné, aby ji řešil odborník s příslušnou kvalifikací.

Proto nebudeme uvádět kompletní denní jídelníčky, ale uvedeme konkrétní jídla (1 porce) s informací o obsahu fenylalaninu. U konkrétních jídel je také uvedena speciální složka, kterou se jídlo liší od „klasického, normálního“. Místo klasické mouky (žitné, ječné, pšeničné, aj.) se používá nízkoproteinová mouka Apromix nebo Vitaprotam, místo klasické strouhanky nízkobílkovinná, místo klasického pečiva nízkobílkovinné, místo mléka nízkobílkovinný nápoj lp-drink, případně nízkobílkovinný nápoj Zajíc, jako šlehačka nízkobílkovinná šlehačka Hole a jako těstoviny nízkobílkovinné těstoviny PKU.

Polévky

Špenátová polévka s rýží, v 1 porci 230 g obsahuje 97 mg fenylalaninu a 2,4 g bílkovin.

Brokolicová polévka s houbami, zahuštěna Gustinem, v 1 porci 400 g obsahuje 115 mg fenylalaninu a 3,2 g bílkovin.

Zeleninová polévka (mrkev, celer, květák, hlávková kapusta) s kapáním (z Apromixu) v 1 porci 230 g obsahuje 39 mg fenylalaninu a 1,3 g bílkovin.

Rajčatová polévka s hlávkovou kapustou a rýží – v 1 porci 420 g obsahuje 139 mg fenylalaninu a 3 g bílkovin.

Gulášová polévka (bez masa) s bramborami, houbami a zahuštěna Gustinem v 1 porci 240 g obsahuje 124 mg fenylalaninu a 3,2 g bílkovin.

Slaná jídla

Dušená rýže s hráškem a kukuřicí v 1 porci 240 g obsahuje 221 mg fenylalaninu a 5,7 g bílkovin.

Zapečené brambory se zeleninou, v 1 porci 250 g obsahují 267 mg fenylalaninu a 7,7 g bílkovin.

Těstovinový salát se zeleninou z nízkobílkovinných těstovin PKU. V 1 porci 350 g obsahuje 118 mg fenylalaninu a 3,1 g bílkovin.

Nízkobílkovinný knedlík se špenátem, s Apromixem, v 1 porci 200 g (6 ks knedlíků) obsahuje 52 mg fenylalaninu a 1,3 g bílkovin.

Zelené fazolky na paprice zahuštěné Gustinem a zjemněné Ip-drinkem v 1 porci 200 g obsahuje 122 mg fenylalaninu a 2,5 g bílkovin

Americké brambory smažené – v 1 porci 140 g obsahují 250 mg fenylalaninu a 5 g bílkoviny

Bramboráčky s Gustinem. V 1 porci 200 g obsahují 220 mg fenylalaninu a 4,5 g bílkovin

Gratinovaný květák s bešamelem z másla, Gustinu a nízkobílkovinného nápoje Ip-drink. V 1 porci 230 g obsahuje 130 mg fenylalaninu a 3,8 g bílkovin.

Zeleninová čína se sojovou omáčkou a Gustinem v 1 porci 350 g obsahuje 175 mg fenylalaninu a 4,6 g bílkovin. Podáváme s rýží nebo brambory.

Zeleninový guláš zahuštěný Gustinem v 1 porci 400 g obsahuje 127 mg fenylalaninu a 4,1 g bílkovin.

Nízkobílkovinné těstoviny v 1 porci 180 g obsahují 14 mg fenylalaninu a 0,3 g bílkovin.

Dušená brokolice s květákem, zahuštěna Gustinem, v 1 porci 200 g obsahuje 123 mg fenylalaninu a 3,5 g bílkovin.

Zapečené těstoviny se zeleninou a houbami, s nízkobílkovinnými těstovinami PKU a Gustinem. V 1 porci 340 g obsahuje 107 mg fenylalaninu a 4,6 g bílkovin.

Nízkobílkovinné těstoviny PKU se špenátem v 1 porci 320 g obsahují 123 mg fenylalaninu a 2,7 g bílkovin.

Srbské rizoto v 1 porci 250 g obsahuje 317 mg fenylalaninu a 7,2 g bílkovin.

Zapečená brokolice s brambory v 1 porci 300 g obsahuje 310 mg fenylalaninu a 7,9 g bílkovin.

Zeleninové karbanátky s Apromixem (Vitaprotamem), krajícem nízkobílkovinného chleba a nízkobílkovinnou strouhankou. V 1 porci 240 g obsahuje 84 mg fenylalaninu a 4,7 g bílkovin.

Bramborové strapačky (s Apromixem nebo Vitapromem) a zelím. V 1 porci 380 g obsahují 193 mg fenylalaninu a 4 g bílkovin.

Sladká jídla

Palačinky s džemem, z nízkobílkovinné mouky Apromix nebo Vitaprotam a nízkobílkovinného nápoje lp-drink. Jedna hotová porce 300 g obsahuje 48 mg fenylalaninu a 1,8 g bílkovin.

Dukátové buchtičky s krémem. Na přípravu těsta použita nízkobílkovinná mouka Apromix a nízkobílkovinný nápoj Zajíc. Na přípravu krému použit nízkobílkovinný nápoj lp-drink a normální pudinkový prášek vanilkový. Jedna porce 200 g buchtiček a 250 ml krému (dohromady 450 g) obsahuje 64 mg fenylalaninu a 2,3 g bílkovin.

Čokoládová rýže s nízkobílkovinným nápojem lp drink a normálním pudinkovým práškem čokoládovým. Jedna porce 300 g obsahuje 151 mg fenylalaninu a 4,4 g bílkovin.

Bavorské vdolečky z nízkobílkovinné mouky Apromix a nízkobílkovinného nápoje lp-drink. Jedna porce 250 g (5 ks) obsahuje 60 mg fenylalaninu a 1,9 g bílkovin.

Různé jednodruhové i míchané zeleninové a ovocné saláty (okurkový, zelný s jablky, mrkvový s ananasem) ve 150-200 g obsahují přibližně 20-120 mg fenylalaninu a 0,8-2,5 g bílkovin.

Receptury k fenylketonurii – zdroj: Komárková, Jana, Hejčmanová, L.: Vaříme zdravě a chutně pro fenylketonuriky II. Praha, 2004.

Rajčatová polévka s hlávkovou kapustou a rýží – v 1 porci 420 g obsahuje 139 mg fenylalaninu a 3 g bílkovin.

1 porce: 40 g rajčat, 15 g rajčatového protlaku, 10 g rýže (v surovém stavu), 250-350 ml vody, 10 g oleje, 15 g cibule, 30 g hlávkové kapusty, petrželová nať, sůl, cukr dle chuti.

Do vařící, osolené vody přidáme nakrájená rajčata, rajčatový protlak, rýži spařenou horkou vodou a propláchnutou studenou vodou a vaříme do měkka. Na oleji zpěníme na drobno nakrájenou cibulku, přidáme nakrájenou kapustu, vodu, a dusíme do měkka. Dušenou kapustu přidáme do rajčatového vývaru. Promícháme. Hotovou polévku dochutíme petrželovou natí a případně cukrem.

Dušená rýže s hráškem a kukuřicí v 1 porci 240 g obsahuje 221 mg fenylalaninu a 5,7 g bílkovin.

1 porce: 50 g rýže (podle povoleného množství), 10 g cibule, voda, sůl, hřebíček, 10 g oleje, 12 g sterilovaného hrášku, 12 g sterilované kukuřice.

Rýži spařenou horkou vodou a propláchnutou studenou vodou zalijeme vodou, osolíme, přidáme cibuli, hřebíček, olej a dusíme do měkka. K dušené rýži přidáme sterilizovaný hrášek a kukuřici a promícháme. (Můžeme případně dochutit Podravkou).

Zelené fazolky na paprice zahuštěné Gustinem a zjemněné lp-drinkem v 1 porci 200 g obsahuje 122 mg fenylalaninu a 2,5 g bílkovin

1 porce: 100 g zelených fazolek sterilovaných nebo mražených, 10 g oleje, 20 g cibule, sůl, 3 g mleté sladké papriky, drcený kmín, pepř, voda, 5 g Gustinu, 50 ml lp-drinku /1odměrka-10 g prášku+40 ml vody/.

Na oleji zpěníme na drobno nakrájenou cibulku, přidáme fazolky, sůl, papriku, pepř, podlijeme vodou a dusíme do měkka. Podušené fazolky zahustíme Gustinem rozmíchaným v malém množství vody a 2-3 minuty povaříme. Zjemníme lp-drinkem.

Zapečené těstoviny se zeleninou a houbami, s nízkobílkovinnými těstovinami PKU a Gustinem. V 1 porci 340 g obsahuje 107 mg fenylalaninu a 4,6 g bílkovin.

1 porce: 70 g nízkobílkovinné těstoviny PKU (flíčky), voda, sůl, 10 g oleje, 10 g slaniny, 20 g cibule, 80 g mražené močovské zeleniny (anebo čerstvé – mrkev, hrášek, květák, fazolky, kapusta), 30 g čerstvých nebo sterilizovaných žampionů, voda, sůl, drcený kmín, pepř, 10 g Gustinu + voda, 10 g oleje na vymazání formy

Těstoviny vložíme do vařící osolené vody, promícháme a vaříme podle návodu. Pak scedíme a promastíme olejem.

Na tuku opečeme slaninu na kostičky, přidáme na jemno nakrájenou cibuli a osmahneme do zlatova. Dále přidáme zeleninu, očištěné nakrájené žampiony, sůl, pepř, kmín, podlijeme vodou a podusíme do měkka. Zahustíme Gustinem rozmíchaným v malém množství vody a 2-3 minuty povaříme.

K uvařeným těstovinám přidáme zeleninu a promícháme. Směs rozetřeme do tukem vymazané formy a pečeme ve středně vyhřáté troubě 20-30 minut.

Čokoládová rýže s nízkobílkovinným nápojem lp drink a pudinkovým práškem čokoládovým. Jedna porce 300 g obsahuje 151 mg fenylalaninu a 4,4 g bílkovin.

1 porce: 30 g rýže (v syrovém stavu), voda, sůl

Na pudink: 200 ml nízkobílkovinného nápoje lp-drink /2odměrky-20 g prášku+200 ml vody) nebo šlehačka Hole /100 ml šlehačky+100 ml vody), 10 g krystalového cukru, 5 g vanilkového cukru, 10 g čokoládového pudinkového prášku, 5 g másla.

Spařenou a propláchnutou rýži podlijeme vodou, přidáme špetku soli a dusíme do měkka, pak necháme vychladnout.

Příprava čokoládového pudinku. Lp-drink rozmícháme ve vodě, přidáme cukr, vanilkový cukr, čokoládový pudinkový prášek a zamícháme. Za stálého míchání vaříme do zhoustnutí a krátce povaříme. Zjemníme máslem.

Nakonec dušenou rýži smícháme s uvařeným čokoládovým pudinkem a podáváme buď teplé, nebo vychladnuté.

Ukázkové jídelníčky při omezení příjmu bílkovin

Dieta s nízkým obsahem bílkovin se podává pacientům s chorobami ledvin, kdy je třeba částečně omezit příjem bílkovin (např. při akutní renální insuficienci, při chronické renální insuficienci v počátečním stádiu projevujícím se zvýšenou hladinou kreatininu či močoviny v krevní plazmě).

Hlavní zásadou této diety je omezení bílkovin asi na 0,6 – 0,8 g/kg/den. Při výběru potravin se upřednostňují potraviny živočišného původu (alespoň 50%), neboť je nutné dodat bílkoviny s vysokou biologickou hodnotou. Další zdroje bílkovin - zejména rostlinné, se co nejvíce omezují a nahrazují speciálními nízkobílkovinnými výrobky. Lékař určí podle stupně snížení ledvinových funkcí individuální množství bílkovin/kg/den. Aby organismus účinně využil omezené množství bílkovin, je potřeba zajistit dostatečnou energetickou hodnotu stravy, čímž se brzdí katabolismus bílkovin. Často bývá snížení funkcí ledvin provázeno poruchami metabolismu minerálních látek Na, K, P a Ca, proto při této dietě by měl být pečlivě sledován jejich příjem. Lékař proto určuje množství těchto minerálních látek na den, případně jejich omezení či suplementaci. Z důvodu časté zvýšené hladiny sodíku se omezuje jeho příjem, proto se tato dieta většinou připravuje v neslané podobě (při hypertenzi, otocích) anebo je příjem sodíku volný a pacient může pokrmy dosolovat. Nepoužívají se potraviny, které jsou hodně solené - uzeniny a konzervované výrobky, slané pochutiny typu chipsy, slané tyčinky, olivy, tvrdé a uzené sýry, slanečky, atd.). Bohatá na sůl bývají též jídla rychlého občerstvení. Opatrně i při konzumaci minerálních vod, je potřeba si vybrat ty, které obsahují nízký obsah sodíku. Lepší je ale pít obyčejnou vodu, příp. ovocný čaj.

U pacientů se selháním ledvin je často omezena schopnost vylučovat draslík, proto musí být často omezen i jeho příjem v potravě. V případě potřeby omezení draslíku musíme používat postupy snižující jeho množství ve stravě (např. vylouhování draslíku ze zeleniny do vody). U všech pacientů se respektují též ostatní metabolické poruchy (např. diabetes, zvýšená hladina lipidů) a proto je nutné dietu individualizovat. Při potřebě omezení příjmu fosforu se omezují mléko a mléčné výrobky, luštěniny, sója, ořechy, kakao a celozrnné obilniny. Často je vysoký obsah fosforu přítomen v potravinách, které taky obsahují draslík, proto jako pomůcka by mělo stačit vyvarovat se těchto potravin.

Příprava pokrmů je bez výrazných omezení. Pokrmy vaříme, dusíme, opékáme, zapékáme, pečeme a můžeme i smažit. Případnou neslanou chuť zastíráme chuťově výraznými potravinami: česnekem, houbami, zelenými natěmi, bylinkami a dalšími.

Výběr vhodných potravin se řídí především obsahem biologicky hodnotných bílkovin, NaCl a případně K a P. Minimálně polovina doporučené denní dávky bílkovin musí být každý den živočišného původu, tedy hrazena masem, vejci či mléčnými výrobky. Každý den by měly být zařazeny brambory.

Maso - upřednostňujeme libovější druhy mas, výběr jednotlivých druhů mas není omezen.

Mléko a mléčné výrobky - mléko jako nápoj se obvykle nezařazuje, ale může být použit na přípravu pokrmů. Vhodné jsou např. tvaroh, žervé, lučina, jogurty. Sledujeme obsah NaCl. Pokud je nutné omezit v dietě příjem fosfátů, omezujeme zařazování mléka i mléčných výrobků.

Vejce zařazujeme ve všech úpravách téměř denně.

Tuky jsou povoleny všechny druhy, avšak v rámci doporučení týkajících se zdravé výživy upřednostňujeme tuky rostlinné - oleje, rostlinná másla, lze však použít i máslo, sádlo, pokrmové tuky, šlehačku a smetanu.

Obiloviny jsou zdrojem rostlinných bílkovin, a proto je výrazně omezujeme. Mouku nahrazujeme Solamylem, Maizenou nebo speciálními nízkobílkovinnými moukami.

Příkrmy - brambory, bramborová kaše, bramborový knedlík, rýže, nízkobílkovinné a rýžové těstoviny.

Pečivo - speciální nízkobílkovinné pečivo, neslané.

Zelenina - zařazujeme všechny druhy ve všech úpravách bez omezení. V případě omezení draslíku ve stravě vybíráme druhy s jeho nižším obsahem. Zeleninu lze použít po předchozím rozkrájení na malé části, vylouhování a povaření ve velkém množství vody (vývar slít a nepoužívat).

Ovoce zařazujeme všechny druhy ve všech úpravách. V případě omezení draslíku vybíráme druhy s jeho nižším obsahem.

Zakázané potraviny jsou všechny potraviny, při jejichž výrobě byla použita sůl (v případě omezení množství sodíku ve stravě).

1. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Nízkobílkovinný chléb 80 g, rostlinný tuk 10 g, ředkvičky 150 g

Svačina: mandarinky 150 g

Oběd: Drůbeží (80 g) zapečený plátek s rajčaty (150 g), brambory vařené 250 g

Svačina: hroznové víno 200 g, piškoty 5 ks

Večeře: Bramborové placky (120 g)

2. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Nízkobílkovinné pečivo 80 g, máslo 10 g, jahodová marmeláda 30 g, jablko 150 g

Svačina: pomeranč 100 g

Oběd: Zeleninová polévka 150 g. Pečený losos (120 g) s bramborovou kaší 250 g

Svačina: salát z hlávkového zelí a mrkve 200 g

Večeře: Nízkobílkovinné těstoviny s cuketou (60 g) a rajským protlakem s loupanými rajčaty (180 g)

3. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Rýžové chlebičky 60 g, máslo 10 g, med 30 g, jahody 100 g

Svačina: hruška 150 g

Oběd: Bramborová polévka 150 g. Rizoto z králičího masa (80 g) a vařené rýže (120 g) s hráškem (10 g), mrkví (80 g) a kukuřicí (60 g)

Svačina: strouhaná mrkev s celerem, ochucena bylinkami a citrónem 150 g, nízkobílkovinné pečivo 40 g

Večeře: Vaječná sedlina z 2 vajec, nízkobílkovinný chléb 80 g, ledový salát 150 g

4. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Černý čaj. Nízkobílkovinné pečivo 80 g, máslo 10 g, lučina 25 g, červená paprika 150 g

Svačina: broskev 150 g

Oběd: Pečené kuře (80 g) s brokolicí (100 g), bramborová kaše 250 g Zelenina: šopský salát 100 g

Svačina: rajčatovo-cibulkový salát 150 g, nízkobílkovinný chléb 40 g

Večeře: Grilovaná zelenina – lilek, rajské, paprika, cibule (150 g), nízkobílkovinné pečivo 80 g

5. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Nízkobílkovinná vecka 80 g, rostlinný tuk 10 g, třešňový džem 30 g, hroznové víno 100 g

Svačina: jablko 100 g, kiwi 50 g

Oběd: Polévka brokolicová 150 g. Hovězí maso (80 g) s rajskou omáčkou (100 g), nízkobílkovinné těstoviny 120 g

Svačina: žlutý meloun 100 g, hruška 100 g, piškoty 5 ks

Večeře: Zapečené brambory (250 g) s květákem (80 g) a cherry rajčaty (60 g) zapečené s 1 vajíčkem, ledový salát 100 g

6. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Nízkobílkovinné pečivo 80 g, máslo 10 g, rajčata 100g, žlutá paprika 50 g

Svačina: pomeranč 150 g

Oběd: Polévka dýňová 150 g. Lívance z nízkobílkovinné mouky 200 g se šlehaným tvarohem (50 g) a borůvkami 150 g

Svačina: paprikovo-cibulkový salát 150 g, nízkobílkovinné pečivo 40 g

Večeře: Zapečený lilek (100 g) s mletým masem (50 g), vařené brambory 250g, rajčatový salát 100 g

7. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Černý čaj. Rýžové chlebičky 60 g, rostlinný tuk 10 g, ledový salát 100 g

Svačina: hruška 150 g

Oběd: Polévka zeleninová 150 g. Bramborové gnocchi (120 g) z nízkobílkovinné mouky s krůtím masem (80 g) a listovým špenátem (100 g)

Svačina: okurkový salát 200g

Večeře: Pažitková pomazánka s žervé (50 g), nízkobílkovinný chléb (80 g), rajčata 100 g + cibule 50 g

8. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Ovocný koláč z nízkobílkovinné mouky 120 g, broskev 80 g

Svačina: jablko 150 g

Oběd: Polévka mrkvová 150 g. Vepřové maso (80 g) na čínský způsob (čínská zelenina 150 g), rýže 60 g.

Svačina: šopský salát 150 g, nízkobílkovinné pečivo 40 g

Večeře: Zapečené brambory (250 g) s rajčaty, paprikou a brokolicí (150 g) sypané sýrem (20 g).

9. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Černý čaj. Nízkobílkovinný chléb 80 g, rostlinný tuk 10 g, med 30 g, hroznové víno 100 g

Svačina: mandarinky 100 g, kiwi 50 g

Oběd: Polévka bezmasý boršč (s bramborem) 150 g. Kuře na paprice (kuřecí stehno vykostěné 80 g), omáčka (bez mouky, zahuštěna např. solamylem) 70 g, rýže 120 g

Svačina: salát: rajčata + okurka + jarní cibulka 200 g, nízkobílkovinné pečivo 40 g

Večeře: Dušená zelenina (150 g, zelené fazolky, mrkev) s vařenými brambory (250 g), posypané sýrem (50 g)

10. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Nízkobílkovinné pečivo 80 g, rostlinný tuk 10 g, třešňová marmeláda 30 g, jablko 100 g

Svačina: červený melón 150 g

Oběd: Rajčatová polévka s bazalkou 150 g. Vepřové maso (80 g) na zelenině (dušená mrkev, celer, hrášek 150 g), vařené brambory 250 g.

Svačina: strouhané jablko s mrkví 150 g, piškoty 5 ks.

Večeře: Vaječná omeleta z 2 vajec s pórkem (10 g) a špenátovou náplní (130 g), pečivo nízkobílkovinné 80 g

Receptury pro nízkobílkovinný jídelníček

Kuře na paprice (kuřecí stehno vykostěné 80 g), omáčka (bez mouky, zahuštěna např. solamylem) 70 g, rýže 120 g

Kuřecí stehno vykostěné 80 g, 1 dcl smetany (12%), 1 cibule, lžička oleje, solamyl, mletá sladká paprika, sůl

Na oleji osmažíme jemně pokrájenou cibuli do zlatova, pak vmícháme mletou papriku. Po zpění zalijeme trochou vody, přidáme osolené maso a dusíme do měkka. Přitom maso pravidelně obracíme. Měkké kuře vyjmeme, šťávu zahustíme solamylem a povaříme. Zalijeme smetanou a převaříme. Rýži probereme a uvaříme podle návodu.

Vepřové maso (80 g) na čínský způsob (čínská zelenina 150 g), rýže 60 g.

Vepřové maso 80 g, lžička oleje, směs koření (např. čína), směs čínské zeleniny, sůl, pepř, rýže 60 g

Vepřové maso (např. vepřovou plec) nakrájíme, osolíme, opeříme, okořeníme a opečeme v pánvi na oleji. Poté přidáme směs čínské zeleniny. Podáváme s vařenou rýží, kterou jsme před vařením propláchlí.

Dušená zelenina (150 g, zelené fazolky, mrkev) s vařenými brambory (250 g), posypané sýrem (50 g)

150 g zelených fazolek s mrkví, brambory 250 g, 1 cibule, lžička oleje, petrželová nať, sůl, sýr na posypání 50 g

Oloupané a nakrájené brambory uvaříme do měkka. Na oleji necháme zesklivatět cibulku, přidáme zeleninu, jemně osolíme a dusíme doměkka, nakonec přidáme petrželkou nať. Hotovou zeleninu posypeme sýrem.

Bramborové gnocchi (120 g) z nízkobílkovinné mouky s krůtím masem (80 g) a listovým špenátem (100 g)

příprava gnocchů – pro 2 osoby – 330 g brambor, 100 g nízkobílkovinné mouky, 1 vejce

Brambory uvaříme v očištěné slupce v osolené vodě asi 10-15 min., aby nebyly ani syrové, ani převařené. Pak je oloupeme a nastrouháme (nebo prolisujeme přes sítko). Následně smícháme těsto: V hromádce prolisovaných brambor uděláme důlek, kam vlijeme vejce. Přidáme nízkobílkovinnou mouku a zpracujeme těsto, které nelepí. Z těsta vyválíme váleček tloušťky palce, který rozkrájíme na kousky velké jako palec - nočky. Nočky házíme do vařící osolené vody. (Předtím můžeme nočky tvarovat – např. udělat prohlubeň). Vaříme je 2 min.

Omáčka: 100 g špenátu, ½ kelímku smetany na vaření (12%)

Maso: 1 krůtí prsní řízek, podle chuti sůl a pepř, sýr na posypání

Špenát dáme do hrnce, necháme ho roztát na trošce másla a pak osolíme, zalijeme smetanou, chvilku povaříme a vypneme. Krůtí maso nakrájíme na nudličky a dáme na pánev, osolíme, okořeníme a necháme restovat.

Nakonec všechny části jídla krátce smícháme na pánvi (použijeme 120 g gnocchů) a podáváme posypané hoblinkami sýra.

Nízkobílkovinné těstoviny s cuketou (60 g) a rajským protlakem s loupánými rajčaty (180 g)

Nízkobílkovinné těstoviny 120 g, cuketa 60 g, rajský protlak 70 g, loupaná rajčata 110 g, lžička oleje, 1 stroužek česneku

Nízkobílkovinné těstoviny uvaříme podle návodu. Na oleji osmahneme česnek, přidáme cuketu, loupaná rajčata a rajský protlak a povaříme, až cuketa trochu změkne (do křupava). Na pánvi smícháme zeleninu s těstovinami a prohřejeme.

Ukázkové jídelníčky při alergii na vejce

Při alergii na vejce je potřeba se vyvarovat pečivu, při jehož přípravě se používá vejce (využívat receptury bez vejce), ale i například piškotům, sušenkám, aj.

1. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Celozrnný rohlík 80 g, rostlinný tuk 10 g, drůbeží šunka 50 g, okurka 150 g

Svačina: mandarinka 100 g, bílý jogurt 150 g

Oběd: Zeleninová polévka. Krutí zapečený plátek (80 g) s rajčaty 150 g, brambory vařené 250 g

Svačina: hroznové víno 100 g, tvarohový dezert 150 g

Večeře: Čočka nakyselo (120 g), dalať 80 g, kyselá okurka 50 g

2. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Pohankové vločky 50 g, ovocný jogurt 150 g, ořechy 10 g, jahody 100 g

Svačina: jablko 150 g, rýžový chlebiček 20 g

Oběd: Pečený losos (120 g) s bramborovou kaší (250 g), dušené fazolky 100 g

Svačina: salát z hlávkového zelí a mrkve 200 g, řecký jogurt 150 g

Večeře: Rizoto z králičího masa (80 g) s hráškem, mrkví a kukuřicí (150 g) (rýže 120 g)

3. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Černý čaj. Grahamový rohlík 80 g, luštěninová pomazánka 50g, ředkvičky 100g

Svačina: kukuřičné chlebičky 20 g, sýr cottage 50 g, rajčata 100 g

Oběd: Hovězí guláš (100 g masa), bezvaječné těstoviny 60g, paprika 100 g, cibule 50 g

Svačina: jablko 150g, tvarohový ovocný dezert 150g

Večeře: Kuřecí prsa (80 g) na rozmarýnu, bulgur 60 g, ledový salát 150 g

4. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Černý čaj. Žitný chléb 80 g, rostlinný tuk 10 g, tvrdý sýr 50 g, žlutá paprika 100 g

Svačina: jablko 100 g, acidofilní mléko 150 g

Oběd: Vločková polévka. Vepřové nudličky (80 g) s čínskou zeleninou (150 g), rýže 80 g

Svačina: dalať (80 g), budapeštská pomazánka 50 g, okurka 100 g

Večeře: Bezvaječné těstoviny (120 g) s tuňákem (50 g), rajčaty (100 g), paprikou (50 g), sýr na posypání

5. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Ovesné vločky 50 g, ořechy 10 g, hroznové víno 100 g, bílý jogurt 150 g

Svačina: Houska 80 g, tvarohová pažitková pomazánka 50 g, okurka 100 g

Oběd: Polévka brokolicevá 150 g. Plátek vařeného hovězího masa (100 g), bezvaječné těstoviny (60 g), rajská omáčka (80 g)

Svačina: banán 100 g, ochucený kefír 150 g

Večeře: Jemná česneková pomazánka z tvarohu (50 g), celozrnný chléb 80 g, šopský salát 150 g

6. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Bílá káva. Celozrnný dalašánek 80 g, máslo 10 g, jahodová marmeláda 30 g, hruška 100 g

Svačina: jablko 100 g, ovocný jogurt 150g

Oběd: Polévka rajčatová 150 g. Pečené kuřecí maso (100 g) s brokolicí (150 g), bramborová kaše 250 g

Svačina: Houska 40 g, rostlinný tuk 7 g, šunka 50 g, paprika 100 g

Večeře: Zapečený lilek (80 g) s rajčaty (60 g), paprikou (40 g) a mozzarellou (50 g), posypaný sýrem (bez vejce), celozrnná bageta 80 g

7. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Rýžové chlebičky 50 g, pomazánka z tvarohu, rajčat a cibule (50g), paprika 100 g

Svačina: broskev 100g, ovocný tvaroh 150 g

Oběd: Polévka mrkvová 150 g. Bezvaječné těstoviny (120 g) s drůbežím masem (80 g) a listovým špenátem (100 g).

Svačina: Houska (80 g), rostlinný tuk 10 g, šunka 50 g, okurkový salát 200g

Večeře: Veka (80 g), pomazánka z tuňáka (20g) rozmíchaného v žervé (30g), cibule 50g, rajčata 100 g

8. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Dalašánek (80 g), máslo (10 g), med (30 g), broskev 80 g

Svačina: Celozrnná bageta 40 g, sýrová pomazánka 50 g, okurka 100 g

Oběd: Polévka zeleninová s kapáním 150 g. Králík (120 g) na rozmarýnu, rýže (80 g), hlávkový salát (100 g)

Svačina: jahody 100 g, kefír 150 g

Večeře: Bezvaječné těstoviny (120 g) s omáčkou z mletého masa (80 g), mrkve (80 g), řapíkatého celeru (40 g) a loupáných rajčat (60 g)

9. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Bílá káva. Žitný chléb 80 g, rostlinný tuk 10 g, šunka 50 g, ledový salát 100 g

Svačina: mandarinka 150 g, bílý jogurt 150 g

Oběd: Polévka bezmasý boršč 150 g. Kuřecí stehno vykostěné (80 g) na paprice, rýže (80 g), papriková omáčka (100 g)

Svačina: Chléb 40 g, rostlinný tuk 10 g, tofu 50 g, okurka 200 g

Večeře: grilovaná zelenina (150 g)- cuketa, lilek, paprika, s kozím sýrem (50 g) a bagetou (80 g)

10. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Černý čaj. Celozrnný rohlík (80 g), tvarohová pažitková pomazánka 50 g, rajče 100 g

Svačina: špaldové vločky 50 g, ořechy 10 g, rozinky 10 g, brusinky 10 g, lněné semínko 5 g, meruňky 100 g, bílý jogurt

Oběd: Polévka květáková. Vepřový plátek přírodní (100 g), pečené brambory ve slupce (250 g), hlávkový salát 100 g

Svačina: pomeranč 100 g, tvarohový dezert vanilkový 150 g

Večeře: zeleninový salát 200 g, rostlinný olej 10g, balkánský sýr 50 g, bageta celozrnná 80 g

11. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Špaldové chlebičky 60 g, lučina 50 g, šopský salát 100 g

Svačina: Chléb 40 g, luštěninová pomazánka 50 g, ledový salát 100 g

Oběd: Srnčí guláš (100 g masa), bezvaječné těstoviny (60 g), paprika 100 g

Svačina: žlutý meloun 100 g, acidofilní mléko 150 g

Večeře: Salát s quinoa (120 g), tuňákem (50 g), rajčaty (80 g), paprikou (40 g) a vařenou červenou řepou (50 g), rostlinný olej 10 g

12. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Dalamánek celozrnný 80 g, rostlinný tuk 10 g, meruňková marmeláda 30 g, jablko 150 g

Svačina: salát z červeného melounu a hroznového vína 200 g

Oběd: Polévka hrstková 150 g. Pečený pstruh (120 g) na bylinkách, vařené brambory 250 g

Svačina: švestky 100 g, tvarohový dezert ovocný 150 g

Večeře: Salát z čočky (120 g) a kořenové zeleniny (150 g), rostlinný olej 10 g

13. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Černý čaj. Ovesné vločky 50 g, ořechy 10 g, hroznové víno 100 g, bílý jogurt 150 g

Svačina: švestky 100 g, kefírové mléko 150 g

Oběd: Polévka hráškový krém. Kuřecí závitky plněný směsí pórku a lučiny (100 g), pečené brambory 250 g, rajčatovo-cibulkový salát 150 g

Svačina: strouhaná jablka s mrkví, ochucená pomerančem (200 g)

Večeře: Bezvejcečné těstoviny (120 g) s dušenou cuketou (80 g) a loupanými rajčaty (80 g), posypané sýrem

14. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Houska 80 g, máslo 10 g, žervé 50 g, paprika 100 g

Svačina: jablečno-hruškové pyré, dalamánek 40 g

Oběd: Polévka dýňová. Hovězí plátek (100 g) na hrášku (80 g), rýže (80 g)

Svačina: mandarinka 100 g, acidofilní mléko 150 g

Večeře: Zapečené brambory (250 g) s květákem (80 g) a cherry rajčátky (70 g), se smetanou a strouhaným sýrem (bez vejce)

15. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Bílá káva. Žitný chléb 80 g, rostlinný tuk 10 g, sýr cottage 50 g, ředkvičky 150 g

Svačina: Pohankové vločky 50 g, ořechy 10 g, lesní ovoce 100 g, bílý jogurt 150 g

Oběd: Polévka hovězí. Pečený candát (120 g), vařené brambory 250 g, gratinovaná rajčata 100 g

Svačina: banán 100 g, ovocný tvarohový dezert 150 g

Večeře: Salát z kuřecího masa (80 g), jablek (70 g), celeru (50 g), mrkve (30 g) s jogurtovou zálivkou (100 g)

Receptury bez vajec

Rizoto z králičího masa (80 g), rýže (120 g) a zeleniny (150 g)

Rýže 120 g, králičí maso 80 g, cibule 1 ks, 2 šálky vody, lžice oleje, lžice másla, lžice hladké mouky, šafrán, 150 g zeleninové směsi, sůl, sýr na posypání

Na oleji osmahneme nadrobno nakrájenou cibuli, přidáme na kostky nakrájené králičí maso, osolíme, krátce opečeme a následně dusíme doměkka. Na másle zpěníme na jemno nakrájenou cibuli, přidáme teplou vodou propláchnutou zeleninu a krátce ji dusíme. Rýži propláchneme a přidáme k zelenině, dále přidáme maso, zalijeme vodou, osolíme a dusíme pod pokličkou 15 minut na velmi mírném ohni. Poté necháme dojít. Šafrán rozmícháme na lžici horké vody a vmícháme do horké rýže, dochutíme máslem a případně přisolíme. Podáváme posypané strouhaným sýrem.

Srnčí guláš (100 g masa), bezvaječné těstoviny (60 g), paprika 100 g

Srnčí maso 100 g, 2 cibule, 10 g másla, 1 lžice hladké mouky, 2 lžice rajčatového protlaku, sladká paprika podle chuti, sůl, olej, bezvaječné těstoviny 60 g, paprika červená čerstvá 100 g

Na oleji pomalu osmahneme cibulku, pak ji lehce zaprášíme paprikou. Přidáme kousky masa, osolíme a dusíme doměkka. Z másla a mouky uděláme světlou jíšku, zalijeme ji vodou (případně pokud máme, tak vývarem), povaříme a vmícháme rajčatový protlak. Nakonec vše přidáme k masu.

Těstoviny uvaříme podle návodu. Hotový guláš ozdobíme na kroužky nakrájenou cibulkou a paprikou.

Pečený losos (120 g) s bramborovou kaší (250 g), dušené fazolky 100 g

Losos 120 g, brambory 250 g, 0,5 dcl mléka, lžice másla, lžice oleje, zelené fazolky 100 g, menší cibule, provensálské bylinky, sůl

Lososa jemně osolíme a ochutíme bylinkami (i uvnitř), vložíme na pekáč a pečeme v troubě na 180 °C do měkka.

Očištěné brambory vaříme v osolené vodě do měkka, scedíme a roztlačíme. Přidáme mléko a máslo a smícháme na kaši.

Na oleji necháme zesklivatět nakrájenou cibuli, přidáme fazolky a dusíme do měkka.

Bezvaječné těstoviny (120 g) s krůtím masem (80 g) a listovým špenátem (100 g).

Bezvaječné těstoviny 120 g, cibule 1 ks, 2 stroužky česneku, krůtí prsní řízek (80 g), listový špenát 100 g, smetana na vaření, sůl

Dáme vařit těstoviny podle návodu.

Mezitím si připravíme na pánvi krůtí maso: necháme zesklovatět cibulku a k ní přidáme na kostky nakrájené maso, necháme trošku opéct a pak dusíme do měkka.

Špenát připravíme na česneku, který jemně osmažíme a na něm pak dusíme špenát do měkka.

Na pánvi všechno spolu smícháme, přidáme trochu smetany na sjednocení, prohřejeme a podáváme.

Salát z kuřecího masa (80 g), jablek (70 g), celeru (50 g), mrkve (30 g) s jogurtovou zálivkou (100 g)

kuřecí maso 80 g, lžička oleje, jablko 70 g, celer 50 g, mrkva 30 g, jogurt 150 g, stroužek česneku, olivový olej, citronová šťáva, sůl, bylinky

Na pánvi mírně opečeme na oleji kuřecí maso, pak podlijeme malým množstvím vody, přidáme sůl, bylinky (pažitka, petržel) a dusíme do měkka.

Mezitím si nakrájíme na kostky nebo tenké měsíčky jablka a na malé hranolky celer s mrkví.

Zálivku připravíme jogurtovou: do 150 g jogurtu protlačíme 1 stroužek česneku, přidáme čerstvou petrželovou nať a kopr, trošku olivového oleje a citronové šťávy.

Všechno spolu smícháme; množství jogurtu přidáme podle toho, jakou konzistenci máme rádi.

Ukázkové jídelníčky pro osoby s alergií na ryby a korýše

1. Ukázkový jídelníček

Snídaně: černý čaj, celozrnná houska 80 g + máslo 10 g, drůbeží šunka 50 g, okurky 100 g

Svačina: pomeranč 150 g, polotučný bílý jogurt 150 g

Oběd: Polévka květáková. Drůbeží (90 g) zapečený plátek s paprikou (50 g), brambory vařené 250 g, rajčatový salát 100 g + rostlinný olej 10 g + čerstvá bazalka

Svačina: hroznové víno 150 g, tvarohový dezert 150 g

Večeře: čočka nakyselo 180 g, vejce 2 ks, dalažník 80 g, kyselá okurka 50 g

2. Ukázkový jídelníček

Snídaně: ovocný čaj, pohankové vločky 50 g + mléko 150 ml, pomeranč 150 g

Svačina: banán 150 g, ochucené acidofilní mléko 150 g

Oběd: Polévka vločková 150 g. Vepřové nudličky (80 g) s čínskou zeleninou (150g), rýže 80g

Svačina: houska 60 g, sýr cottage 50 g, ředkvičky 150 g

Večeře: Rizoto z králíčího masa (80 g) a vařené rýže (120 g) s hráškem, mrkví a kukuřicí (150 g)

3. Ukázkový jídelníček

Snídaně: ovocný čaj, kukuřičné chlebičky 60 g, lučina 50 g, žlutá paprika 100 g

Svačina: žitný chléb 80 g, fazolová pomazánka 100 g, rajčata 100 g

Oběd: Hovězí guláš (hovězí maso 100 g), ječné těstoviny vařené 120g, cibule 50 g

Svačina: jablko 200g, smetanovo-tvarohový ovocný dezert 150g

Večeře: Karbanátek z mletého krůtího masa (100 g), celozrnný kus-kus 120 g, ledový salát 150 g

4. Ukázkový jídelníček

Snídaně: černý čaj, vícezrnná houska 80 g, máslo 10 g, drůbeží šunka 150 g, ředkev 100 g, zelená paprika 100 g

Svačina: broskev 100 g tvarohový krém vanilkový 150 g

Oběd: Pečené kuře (prsň rížek) s brokolicí (100 g), bramborová kaše 250 g, šopský salát 100 g

Svačina: dalamánek 80 g, budapeštská pomazánka 50 g, rajčata 200 g

Večeře: Těstoviny (120 g) s cuketou, dušenými rajčaty a paprikou (150 g), čerstvá zelená cibulka 20 g, sýr na posypání

5. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Bílá káva. Ovesné vločky 50 g, jahody 50 g, meruňky 50 g, bílý jogurt 150 g

Svačina: grahamový rohlík 80 g, tvarohová pažitková pomazánka 50 g, okurka 150 g

Oběd: Polévka brokolicová 150 g. Plátek vařeného hovězího masa (80 g) s rajskou omáčkou 100 g, špaldové těstoviny.

Svačina: banán 100 g, kefír 150 g

Večeře: Hemenex ze šunky (70 g) a 2 vajec, veka 80 g, míchaný zeleninový salát 200 g

6. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Černý čaj. Žitný chléb 80 g, máslo 10 g, tvrdý sýr 50 g, rajčata 150g.

Svačina: hruška 150 g, acidofilní mléko 150g

Oběd: Polévka dýňová 150 g. Lívance (120 g) se šlehaným tvarohem s borůvkami 150 g. Broskev 100 g.

Svačina: Slunečnicový chléb 80 g, rostlinný tuk 7 g, žervé pažitkové 50 g, paprika červená 100 g

Večeře: Zapečený lilek s mletým masem (maso 100 g), celozrnný dalamánek 80g, rajčatový salát 100 g.

7. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Rýžové chlebičky 60 g, pomazánka z tvarohu, rajčat a cibule 60 g), zelená paprika 100 g.

Svačina: broskev 100g, ovocný tvaroh 150 g

Oběd: Polévka zeleninová 150 g. Bramborové gnocchi (120 g) s drůbežím masem (80 g) a listovým špenátem (100 g).

Svačina: Žitný chléb 80 g, máslo 10 g, šunka 50 g, okurkový salát 200g

Večeře: Kus-kus (120 g) s mozzarellou (50 g) a grilovanou zeleninou (150 g, cuketa, paprika)

8. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Černý čaj. Houska 80 g, rostlinný tuk 7 g, 1 vejce na tvrdo krájené, ledový salát 100 g

Svačina: žlutý meloun 100 g, bílý jogurt 150 g, ovesné vločky 20 g

Oběd: Hráškový krém 150 g. Kuře (vykostěné stehno 100 g) na paprice, omáčka 50 g, rýže vařená 80 g.

Svačina: Celozrnný dalaťník 80 g, rostlinný tuk 7 g, šunka 50 g, rajčata + okurka 200 g

Večeře: Vaječná omeleta ze 3 vajec se špenátovou náplní (150 g), veka 80 g

9. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Žitný chléb 80 g, rostlinný tuk 7 g, sýr cottage 50 g, mrkvový salát s ananasem 150 g

Svačina: kiwi 50g, meruňky 100 g, ochucené acidofilní mléko 150 g

Oběd: Vepřové kotlety (80 g) na houbách (houbová omáčka 120 g), ječné těstoviny 120 g. Jablko 150 g.

Svačina: Houska 80 g, hummus 50 g, rajčata + okurka 200g

Večeře: Jáhlová kaše (jáhly 120 g) se skořicí, rozinky (50 g), brusinky (50 g), broskev 100 g

10. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Žitný chléb 80 g, máslo 10 g, jahodová marmeláda 15 g, meruňky 150 g.

Svačina: švestky 100g, ovocný tvaroh 150 g

Oběd: Polévka rajčatová 150 g. Hovězí maso na česneku (100 g), rýže (80 g), dušený hrášek (100 g).

Svačina: Dalaťník celozrnný 80 g, máslo 10 g, tvrdý sýr 50 g, okurky 200g

Večeře: Těstoviny (120 g) aglio, olio, pepperoncino. Salát polníček s rukolou (100 g).

Receptury pro jídelníček bez ryb a korýšů

1. Rizoto z králičího masa (80 g) a rýže (120 g) s hráškem, mrkví a kukuřicí (150 g)

Rýže 120 g, králičí maso 80 g, cibule 1 ks, 2 šálky vody, lžíce oleje, lžíce másla, lžíce hladké mouky, šafrán, 150 g zeleninové směsi, sůl, sýr na posypání

Na oleji osmahneme nadrobno nakrájenou cibuli, přidáme na kostky nakrájené králičí maso, osolíme, krátce opečeme a následně dusíme doměkka. Na másle zpěníme nejmenší nakrájenou cibuli, přidáme teplou vodou propláchnutou zeleninu a krátce ji dusíme. Rýži propláchneme a přidáme k zelenině, dále přidáme maso, zalijeme vodou, osolíme a dusíme pod pokličkou 15 minut na velmi mírném ohni. Poté necháme dojít. Šafrán rozmícháme na lžici horké vody a vmícháme do horké rýže, dochutíme máslem a případně přisolíme. Podáváme posypané strouhaným sýrem.

2. Vepřové nudličky (100 g) s čínskou zeleninou (150g), rýže 80g.

Vepřová kýta 100 g, 1 lžíce worcesterové omáčky, 150 g čínské zeleniny, 1 lžíce koření na čínu, 1 stroužek česneku, ½ lžičky solamylu, 0,5 dcl vody, 1 lžíce oleje

Vepřovou kýtu odblaníme a nakrájíme na nudličky. Na hlubší pánvi orestujeme na oleji maso, přidáme na drobno nakrájený česnek, koření na čínu a zakapeme worcesterovou omáčkou. Promícháme a necháme prohřát pod pokličkou. Solamyl rozmícháme s vodou a přilijeme k masu. Až maso změkne, přidáme mraženou čínskou zeleninu, promícháme a povaříme.

Rýži propláchneme a uvaříme podle návodu.

3. Lívance (120 g) se šlehaným tvarohem s borůvkami 150 g.

Kvůli jednoduššímu dávkování surovin uvádíme recept pro 2 osoby: 150 g hladké mouky, 2 lžíce cukru, 1 ks vejce, špetka soli, 1 balíček kypřicího prášku do pečiva, 3 lžíce oleje, 200 ml mléka, tuk na smažení

Hladkou mouku, kypřicí prášek, cukr a špetku soli smícháme dohromady. Přidáme vejce, olej a pomalu přiléváme mléko a šleháme metličkou. Těsto by nemělo být moc řídké. Lívance smažíme na tuku dozlatova.

Podáváme je se šlehaným tvarohem (100 g) s borůvkami (50 g).

4. Bramborové gnocchi (120 g) s drůbežím masem (80 g) a listovým špenátem (100 g).

100 g špenátu, ½ kelímku smetany na vaření (12%), 120 g bramborových gnocchů, 1 kuřecí prsíček, podle chuti sůl a pepř, sýr na posypání

Špenát dáme do hrnce, necháme ho roztát na trošce másla a pak osolíme, zalijeme smetanou, chvíli povaříme a vypneme. Kuřecí maso nakrájíme na nudličky a dáme na pánev, osolíme, okořeníme a necháme restovat. Gnocchi uvaříme v osolené vroucí vodě a hned po vyplavání vyndáme na talíř. Nakonec všechny části jídla krátce smícháme na pánvi a podáváme posypané hoblinkami sýra.

5. Hovězí guláš (hovězí maso 100 g), ječné těstoviny vařené 120g, cibule 50 g

Hovězí maso 100 g, 2 cibule, 10 g másla, 1 lžice hladké mouky, 2 lžice rajčatového protlaku, sladká paprika podle chuti, sůl, olej. Ječné těstoviny 120 g.

Na oleji pomalu osmahneme cibulku, pak ji lehce zaprášíme paprikou. Přidáme kousky masa, osolíme a dusíme doměkka. Z másla a mouky uděláme světlou jíšku, zalijeme ji vodou (případně pokud máme, tak vývarem), povaříme a vmícháme rajčatový protlak. Nakonec vše přidáme k masu. Těstoviny uvaříme podle návodu. Hotový guláš ozdobíme na kroužky nakrájenou cibulkou.

Ukázkové jídelníčky pro osoby s alergií na sóju a ořechy

1. Ukázkový jídelníček

Snídaně: černý čaj, rohlík grahamový 80 g + máslo 10 g, drůbeží šunka 50 g, ředkvičky 100 g

Svačina: mandarinka 150 g, polotučný bílý jogurt 150 g

Oběd: Drůbeží (90 g) zapečený plátek s paprikou (50 g), brambory vařené 250 g, rajčatový salát 100 g + rostlinný olej 10 g + čerstvá bazalka

Svačina: hroznové víno 150 g, tvarohový dezert 150 g

Večeře: čočka nakyselo 180 g, vejce 2 ks, dalať 80 g, kyselá okurka 50 g

2. Ukázkový jídelníček

Snídaně: ovocný čaj, pohankové vločky 50 g + mléko 150 ml, pomeranč 150 g

Svačina: banán 150 g, ochucené acidofilní mléko 150 g

Oběd: Polévka zeleninová 150 g. Pečená ryba (120 g) s bramborovou kaší (250 g), hlávkový salát 150 g

Svačina: houska 60 g, cottage cheese 50 g, okurkový salát 150 g

Večeře: Rizoto z králíčího masa (80 g) a vařené rýže (120 g) s hráškem, mrkví a kukuřicí (150 g)

3. Ukázkový jídelníček

Snídaně: ovocný čaj, kukuřičné chlebičky 60 g, lučina 50 g, žlutá paprika 100 g

Svačina: žitný chléb 80 g, fazolová pomazánka 100 g, rajčata 100 g

Oběd: Hovězí guláš (hovězí maso 100 g), ječné těstoviny vařené 120g, cibule 50 g

Svačina: jablko 200g, smetanovo-tvarohový ovocný dezert 150g

Večeře: Karbanátek s kuskusem z mletého krůtího masa (100 g), celozrnný kus-kus 120 g, ledový salát 150 g

4. Ukázkový jídelníček

Snídaně: černý čaj, vícezrnná houska 80 g, máslo 10 g, drůbeží šunka 150 g, ředkev 100 g, zelená paprika 100 g

Svačina: broskev 100 g tvarohový krém vanilkový 150 g

Oběd: Pečené kuře (prsňí řízek) s brokolicí (100 g), bramborová kaše 250 g, šopský salát 100 g

Svačina: dalamánek 80 g, budapeštská pomazánka 50 g, rajčata 200 g

Večeře: Těstoviny (120 g) s tuňákem (50 g), dušené rajčata + paprika (150 g), čerstvá zelená cibulka 50 g, sýr na posypání

5. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Bílá káva. Ovesné vločky 50 g, jahody 50 g, meruňky 50 g, bílý jogurt 150 g

Svačina: grahamový rohlík 80 g, tvarohová pažitková pomazánka 50 g, okurka 150 g

Oběd: Polévka brokolicová 150 g. Plátek vařeného hovězího masa (80 g) s rajskou omáčkou 100 g, špaldové těstoviny.

Svačina: banán 100 g, kefír 150 g

Večeře: Hemenex ze šunky (70 g) a 2 vajec, veka (1/3), míchaný zeleninový salát 200 g

6. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Černý čaj. Žitný chléb 80 g, máslo 10 g, tvrdý sýr 50 g, rajčata 150g.

Svačina: hruška 150 g, acidofilní mléko 150g

Oběd: Polévka dýňová 150 g. Lívance (120 g) se šlehaným tvarohem s borůvkami 150 g. Broskev 100 g.

Svačina: Slunečnicový chléb 80 g, rostlinný tuk 7 g, žervé pažitkové 50 g, paprika červená 100 g

Večeře: Zapečený lilek s mletým masem (libové maso 100 g), grilovaná zelenina 150 g (cuketa, paprika, rajče). Celozrnný dalamánek 80g.

7. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Rýžové chlebičky 60 g, pomazánka z tvarohu, rajčat a cibule 60 g), zelená paprika 100 g.

Svačina: broskev 100g, ovocný tvaroh 150 g

Oběd: Polévka zeleninová 150 g. Bramborové gnocchi (120 g) s drůbežím masem (80 g) a listovým špenátem (100 g).

Svačina: Žitný chléb 80 g, máslo 10 g, šunka 50 g, okurkový salát 200g

Večeře: Kus-kus (120 g) s mozzarellou (50 g), rajčaty (80 g), zelenou cibulkou (50 g) a paprikou (30 g)

8. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Černý čaj. Ovocný koláč z celozrnné špaldové mouky 120 g, tvaroh 50 g, broskev 80 g

Svačina: Rohlík celozrnný 80 g, sýrová pomazánka 50 g, okurka 150 g

Oběd: Polévka vločková 150 g. Krutí plátek (80 g) na česneku a vařené brambory (250g)

Svačina: jahody 100 g, neochucený kefír 150 g

Večeře: Špagety (120 g) s dušenou cuketou (100 g), rajčaty (50 g) a balkánským sýrem (50 g)

9. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Černý čaj. Houska 80 g, rostlinný tuk 7 g, 1 vejce na tvrdo krájené, ledový salát 100 g

Svačina: mandarinka 150 g, bílý jogurt 150 g, ovesné vločky 20 g

Oběd: Hráškový krém 150 g. Kuře (vykostěné stehno 100 g) na paprice, omáčka 50 g, rýže vařená 80 g.

Svačina: Celozrnný dalamánek 80 g, rostlinný tuk 7 g, šunka 50 g, rajčata + okurka 200 g

Večeře: Vaječná omeleta ze 3 vajec se špenátovou náplní (150 g), veka (1/3)

10. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Žitný chléb 80 g, rostlinný tuk 7 g, sýr cottage 50 g, mrkvový salát s pomerančem 150 g

Svačina: kiwi 50g, meruňky 100 g, ochucené acidofilní mléko 150 g

Oběd: Vepřové kotlety (80 g) na houbách (houbová omáčka 120 g), ječné těstoviny 120 g. Jablko 150 g.

Svačina: Houska kaiserka 80 g, hummus 50 g, rajčata + okurka 200g

Večeře: Jáhlová kaše (jáhly 120 g) se skořicí, rozinky (50 g), brusinky (50 g), čerstvá broskev 100 g

11. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Špaldové chlebičky 60 g, pomazánka budapeštská 50 g, okurka 100 g.

Svačina: hruška 100g, bílý jogurt 150 g

Oběd: Polévka zeleninová s kapáním. 150 g. Krutí plátek (80 g) zapečený se sýrem a hruškou. Vařené brambory 250 g. Salát z červené řepy 150g.

Svačina: Žitný chléb 80 g, máslo 10 g, šunka 50 g, ledový salát 100g

Večeře: Treska (120 g) na másle s bylinkami, vařené zelené fazolky 150 g, pečené brambory 250 g

12. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Žitný chléb 80 g, máslo 10 g, jahodová marmeláda 15 g, meruňky 150 g.

Svačina: broskev 100g, ovocný tvaroh 150 g

Oběd: Polévka rajčatová 150 g. Pečené kuřecí stehno s rýží (80 g). Šopský salát 150 g.

Svačina: Dalamánek celozrnný 80 g, máslo 10 g, tvrdý sýr 50 g, okurky 200g

Večeře: Těstoviny (120 g) aglio, olio, pepperoncino. Salát polníček s rukolou (100 g).

13. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Ovesné vločky 50 g, mléko 150 ml, švestky 150 g.

Svačina: strouhaná mrkev s jablkem 152 g, kýška 150 g

Oběd: Polévka boršč 150 g. Ovocné knedlíky s jahodami (150 g), tvaroh na strouhání na posyp 100 g.

Svačina: Žitný chléb 80 g, máslo 10 g, čočková pomazánka 50 g, zelená paprika 200g

Večeře: Rizoto z kuřecího masa (80 g) se zeleninou 150 g (mrkev, brokolice, hrášek). Rýže 120 g.

14. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Černý čaj. Houska 80 g, máslo 10 g, šunka 50 g, okurka 150 g

Svačina: jablko 150 g, kefírové mléko 150 g

Oběd: Polévka drožděvá 150 g. Hovězí maso (80 g) v mrkvi (150 g), vařené brambory 250 g.

Svačina: Celozrnná bageta 80 g, pomazánka brynzová 50 g, cibule 50 g, rajčata 100 g

Večeře: Bramborové šúlánky s mákem, míchaný ovocný salát 200 g

15. Ukázkový jídelníček

Snídaně: Ovocný čaj. Bílá káva. Ovesná kaše (100 g) se skořicí, švestkami 100 g a jahodami 50 g

Svačina: hroznové víno 150 g, bílý jogurt 150 g

Oběd: Polévka zeleninová 150 g. Losos (120 g) na bylinkovém másle, špenát 150 g, celozrnná bageta 80 g.

Svačina: Dalamánek celozrnný 80 g, česneková pomazánka z tvarohu (50 g), okurka 150 g.

Večeře: Těstoviny (120 g) s rajčatovou omáčkou s loupanými rajčaty (150 g).

Receptury bez sóji a ořechů

Hovězí guláš (hovězí maso 100 g), ječné těstoviny vařené 120g, cibule 50 g

Hovězí maso 100 g, 2 cibule, 10 g másla, 1 lžice hladké mouky, 2 lžice rajčatového protlaku, sladká paprika podle chuti, sůl, olej. Ječné těstoviny 120 g.

Na oleji pomalu osmahneme cibulku, pak ji lehce zaprášíme paprikou. Přidáme kousky masa, osolíme a dusíme doměkka. Z másla a mouky uděláme světlou jíšku, zalijeme ji vodou (případně pokud máme, tak vývarem), povaříme a vmícháme rajčatový protlak. Nakonec vše přidáme k masu. Těstoviny uvaříme podle návodu. Hotový guláš ozdobíme na kroužky nakrájenou cibulkou.

Lívance (120 g) se šlehaným tvarohem s borůvkami 150 g.

Kvůli jednoduššímu dávkování surovin uvádíme recept pro 2 osoby: 150 g hladké mouky, 2 lžice cukru, 1 ks vejce, špetka soli, 1 balíček kypřicího prášku do pečiva, 3 lžice oleje, 200 ml mléka, tuk na smažení

Hladkou mouku, kypřicí prášek, cukr a špetku soli smícháme dohromady. Přidáme vejce, olej a pomalu přiléváme mléko a šleháme metličkou. Těsto by nemělo být moc řídké. Lívance smažíme na tuku dozlatova.

Podáváme je se šlehaným tvarohem (100 g) s borůvkami (50 g).

Pečené kuřecí stehno s rýží (80 g). Šopský salát 150 g.

1 kuřecí stehno vykostěné, sladká paprika, sůl, rýže 80 g, rajčata + paprika + okurka + červená cibulka 150 g, olivový olej, citronová šťáva, stroužek česneku

Vykostěné kuřecí stehno osolíme, ochutíme paprikou a dáme do trouby péct na 180 °C, podlijeme trochou vody. Roztlačíme česnek a potřeme s ním kuře, v průběhu pečení kuře otáčíme a potíráme šťávou z obou stran. Rýži propláchneme a uvaříme podle návodu.

K jídlu podáváme šopský salát: na kostky nakrájená rajčata, papriku, okurku, cibulku, ochucený olivovým olejem a citronovou šťávou

Treska (120 g) na másle s bylinkami, vařené zelené fazolky 150 g, pečené brambory 250 g

filet tresky 120 g, lžíce másla, bylinky, brambory ve slupce 250 g, zelené fazolky 150 g, sůl, pepř, olivový olej

Filet tresky osolíme, přidáme bylinky a na másle pečeme na pánvi do měkka.

Bramborům očistíme slupky a dáme je na plech s pečícím papírem, mírně osolíme a pokapeme olejem a necháme péct při 180 °C do zlatova.

Zelené fazolky uvaříme ve slané vodě, vodu scedíme a fazolky jemně opepříme a ochutíme olivovým olejem.

Bramborové gnocchi (120 g) s drůbežím masem (80 g) a listovým špenátem (100 g).

100 g špenátu, ½ kelímku smetany na vaření (12%), 120 g bramborových gnocchů, 1 kuřecí prsní řízek, podle chuti sůl a pepř, sýr na posypání

Špenát dáme do hrnce, necháme ho roztát na trošce másla a pak osolíme, zalijeme smetanou, chvilku povaříme a vypneme. Kuřecí maso nakrájíme na nudličky a dáme na pánev, osolíme, okořeníme a necháme restovat. Gnocchi uvaříme v osolené vroucí vodě a hned po vyplavání vyndáme na talíř. Nakonec všechny části jídla krátce smícháme na pánvi a podáváme posypané hoblinkami sýra.