

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělské biotechnologie

Katedra: Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Vedoucí katedry: prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Semena zástupců rodu *Lupinus*- zdroje bílkovin pro potravinářské účely a krmivářství(současný stav a možnosti)

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Veronika Bártová, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce: doc. Ing Jan Bárta, Ph.D.

Autor: Josef Marek

České Budějovice, duben 2011

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Zemědělská fakulta
Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Josef MAREK**
Osobní číslo: **Z08443**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Zemědělské biotechnologie**
Název tématu: **Semena zástupců rodu *Lupinus* - zdroje bílkovin pro
potravinářské účely a krmivářství (současný stav
a možnosti)**
Zadávací katedra: **Katedra rostlinné výroby a agroekologie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je zhodnocení současného stavu a možností využití zástupců rodu *Lupinus* k produkci proteinových koncentrátů pro jejich využití v potravinářských, krmivářských a biotechnologických aplikacích. Práce bude vypracovaná formou literárního přehledu vytvořeného na základě kritického zpracování domácích i zahraničních literárních zdrojů.

Práce bude probíhat podle následujícího schématu:

1. Vypracování osnovy bakalářské práce; rozvržení jednotlivých kapitol a tematických okruhů.
2. Vyhledání relevantních publikací v domácích i zahraničních informačních databázích.
3. Zpracování získaných informací a vytvoření literární rešerše na dané téma.
4. Shrnutí dosažených poznatků a vlastní kritické zhodnocení potenciálu současného a budoucího využití druhů rodu *Lupinus* k produkci bílkovinných koncentrátů a jejich využití v potravinářských, krmivářských a biotechnologických aplikacích.

Rozsah grafických prací: 5 stran
Rozsah pracovní zprávy: 20 - 30 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

GLADSTONES J.S., ATKINS C., HAMBLIN J. (EDS.) (2007): Lupins as crop plants: biology, production and utilization. CAB International, 465 p.

PRUGAR J. (ED.) (2008): Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarnický a sladařský ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, Praha, 328 p.

Publikace získané na základě vlastní práce s databázovými systémy a informačními zdroji (např. Web of Knowledge; Scopus, Wiley-Blackwell InterScience, ScienceDirect apod.)

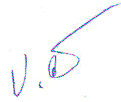
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Veronika Bártová, Ph.D.
Katedra rostlinné výroby a agroekologie
Konzultant bakalářské práce: doc. Ing. Jan Bárta, Ph.D.
Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Datum zadání bakalářské práce: 15. ledna 2010
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2011

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Slučenská 13 ④
370 05 České Budějovice


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.
děkan

L.S.


prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 15. ledna 2010

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě archivovaných zemědělskou fakultou JU elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne

Podpis

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucí paní Ing. Veronice Bártové, Ph. D. za odborné vedení a cenné připomínky během konzultací při zpracování bakalářské práce.

Abstrakt:

Cílem bakalářské práce bylo vypracování literární rešerše o současném uplatnění proteinů semen rodu *Lupinus* u druhů *Lupinus angustifolius*, *Lupinus albus* a *Lupinus luteus* v potravinářství. Využití v potravinářství vzrostlo s pěstováním sladkých odrůd s nižším obsahem alkaloidů. Semena rodu *Lupinus* mají vysoký obsah proteinů shodující se sójou. Proteiny semen rodu mají však nedostatek některých sírných aminokyselin jako je methionin. Tento nedostatek sírných aminokyselin se řeší v poslední době tvorbou geneticky modifikovaných rostlin rodu *Lupinus*. Ze semen rodu *Lupinus* se získává lupinová mouka, která se nepoužívá jenom pro pekařské účely, ale také ve fermentaci proteinů a pro produkci koncentrátů proteinů lupiny. Proteinové koncentráty lupiny se vyrábí vysrážením proteinového roztoku lupiny, pomocí filtračních technik, micelizací, na bázi polyakryamidové gelu, a s využitím enzymů. Procesem tvorby koncentrátů se upraví vlastnosti proteinů lupiny. Mezi nevýznamnější vlastnosti izolátů proteinů lupiny patří pěnivost, emulzní vlastnosti a schopnosti proteinů vytvářet gely. Jednotlivé vlastnosti proteinů závisejí na způsobu přípravy koncentrátů. Proteinové koncentráty lupiny vysrážené v isoelektrickém bodě se projevují menší pěnivou stabilitou a kapacitou oproti ostatním izolátům proteinů lupiny. Pěivé, emulzní vlastnosti a schopnost proteinů lupiny vytvářet gel lze ovlivnit po přidání DTT, NaCl a xantanové gumy. Izoláty proteinů lupiny lze přidat do pekařských výrobků, salátových dresingů a masných výrobků. Lupinové koncentráty proteinů mají i dietetické a farmaceutické využití. Izoláty proteinů lupiny snižují hladinu cholesterolu v krvi a pasterizované izoláty proteinů jsou prevencí proti rakovině a kardiovaskulárním chorobám.

Klíčová slova: *Lupinus angustifolius*, *Lupinus albus*, *Lupinus luteus*, proteinové koncentráty

Abstract:

The aim of this bachelor's work was a literature review and a background research dealing with contemporary use of proteins of genus *Lupinus* and species *Lupinus angustifolius*, *Lupinus albus* and *Lupinus luteus* in food-processing industry. Using in food-industry has increased with cultivation of sweet species containing low alkaloids. Seeds of genus *Lupinus* contain as high protein as soya. Nevertheless, the proteins of the species have a lack of some sulphate aminoacids like a methionin is. The lack is solved with creating of genetically modified plants of genus *Lupinus*. Lupin flour which made from seed *Lupinus*, is used for baking as well as for protein fermentation and for production of lupine protein concentrates. The lupine protein concentrates are produced by precipitation of lupin protein solution, with the help filter technology, micellization, by polyacrylamide gel and by using enzymes. The quality of lupine proteins is modified by process of concentrate preparation. The most important qualities of lupine protein concentrates are foaming, emulsion qualities and ability of proteins to create gels. The particular qualities of proteins dependent on the way of preparation of concentrates. The lupine protein concentrates precipitated in isoelectric point express by a low foaming stability and capacity in comparison with the other lupine protein concentrates. Foaming and emulsion qualities and ability of protein to create can be added by adding DTT (dithiothreitol), NaCl and xanthan gum. Lupin protein concentrates can be added to bakery products, salad dressing and meat products. The lupine protein concentrates can also be used in dietology and pasteurized concentrates prevent cancer and cardiovascular diseases.

Key words: *Lupinus angustifolius*, *Lupinus albus*, *Lupinus luteus*, protein concentrates

Obsah

1. Úvod.....	9
2. Literární přehled.....	9
2.1 Botanická charakteristika rodu <i>Lupinus</i>	9
2.1.1 Lupina bílá (<i>Lupinus albus L.</i>)	10
2.1.2 Lupina úzkolistá (<i>Lupinus angustifolius L.</i>)	10
2.1.3 Lupina žlutá (<i>Lupinus luteus L.</i>)	10
2.2 Pěstování rodu <i>Lupinus</i> v ČR a ve světě.....	11
2.3 Krmivářské a potravinářské využití semen rodu <i>Lupinus</i>	11
2.4 Chemické složení semen rodu <i>Lupinus</i>	12
2.4.1 Polysacharidy.....	12
2.4.2 Tuky	13
2.5 Antinutriční látky	13
2.5.1 Alkaloidy.....	13
2.5.2 Taniny	15
2.5.3 Inhibitory proteas	15
2.5.4 Fenoly.....	15
2.6 Vitamíny a ostatní látky	15
2.7 Proteiny	16
2.7.1 Albuminy	16
2.7.2 2S albuminová skupina	16
2.7.3 Globuliny	17
2.7.4 11S globulinová skupina.....	17
2.7.5 7S globulinová skupina.....	18
2.8 Aminokyselinové složení lupinových proteinů.....	20
2.9 Transgenní úprava aminokyselin v semenech rodu <i>Lupinus</i>	21
2.10 Lupinová mouka.....	21
2.11 Fermantace lupinových proteinů.....	22
2.12 Koncentráty proteinů lupiny	23
2.12.1 Proteinové izoláty lupiny	23
2.12.2 Hydrolyzáty proteinů lupiny	28
2.13 Faktory ovlivňující vlastností proteinových koncentrátů.....	29
2.14 Tvorba gelů z izolátů proteinů lupiny.....	31
2.15 Vliv proteinových koncentrátů	32
2.16 Bioaktivita lupinových proteinových koncentrátů.	33
3. Souhrn	34
4. Seznam použité literatury.....	35

1. Úvod

Semena rodu *Lupinus* patří k nejbohatším plodinám na proteiny ze všech luskovin (Duranti et al., 2008). Semena rodu *Lupinus* mají se sójou podobné složení proteinů okolo 40 % a proto se někdy rod *Lupinus* označuje jako “sója severu“ (Duranti et al., 2008; Prugar et al., 2008).

V 19. století byly rostliny rodu *Lupinus* využívány pro zelené hnojení. Vysoký obsah alkaloidů neumožňoval využití semen rodu *Lupinus* pro potravinářské účely. Semena rodu *Lupinus* pro krmné účely se musela extrahovat na snížení množství alkaloidů (Hosnedl et al., 1998).

Vyšlechtěním sladkých odrůd semen rodu *Lupinus* klesl obsah alkaloidů a zvýšil se zájem o jejich využití v potravinářském průmyslu (Herzig et al., 2010). Pro výživu lidí a zvířat se využívají hlavně semena *Lupinus angustifolius*, *Lupinus albus* a *Lupinus luteus* (Prugar et al., 2008). Proteiny semen rodu *Lupinus* mají dietetické, nutriční a zdravotní účinky u lidí a živočichů. Proteiny semen rodu *Lupinus* dále snižují krevní tlak, navozují pocit sytosti a chrání proti kardiovaskulárním chorobám (Herzig et al., 2010).

2. Literární přehled

2.1 Botanická charakteristika rodu *Lupinus*

Rod *Lupinus L.* zahrnuje přes 200 druhů. Rozděluje se na jednoleté a víceleté druhy. Mezi jednoleté druhy patří Lupina bílá (*Lupinus albus L.*), Lupina žlutá (*Lupinus luteus L.*) a Lupina úzkolistá (*L. angustifolius L.*) a víceletá je např. Lupina vytrvalá (*L. perennis L.*).

Pro všechny druhy platí následující znaky: hluboko pronikající, kulovitý, silný kořen s tvorbou hlízek soustředěnou na jeho nejsilnější části. Dělohy se po vyklíčení ihned zazelenají, jsou silné, vzpřímené a mohou být podle jednotlivých druhů různě rozvětvené, ochlupené, zelené až šedo zelené.

Má dlouze řapíkaté, dlanitě mnohočetné listy se 7 - 15 čárkovitými, ochlupenými, podlouhle oválnými lístky se srostlými palisty na jejich bázi. Květenství tvoří vrcholový hrozen s různě zbarvenými květy .

Plodem je ochlupený, zploštělý, dvouchlopnový lusk se semeny velkými a zploštělými podle druhu (Lahola et al., 1990). Hospodářsky nejvýznamnějšími druhy jsou lupina bílá, lupina žlutá a lupina úzkolistá (lupina modrá) (Hosnedl et al., 1998).

2.1.1 Lupina bílá (*Lupinus albus* L.)

Lupinus albus má vzpřímenou, rozvětvenou a ochlupenou lodyhu s tmavozelenými, dlanitě složenými lístky. Květy jsou bílé s namodralým člunkem. U *Lupinus albus* převládá samosprašnost, ale z 40 % je cizosprašná (Hosnedl et al., 1998; Lahola et al, 1990). Lusk má rovný, plochý s bílými až žlutobílými semeny (Lahola et al, 1990).

Tento druh je ze všech lupin nejnáročnější na prostředí. Vyžaduje písčitohlinité až hlinité půdy. Díky dlouhé vegetační době trvající 145 - 180 dnů v našich povětrnostních podmínkách dozrává velmi dlouho (Hosnedl et al, 1998; Lahola et al, 1990). Nesnáší mrazy pod -3°C (Hosnedl et al., 1998).

2.1.2 Lupina úzkolistá (*Lupinus angustifolius* L.)

Lupinus angustifolius má na rozdíl od předchozího druhu lodyhu lysou a málo rozvětvenou. Lístky jsou čárkovité a slabě ochlupené. Má modré, růžové a bílé květy ve vrcholovém hroznu. Lusky jsou kožovité a mírně ochlupené s oválnými semeny (Lahola et al., 1990).

Je nenáročná na teplo, ale náročnější na vláhu (Hosnedl et al., 1998; Lahola et al., 1990). Vhodná půda pro lupinu úzkolistou je středně těžká. Vegetační doba je 120 - 135 dnů (Hosnedl et al., 1990) .

2.1.3 Lupina žlutá (*Lupinus luteus* L.)

Lupina žlutá má lístky mírně ochlupené, světle zelené a široce kopinaté. Jak název napovídá, květy jsou žluté a člunek je s černou špičkou. U tohoto druhu převažuje cizosprašnost. Lusk má hustě ochlupený s oválnými, bílými semeny.

Snáší teploty do -2 °C. Nepříznivě reaguje na nedostatek vápna v půdě v podobě dopadů na zdravotní stav. Optimální pH půdy pro lupinu žlutou je 4, 5 - 6 (Lahola et al., 1990).

2.2 Pěstování rodu *Lupinus* v ČR a ve světě

Rostliny rodu *Lupinus* rostou v oblastech s mírným klimatem - hlavně ve Středozeří, Jižní Americe, Austrálii a na Novém Zélandu (Allen, 1998; Múlayim et al., 2002). Z Austrálie pochází *Lupinus angustifolius*. V Evropě převažuje *Lupinus luteus* a *Lupinus albus* (Duranti et al., 2008), v Jižní Americe *Lupinus mutabilis* (Allen, 1998; Múlayim et al., 2002).

Austrálie je největším vývozcem lupiny ve světě. Zahrnuje asi 85 % světové produkce (Herzig et al., 2010). Sklizňová plocha za rok 2005 činila 950 000 ha, produkce 912 000 t (Anonym, 2007). Německo, Polsko, Benelux, Francie, Španělsko, Polsko, Rusko a Ukrajina patří mezi nejvýznamnější pěstební oblasti v Evropě (Herzig et al., 2010).

V České republice byla odhadovaná výměra za rok 2006 7500 ha. Zvětšily se především plochy *Lupinus albus* a *Lupinus angustifolius* (Anonym, 2007).

2.3 Krmivářské a potravinářské využití semen rodu *Lupinus*

Semena *Lupinus angustifolius* a *Lupinus luteus* jsou používána jako krmivo pro zvířata. Semena *Lupinus albus* mají převážně potravinářské využití (Duranti et al., 2008). Tyto 3 lupiny jsou pěstovány jako sladké lupiny s nižším obsahem alkaloidů (Peterson, 1998; Wäsche et al., 2001).

Semena sladkých lupin jsou méně alergenní než semena hořkých druhů lupiny. Byl prokázán vliv semen na prevenci proti kardiovaskulárním chorobám, snižují krevní tlak, navozují pocit sytosti a mají vliv na vyprazdňování střev. Krávy krmené lupinovým šrotem měly v mléce více mastných kyselin s dlouhými alifatickými řetězci (Herzig et al., 2010).

Ve speciálních obchodech jsou k dostání výrobky s loupanou sladkou lupinou, lupinový olej a lecitin. Lupina je vhodným bílkovinným krmivem pro hospodářská zvířata a ryby, podobně jako sója v krmných směsích (Prugar et al., 2008).

2.4 Chemické složení semen rodu *Lupinus*

Tabulka 1: Chemické složení semen rodu *Lupinus* (g.kg⁻¹) (data pocházejí z Zdunczyk et al., 1994)

	<i>Lupinus albus</i>	<i>Lupinus angustifolius</i>	<i>Lupinus luteus</i>
Vlhkost	-	100,1	83
Proteiny (N×6,25)	400,9	400,3	525,7
Popel	33	26,9	43,4
Tuk	114	65,5	71,6
Vláknina	18	87,1	17,1
Lignin	-	6,7	-
Vápník	-	1	-
Fosfor	-	5,1	-
síra	-	2,5	-
Hrubá energie(MJ)	20,4	18,9	19,7

2.4.1 Polysacharidy

Semena rodu *Lupinus* spolu se sójou oproti ostatním luskovinám mají vysoký obsah bílkovin a vlákniny (Johnson, Gray, 1993).

V semenech rodu *Lupinus* převažují nestrukturní polysacharidy jako galaktosa, arabinosa a kyselina uronová (Brillouet and Riochet, 1983; Evans 1994; Glastones, 1998). Jsou to takzvané neškrobové polysacharidy s vysokou vazností vody (Glastones, 1998; Johnson, Gray, 1993).

α -galaktosidy jsou nežádoucí polysacharidy v luštěninách, protože způsobují flatulenci (nadýmání) u monogastričních zvířat a lidí (Velíšek, Hajšlová, 2009).

2.4.2 Tuky

Semena rodu *Lupinus* mají nižší obsah tuku oproti sóje a ostatním luskovinám (Straková et al., 2006).

V oleji z lupinových semen převažuje 80 % vyšších nenasycených mastných kyselin. Hlavně kyselina olejová a linoová (Yanez et al., 1983).

2.5 Antinutriční látky

2.5.1 Alkaloidy

Semena, ale i nadzemní části obsahují chinolidizové alkaloidy jako jsou lupanin, spartein, anagyrin, lupinin, angustifolin, 3 β -hydroxylupanin, 13 α -hydroxylupanin, albin a multiflorin (Kalač, 1992; Velíšek, Hajšlová 2009).

Z těchto alkaloidů mají nejvyšší toxicitu lupanin a spartein. Jejich účinky na zdraví živočichů se projevují už při pozření 11 - 25 mg zdravotními potížemi jako je nervozita, pocení, zvracení, dýchací potíže, poruchy vidění až koma (Velíšek, Hajšlová 2009).

Alkaloidy převažují hlavně v hořkých druzích. Šlechtěním sladkých odrůd poklesl jejich obsah (Djiskra et al., 2003; Kalač 1992) .

Způsob, jak snížit alkaloidů je vodní extrakce semen při pokojové teplotě během výroby lupinového snacku (Erbaş, 2010). Dále 60 % obsah alkaloidů klesne extrakcí semen hexanem při výrobě tuků. Extrakcí lupinového šrotu v etanolu se sníží obsah alkaloidů ze 3,2 % na 0,1 % až 0,2 % (Velíšek, Hajšlová 2009).

Tabulka 2: Obsah alkaloidů v semenech lupiny (%) (Velíšek, Hajšlová, 2009)

	<i>L.albus</i>	<i>L.angustifolius</i>	<i>L. luteus</i>
lupinin	-	-	60
spartein	<1	<1	30
albin	15	-	-
angustifolin	<1	10-16	-
lupanin	70	70	<1
3-hydroxylupanin	-	-	-
13-hydroxylupanin	8	12-38	-
multiforin	3	-	-

2.5.2 Taniny

Taniny, neboli třísloviny jsou látky, které sráží bílkoviny. Reagují se střevními enzymy. Největší množství taninů je ve slupce semen a nejmenší v oloupaném zrně (Pettersson, Mackintos, 1994).

2.5.3 Inhibitory proteas

Látek zpomalující aktivitu enzymu trypsinu je v semenech rodu *Lupinus* velmi malé množství. *Lupinus angustifolius* má 0,01 - 0,28 mg.g⁻¹ a 0,01 - 0,59 mg.g⁻¹ inhibitoru chymotripsinu, *Lupinus albus* má 0,1 - 0,2 mg.g⁻¹ inhibitorů trypsinu (Peterson and Mackintos, 1994)

2.5.4 Fenoly

Fenoly jsou vonné a chuťové látky (Velíšek, Hajšlová, 2009). Fenoly patří mezi sloučeniny s antinutričními vlastnostmi (Pastor-Cavada et al., 2008). Fenoly mají i antioxidační vlastnosti chránící organismus proti rakovině a kardiovaskulárním chorobám (Bevante-García, Castilo, 2008; Sing et al., 2008). Semena rodu *Lupinus* obsahují od 8,7 do 11 mg fenolů (Pastor-Cavada et al., 2008). Procesem tvorby proteinových izolátů lupiny se obsah fenolů snižuje (Martínez-Villauenga et al., 2009).

2.6 Vitamíny a ostatní látky

V semenech se vyskytují také karotenoidy jako β - karoten, lutein, zeaxantin a tokoferol.

Dále alkohol lupeol (Msika et al., 2010). Lupeol je triterpenoidní saponin (Velíšek, Hajšlová 2009). Lupeol má antimikrobiální účinky a snižuje cholesterol (Siddique, Saleem, 2011).

2.7 Proteiny

Obsah proteinů v semenech rodu *Lupinus* je srovnatelný se složením sojových bobů (Suchy et al., 2010). Obsahově v proteinech je sóje nejbližší *Lupinus luteus* s množstvím 35 % proteinů, v *Lupinus angustifolius* se pohybuje obsah proteinů od 33,8 % do 44 % a v *Lupinus albus* 32,2 % proteinů (Duranti et al., 1981; Erbas et al., 2005, Lqari et al., 2002).

Hlavní proteiny semen lupin jsou lokalizovány v zásobních vakuolách v dělohách semen a uplatňují se při klíčení. Lupinové proteiny se rozdělují na albuminy a globuliny (Duranti et al., 2008).

2.7.1 Albuminy

Nejméně je v semenech rodu *Lupinus* albuminů. Albuminy jsou součástí enzymů, hlavně proteas, glykosidas, inhibitorů trypsinů a lektinů (Gueguen, Cerletti, 1994). Albuminy tvoří 10 % proteinů lupiny a podílejí se na emulzních a pěnivých vlastnostech proteinů (Alamanou, Doxastakis, 1997; Doxastakis, Kiosseoglou, 2000). Albuminy jsou rozpustné ve vodě. Vysolují se z roztoku síranem amonným při nasycení větším než 60 %. Albuminy jsou neutrální bílkoviny a koagulují při teplotě 75 °C (Velíšek, Hajšlová, 2009). V albuminech převažují aminokyseliny především methionin a tryptofan (Monti and Grilo, 1983).

2.7.2 2S albuminová skupina

Albumin je složen z podjednotek δ -konglutinů. δ -konglutin se řadí do 2S sirné albuminové rodiny (Blagrove, Gillespie, 1975). Tvoří disulfidické vazby mezi cysteiny (Salamowitz and Weder, 1997).

δ -konglutin je monomerní protein složený ze 2 podjednotek, které mají hmotnost 9 a 4 kDa. Patří mezi zásobní proteiny semen rodu *Lupinus*. Albumin funguje jako inhibitor α -amylasy a trypsinu a má podobnou sekvenci s lunasinem, bioaktivním tepelně stabilním proteinem sóji s antikarcinogenními účinky, které si udrží i po uvaření (Duranti et al., 2008; de Lumen, 2005; Sirtori et al, 2010).

2.7.3 Globuliny

V semenech rodu *Lupinus* mají největší zastoupení z proteinů globuliny (Blagrove, Gilespe, 1975). Globuliny jsou kyselé bílkoviny rozpustné v kyselých i zásaditých roztocích (NaOH, kyseliny, zásady) a nerozpustné ve vodě. K vysolování globulinů dochází při množstvím síranu amonného větším jak 40 %. Při vysokých teplotách koagulují (Velíšek, Hajšlová, 2009).

Globuliny se rozdělují na 11S (leguminové proteiny) a 7S (vicilinové proteiny) globuliny. Jsou bohaté na aminokyseliny jako amidy arginin, amidy glutamátu a aspartát, ale pouze leguminové globuliny obsahují sирné aminokyseliny (Böttinger, 2004).

2.7.4 11S globulinová skupina

Do 11S globulinové rodiny se řadí α -konglutin (Duranti et al., 1981). α -konglutin je oligomerní protein obsahující hexamery, ale při proteolytické přeměně tvoří trimery (Duranti et al., 1992). Monomery α -konglutinu mají hmotnost od 62 do 72 kDa (Casey et al., 1985). Monomery α -konglutinu jsou složeny z kyselých i zásaditých podjednotek a vyskytují se v 11S globulinech mezi asparaginem a glycinem během zrání lupiny (Müntz, 1998). Jediná dostupná kompletní sekvence aminokyselin pro α -konglutin je Q53154 (Duranti et al., 2008). α -konglutin je zásobním proteinem účastnící se během proteolytické degradace proteinů v semenech lupiny (Duranti et al., 1991; Duranti et al., 1984). Zúčastňuje se syntézy polysomů vázajících se na buněčné membrány, při odstraňování signálních peptidů a transportu do Golgiho aparátu. α -konglutin se ukládá do zásobních vakuol v děložce semen lupiny (Müntz, 1989; Müntz, 1998). α -konglutin patří mezi alergeny lupiny (Duranti et al., 2008).

2.7.5 7S globulinová skupina

Do 7S globulinové skupiny se zařazují β -konglutiny a γ -konglutiny (Blagrove, Gillespie, 1975). β -konglutin je trimerní protein složený z monomerů o hmotnosti okolo 16 až 70 kDa (Duranti et al., 1981). Monomery nejsou spojeny disulfidickými můstky (Duranti et al., 1990; Duranti et al., 1992). β -konglutin má podobné 2 aminokyselinové sekvence Q53HY0 a Q6EBC1 lišící se pouze několika aminokyselinami (Duranti et al., 2008). β -konglutin lupiny jsou podobné podjednotkám sóji α' a β -konglicininům fungujících v semenech jako hypochlorestemické prvky (Duranti et al., 2004). β -konglutin se nachází v dělohách semen (Duranti et al., 1992; Magni et al., 2007).

γ -konglutin se jako jediný z globulinů se rozpouští ve vodě i v solném roztoku (Duranti et al., 1981). γ -konglutin je oligomerním glykoproteinem vytvářející při neutrálním pH hexamery i tetramery (Blagrove, Gillespie, 1975; Duranti et al., 2000; Restani et al., 1981). Kyselé pH oligomery γ -konglutinu disociuje na monomery o hmotností 50 kDa, které jsou spojené disulfidickou vazbou ze 2 podjednotek o hmotnostech 29 a 17 kDa (Duranti, 1986a, 1986b; Restani et al., 1981). Podjednotky se vytvářejí z prekurzoru o hmotnosti 46 kDa syntetizovaného během postranslační proteolýzy v rozvíjejících se semenech. Velké a malé podjednotky se formují z N- a C-terminálních konců prekurzorů. Velká podjednotka je kovalentně spojena glykosylací s mannosou (Duranti et al., 2008). Glykosylované podjednotky mají aminokyselinové sekvence Q9FSH9 a Q9FEX1. Poslední zmiňovaná sekvence je přítomná pouze v suchých semenech (Scarafoni et al., 2001).

Schopnost γ -konglutinu vázat bivalentními kovové ionty Zn^{2+} a Ni^{2+} se využívá při afinitní chromatografii a výrobě izolátů proteinů lupiny typu F (Duranti et al., 2001; Wäsche et al., 2001).

γ -konglutin je bioaktivní podjednotka, která v reakci s hormonem insulinem snižuje hladinu glukosy v krvi. Účinek γ konglutinu je

srovnatelný s hypoglykemickou drogou metforminem. Uvažuje se o využití γ konglutinu ve farmaceutickém průmyslu (Magni et al., 2004). γ -konglutin mimo příznivého působení na organismus je i alergenem. Alergenní reakce se zjistily interakcí s γ -konglutinu s IgEs ze séra získaného z lidí alergických na lupinu (Klos et al., 2010). γ -konglutin může být využíván jako inhibitor houbových enzymů. γ -konglutin pomocí své struktury podobné se strukturou inhibitorů xylnasy *Triticum aestivum* (TAXI-1) a xyloglukano specifické endo-1,4- β -glukanasy inhibuje houbovou endoglukanasu a další enzymy vylučované houbovou stěnou (Scarafiori et al., 2010).

γ -konglutin je lokalizován v rozvíjejících semenech lupiny (Pernollet et al., 1978; Shewry et al., 1995; Weber and Neuman, 1980).

Tabulka č.3: Hlavní struktura lupinových protein (Duranti et al., 2008)

			Nativní protein			Monomerická Struktura		
konglutin	Proteinová Skupina	(%) z globulinů	M _r , kDa	pI	Kvarterní struktura	Kyselá podjednotka		pI
α	11S (leguminy)	35-37	330-430	5,1-5,8	Hexamer	Kyselá Zásaditá	42-52 20-22	4,5-4,7 6,7-8,6
β	7S (violin)	44-45	143-260	5,0-6,0	Trimer	HMW IMW LMW	53-64 25-46 17-20	5,1-5,7 5,3-8,4 4,2-5,0
γ	7S	4-5	200	7,9	Tetramer	Malá Velká	29 17	8,2-8,9 5,8-6,6
δ	2S	10-12	13	kyselý	Monomer	Velká Malá	9 4	4,1-4,3

2.8 Aminokyselinové složení lupinových proteinů

Proteiny od semen sóji se odlišují nižším množstvím aminokyselin cysteinu, lysinu, tryptofanu, methioninu a vyšším obsahem argininu (Suchy et al., 2006)

Tabulka č. 4: Množství esenciálních aminokyselin v semenech rodu *Lupinus* (Petterson and Mackintos, 1994)

Aminokyseliny	<i>L. Albus</i>	<i>L. Angustifolius</i>	<i>L. luteus</i>
Argirin	4,68	3,65	4,37
Cystein	0,50	0,46	0,88
Histidin	0,65	0,76	1,05
Isoleucin	1,41	1,23	1,42
Leucin	2,3	2,08	3,06
Lysin	1,57	1,43	2,07
Methionin	0,24	0,22	0,27
Fenylalanin	1,23	1,12	1,56
Theronin	1,19	1,04	1,36
Tryptofan	0,37	0,32	0,84
Tyrosin	1,71	1,07	1,12
Valin	1,36	1,18	1,33

2.9 Transgenní úprava aminokyselin v semenech rodu *Lupinus*

Nedostatek některých sírných aminokyselin v bílkovinách semen rodu *Lupinus* se může vyřešit genetickou modifikací. Na zvýšení sírných aminokyselin se využívají geny klíčových enzymů biosyntézy sírných aminokyselin vložené do genomu rodu *Lupinus*. Jedním z takových enzymů je aspartát kináza fosforylující aminokyselinu aspartát, která je prvním prekursorem methioninu (Tabe, Higinis, 1998).

Druhou možností je transfér genů proteinů bohatých na methionin do semen rodu *Lupinus* (Schumacher et al., 2011). Názorným příkladem byl pokus s vložením albuminových genů slunečnice do semen *Lupinus angustifolius*. Transgenní semena rodu *Lupinus* s obsahovaly více sírných esenciálních aminokyselin než netransgenní. V transgenních semenech se zvýšil obsah methioninu a snížilo se množství cysteinu, podíl ostatních esenciálních aminokyselin zůstal stejný. Proteiny po transgenní úpravě jsou stravitelnější a biologicky hodnotné (Molving et al., 1997).

2.10 Lupinová mouka

Lupinová mouka se svým nízkým obsahem methioninu a vysokým množstvím lysinu je vhodnou přísadou do těst chlebů, špaget a nudlí. (Bloksma & Bushuk, 1988; Jayasena et al., 2010; Martínez-Villauenga et al., 2010) Lupinová mouka má podobné viskoeleastické a tepelné vlastnosti s lepkem (Xu et al., 2003). Obohacuje těsto o lysin, kterého je v pšeničné mouce nedostatek (Bloksma & Bushuk, 1988).

Do chlebového těsta je možné přidat 5 až 10 % lupinové mouky pro lepší stabilitu. Lepek spolu s lupinovou moukou rozšiřují strukturu chlebového těsta (Doxastakis et al., 2002).

V nudlovém těstu přítomnost 20 % lupinové mouky sice zvyšuje obsah proteinů, vlákniny a minerálů, ale bez změn sensorických vlastností. Sensorické vlastnosti nudlí se mohou vylepšit přidáním kyseliny askorbové do nudlového těsta (Jayasena et al., 2010).

Pastu lze obohatit o proteiny lupinovou moukou. Do semolinové mouky je vhodné přidat lupinovou mouku extrahovanou ethanolem. Lupinová mouka extrahovaná ethanolem se semolinovou moukou má větší podíl na kvalitě produktů z pasty než čistá lupinová mouka (Martínez-Viillauenga et al., 2010). Nejlépe na výrobu pasty obstála lupinová mouka bez α -galaktosidů. Pasta s lupinovou moukou bez α -galaktosidů má kratší dobu vaření, větší vodní absorpci, větší obsah proteinů, vlákniny, fosforu, zinku, zachovává si antioxidační vlastnosti a je stravitelnější (Torres et al., 2007).

2.11 Fermantace lupinových proteinů

Lupinová mouka se může použít ve fermentaci jako zdroj proteinů pro mikroorganismy produkující enzymy a antibiotika.

Pokusy s fermentací lupinové, sójové mouky a sójových proteinových koncentrátů zjistily, že lupinové a sójové proteiny jsou vhodnými živinami pro mikroorganismy.

Obsah proteinů po fermentaci byl v *Lupinus albus* 45 %, *Lupinus luteus* 55 % a sóji 55 %, množství lysinu v *Lupinus albus*, *Lupinus luteus* se pohybovalo okolo 5,7 % a u sóji 7,3 %. U *Lupinus luteus* převažoval metionin a cystein (2,0 - 2,1 %) než v sóji (1,9 %). Množství leucinu v sóje a v *Lupinus luteus* bylo stejné (5 %). Nejvyšší obsah argyriu měl *Lupinus albus* (23 %) (Jul et al., 2003).

Některé vlastnosti proteinů lupiny se mohou upravit mléčnou fermentací. Mléčná fermentace však zvyšuje pouze množství rozpustných proteinů a zhoršuje emulzní vlastnosti proteinů lupiny (Lampart-Szczapa et al., 2006).

2.12 Koncentráty proteinů lupiny

Výroba proteinových koncentrátů je dalším způsobem zpracování lupinové mouky. Mimo lupinové mouky se mohou využít i na vločky rozdrčená semena lupiny (Wäsche et al., 2001). Proteinové koncentráty lupiny se rozdělují na proteinové izoláty a hydrolyzáty (Lqari et al., 2005; Wäsche et al., 2001).

2.12.1 Proteinové izoláty lupiny

Izoláty se mohou vyrábět vysrážením vzniklého proteinového roztoku lupiny vysrážením v isoelektrickém bodě, přefiltrovat přes membrány, micelizací, či metodou přípravy na polyakryamidovém gelu (Alamanou, Doxastakis, 1997; El-Adawy, 2001; Lqari, 2002; Chew, 2003).

Jedním ze způsobů přípravy izolátů proteinů lupiny je vysrážení proteinů lupiny v isoelektrickém bodě. V pokusu založeném na vysrážení proteinů v isoelektrickém bodě byly připraveny roztoky z rozpuštěné mouky *Lupinus angustifolius* v alkalickém médiu v Na₂SO₄ (Izolát A) s 12 a v NaOH (Izolát B) s pH 10,5. Vyšší pH proteinového roztoku s Na₂SO₄ zesílilo pěnové vlastnosti lupinového proteinů a nižší pH roztoku s NaOH zlepšilo emulzní vlastnosti lupinových proteinů. Proteinový izolát lupiny s roztokem Na₂SO₄ měl také větší obsah proteinů než proteinový izolát lupiny s roztokem NaOH.

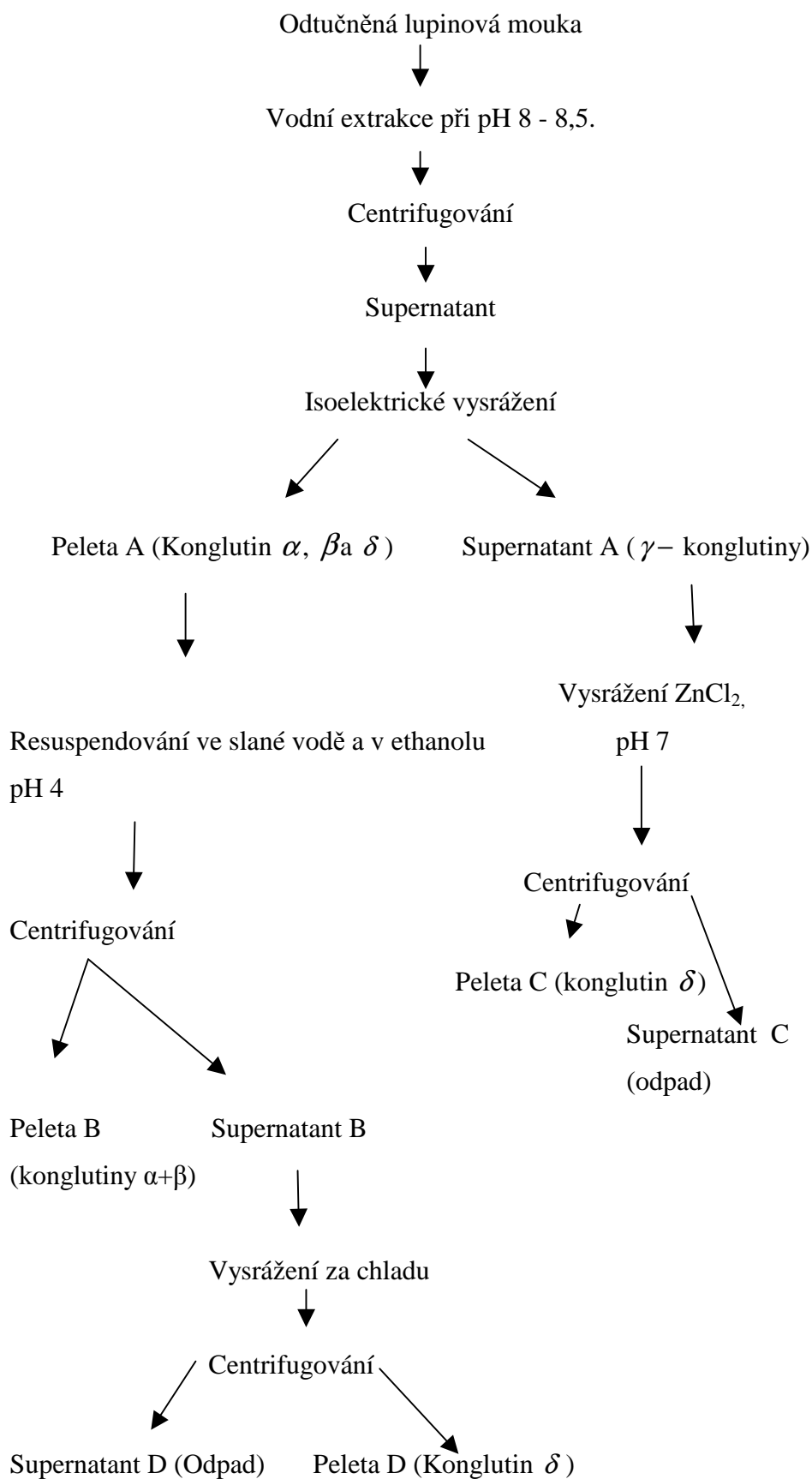
Izoláty proteinů lupiny a lupinová mouka byly bohaté na esenciální aminokyseliny, zvláště na lysin. Naopak izoláty proteinů lupiny měly oproti lupinové mouce nižší obsah sírných aminokyselin metioninu a cysteinu, protože při výrobě došlo ke snížení množství albuminů obsahující sírné aminokyseliny (Lqari et al., 2002). Rozdílné pH roztoků použitých při přípravě obou izolátů ovlivnilo disociaci podjednotek konglutinů- α a funkční vlastnosti proteinů lupiny (Guegen et al., 1998).

V další metodě průmyslové přípravy proteinových izolátů lupiny také založené na vysrážení isoelektrickém bodě se protein lupiny rozdělují kyselým vysrážením na izolát typu E s α , β , δ konglutiny a reakcí proteinů lupiny se Zn^{2+} ionty na izoláty typu F s γ -konglutiny.

Proteinové izoláty lupiny s α , β , δ konglutiny jsou charakteristické emulzními vlastnostmi a izoláty s γ konglutiny pěnivými vlastnostmi proteinů lupiny (Sironi et al., 2005; Wäsche et al., 2001).

δ -konglutiny se mohou dále oddělit α , β -konglutinů izolátů izolátů proteinů lupiny E vysrážením ve slané vodě a v ethanolu. Odstranění konglutinů- δ od globulinů nemá žádný vliv na vlastnosti globulinové frakce (Sironi et al., 2005).

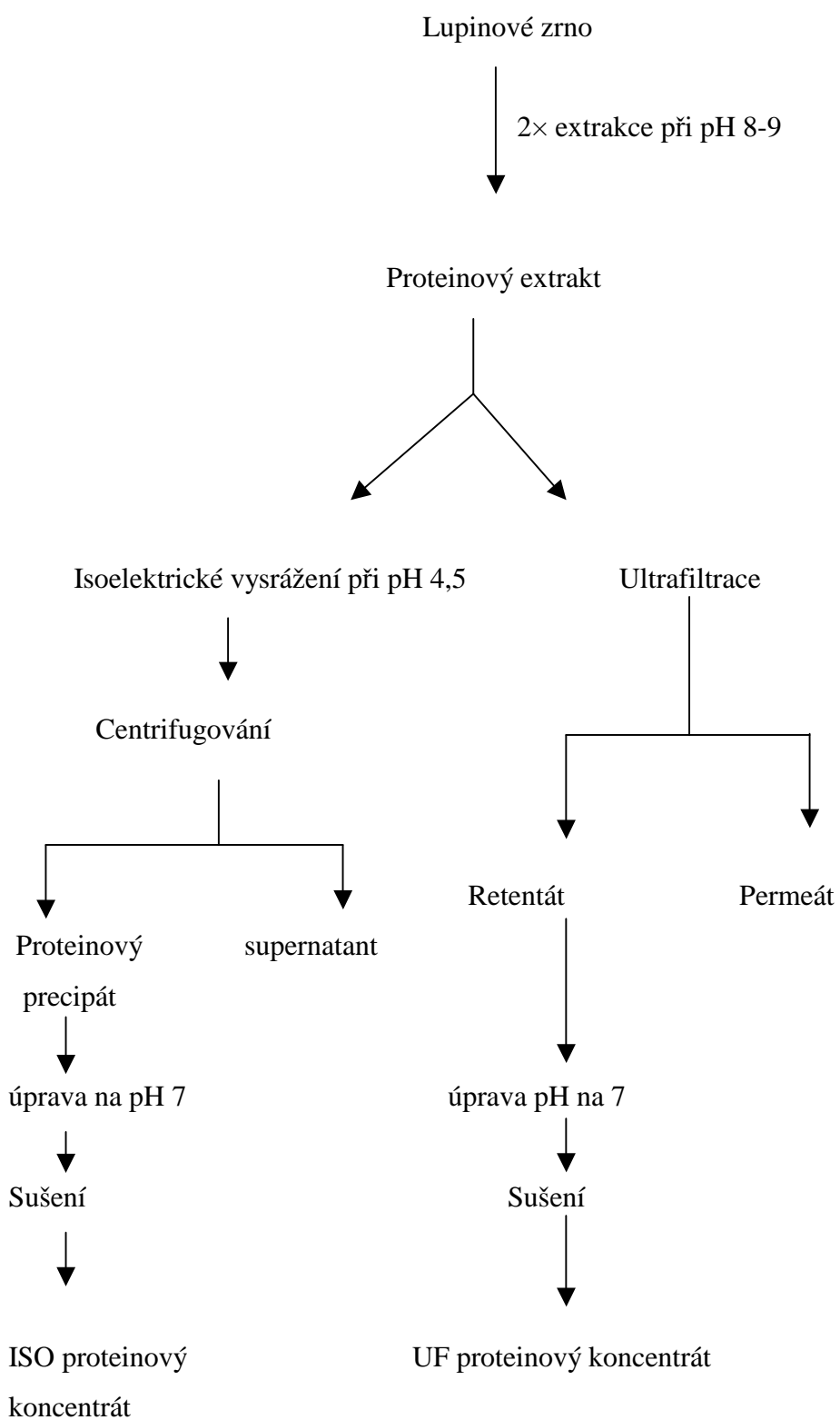
Obrázek 1: Schéma tvorby izolátů E a F (Sironi et al., 2005)



Druhá metoda přípravy lupinových proteinových izolátů spočívá ve filtraci rozpuštěných proteinů lupiny přes membrány dialýzou a ultrafiltrací (Hojila-Evangelista et al., 2004; Chew et al., 2003).

V pokusu s využitím membránových technik izolát sladké *Lupinus angustifolius* vytvořený ultrafiltrací s porovnáním s vysráženým lupinovým proteinovým izolátem měl vyšší rozpustnost proteinů. Oba proteinové izoláty lupiny se vyznačovaly nižší pěnivou kapacitou, viskozitou a vysokou emulzní kapacitou lupinového proteinu (Chew et al, 2003). Totéž zjistil i další podobný pokus, kde se srovnávaly vlastnosti proteinových izolátů ze sóji a z *Lupinus albus* vyrobených ultrafiltrací a vysrážením v isoelektrickém bodě. Ultrafiltrace zlepšila rozpustnost, hydrofóbcitu, emulzní aktivitu a tepelnou stabilitu sójového proteinu oproti lupinovému proteinu, u kterého se ultrafiltrací vylepšily pouze emulzní vlastnosti a hydrofóbcita lupinového proteinu (Hojila-Evangelista et al, 2004). Ultrafiltrační proces tvorby izolátů proteinů lupiny zvyšuje proteinovou rozpustnost, ale nemá vliv na kvalitu proteinů (Chew et al, 2003).

Tabulka 2: Srovnání přípravy lupinových proteinových izolátů pomocí vysrážení a ultrafiltrace (Chew et al., 2003).



Úplně odlišnou metodou je laboratorní příprava proteinových izolátů na polyakrylamidového gelu.

Vlastnosti izolátů proteinů lupiny vyrobených na polyakrylamidovém gelu byly porovnány s vlastnostmi izolátů proteinů lupiny připravených vysrážením v isoelektrickém bodě a dialýzou.

Proteinové izoláty *Lupinus albus* produkované na polyakrylamidovém gelu a dialýzou se projevovaly větší emulzní a pěnovou kapacitou lupinového proteinu oproti proteinovému izolátu *Lupinus albus* vyrobeného vysrážením v isoelektrickém bodě. Emulzní a pěnová kapacita obou proteinových izolátů *Lupinus albus* byla způsobena přítomností proteinového a polysacharidového komplexu albuminů a globulinů, zatímco proteinový izolát *Lupinus albus* vysrážený v isoelektrickém bodě obsahoval pouze albuminy (Alamanou, Doxastakis, 1997).

Z posledních zmiňovaných příprav proteinových izolátů lupiny je metoda micelizace. Při micelizaci se proteinový roztok lupiny se několikrát zředí a nechá se stát při pokojové teplotě. Lupinové proteinové izoláty vytvořené precipací a micelizací se shodují vysrážením proteinového roztoku v isoelektrickém bodě. Micelizační proteinový izolát sladkého druhu *Lupinus albus* se odlišoval větší pěnovou kapacitou a stabilitou proteinu než proteinový izolát *Lupinus albus* vyrobený vysrážením v isoelektrickém bodě (El-Adawy et al, 2001).

2.12.2 Hydrolyzáty proteinů lupiny

Hydrolyzáty jsou proteinové koncentráty vyrobené použitím enzymů. Porovnávaly se vlastnosti hydrolyzátů z α -konglutinu a mouky *Lupinus angustifolius* s původní moukou *Lupinus angustifolius*. Hydrolyzáty proteinů lupiny se projevovaly větší pěnovou stabilitou, kapacitou, emulzní stabilitou a aktivitou oproti původním proteinům lupiny (Lqari et al., 2005).

Hydrolýzou lupinové mouky se také zvyšuje obsah proteinů. Hydrolyzovala se mouka z naklíčených a nenaklíčených semen *Lupinus albus* a sóji. Hydrolýzou mouky *Lupinus albus* stoupl množství proteinů z 36,8 na 48,6 a u sójové mouky z 48,1 na 60 proteinů.

V obou vzorcích proteinu vzrostl výskyt esenciálních aminokyselin isoleucinu, theroninu, histidinu, lysinu (Khalil et al., 2006).

2.13 Faktory ovlivňující pěnové a emulzní vlastnosti proteinových koncentrátů

Pěnovost a emulzní aktivita jsou nejčastějšími vlastnostmi koncentrátů proteinů lupiny (Wäshe et al., 2001). Proteinová pěna je tvořena z částí vzduchu rozprostřeného uvnitř rozpuštěného proteinu (Kinsella, 1979). Pěna vznikne rozpuštěním proteinu ve vodě, zahuštěním a formováním kohesivních vrstev proteinu okolo kapek vzduchu (Phillips et al. 1994).

Proces tvorby pěny závisí na proteinové struktuře a flexibilitě a emulzní vlastnosti na povrchové hydrofóbitě a na formování proteinového filmu okolo kapek oleje (Eisele, Brekke, 1981; Kim, Kinsella, 1987; Lin, Lakin, 1990). Utváření proteinové pěny a emulze není ovlivněno pouze způsobem přípravy proteinových izolátů lupiny, ale také na odtučňovacím roztoku lupinové mouky na výrobu proteinových izolátů lupiny. Nejlépe na pozdější pěnové vlastnosti a emulzní vlastnosti proteinových izolátů lupiny vyrobených v isoelektrickém bodě působí odtučnění lupinové mouky v etanolu a 2-propanolu, které ovlivňuje i emulzní vlastnosti a snižuje leguminovou chuť proteinových izolátů. Etanol a 2 propanol je vhodné používat na odtučnění mouky a vloček ze semen druhů *Lupinus albus* a *Lupinus luteus* z vysokým obsahem tuku (Bader et al., 2011).

Vlastnosti proteinů izolátů lupiny lze upravit chemickou, termální a enzymatickou modifikací.(Eisele, Brekke, 1981; Kim, Kinsella, 1987).

Na proteinovou pěnovost *Lupinus albus* nejlépe působilo zahřátí při 73° C na 14 minut před šleháním (Raymundo et al., 1998).

Vysoká teplota zdokonaluje nejen pěnovou kapacitu, stabilitu, ale i emulzní vlastnosti (Pozani et al, 2002). Pěnovost a emulzní vlastnosti lze zvýšit i přidáním některých látek jakými jsou DTT (dithiolerol), xantanová guma a NaCl do proteinového roztoku izolátů lupiny (Makri et al., 2005; Pozani et al., 2002; Raymundo et al., 1998). DTT ovlivňuje pouze pěnovou kapacitu (Pozani et al., 2002). Xantanová guma zvyšuje pěnovou a emulzní stabilitu proteinů lupiny (Pozani et al., 2002; Raymundo et al., 1998). NaCl v proteinovém roztoku lupiny snižuje emulzní stabilitu a zlepšuje pěnové vlastnosti lupinového proteinu (Makri et al., 2005).

Xantanová guma a NaCl nejlépe působí na pěnové vlastnosti proteinů izolátů typu F s γ -konglutiny oproti izolátům E s α , β a δ -konglutiny. Horší pěnové vlastnosti izolátu typu E s α , β a δ -konglutiny jsou způsobeny nahromaděním většího množství nerozpustných proteinů během výroby. Vlastnosti proteinových izolátů lupiny typu E s α , β a δ -konglutiny se nezlepšily ani po odstranění nerozpustné proteinové frakce (Karapantsios et al., 2010).

Dále pěnové vlastnosti ovlivňuje i pH roztoku (Raymundo et al., 1998). Snížením pH proteinového roztoku na 4 - 5 klesá pěnová aktivita proteinů lupiny (Wäsche et al., 2001). Rovněž na pěnovou a emulzní kapacitu hraje velkou roli množství tuku v proteinových izolátech lupiny. Proteinové koncentráty vyrobené z neodtučněné mouky vykazují větší viskoelasticitu způsobující pěnovou a emulzní kapacitu (Vasilakis, Doxastakis, 1999).

2.14 Tvorba gelů z izolátů proteinů lupiny

Schopnost proteinů vytvářet gely při vysokých teplotách patří k dalším vlastnostem proteinových izolátů lupiny po emulzních a pěnivých vlastnostech proteinů lupiny.

Proteinový gel lupiny nerozpustný v kyselině močové a sírové se produkuje zahřátím proteinového izolátu lupiny na 90 °C.

Podobně jako emulzní a pěnové vlastnosti i koncentrace proteinového gelu závisí způsobu výroby izolátů proteinů lupiny. Gel vyrobený z proteinových izolátů lupiny vytvořených dialýzou má nižší proteinovou koncentraci oproti gelu z proteinových izolátů lupiny vysrážených v isoelektrickém bodě (Kiosseoglou et al., 1999).

Zpevnění proteinového gelu lupiny lze dosáhnout přidáním xatanové gumy, NaCl a acetylací do proteinového izolátu lupiny (Kiosseoglou et al., 1999; Krause et al., 2001; Makri et al., 2005). Pro pevnější strukturu je vhodné ponechat ztuhnout proteinový gel lupiny s xantanovou gumou po dobu 10 dnů (Makri et al., 2006). Sukcinylace proteinových izolátů lupiny zvyšuje viskoelasticitu a snižuje pevnost proteinového gelu lupiny a acetylované proteiny izolátu lupiny produkují pevný gel s nižší viskoelasticitou (Krause et al., 2001).

Proteinové gely pocházející z různých izolátů proteinů lupiny s albuminy a globuliny mají po přidání NaCl stejné tvarové vlastnosti. (Mavrakis et al., 2003).

Proteinový gel lupiny s porovnáním proteinového gelu hrachu a sóji má nejlepší lomové vlastnosti (Makri et al., 2005). Fyzikální vlastnosti proteinového gelu lupiny jsou si nejbližší podobné s fyzikálními vlastnostmi sójového proteinového gelu (Kiosseoglou et al., 1999).

2.15 Vliv proteinových koncentrátů lupiny na potravinářské výrobky

Lupinové izoláty proteinů vhodnými přísadami do potravinářských výrobků. Například semolinová mouka se může nahradit proteinovými izoláty lupiny při výrobě špaget. Při porovnání usušených špaget se semolinovou moukou a proteinovými vysráženými izoláty *Lupinus albus* v isoelektrickém bodě s α , β konglutiny bylo zjištěno, že usušené špagety s 5 % lupinového proteinového izolátu mají podobné barevné a strukturní vlastnosti jako špagety ze semolinové mouky, které se zachovávají i během vaření (Doxastakis et al., 2007).

V těstě na chleba oproti těstu na špagety musí být až 6 – 9 % proteinových izolátů lupiny vysrážených v isoelektrickém bodě s globulíny, aby se zvýšila odolnost k deformacím, stabilita, roztažitelnost těsta a obsah esenciálních aminokyselin (Mubarak et al., 2001; Paraskevepolou et al., 2010). Není vhodné dávat do těsta více lepku než proteinových izolátů. Lepek omezuje v přítomnosti izolátů proteinů lupiny formování těsta. Rovněž izoláty proteinů lupiny vyrobené ultrafiltrací mají slabší vliv na texturu těsta než proteinové izoláty lupiny vysrážené v isoelektrickém bodě (Paraskevepolou et al., 2010).

Kvalita masných výrobků se zvyšuje pouze s 2 % izoláty proteinů lupiny při teplotě 90 °C vytvářející proteinový gel, který zesiluje strukturu masové směsi (Drakos et al., 2007). Párky vykazují lepší viskoelasticitu, barevné a texturní vlastnosti s 1 až 2 % vysráženými proteinovými izoláty lupiny. Překročením 3 % proteinových izolátů v těstě párků se zhoršují barevné, texturní vlastnosti a viskoelasticita párku (Alamanou et al., 1996). Lepší sensorické vlastnosti měly i fermentované uzeniny s 2 % izolátů proteinů lupiny (Papavergou et al., 1999).

Izoláty proteinů lupiny α , β konglutiny s emulzními vlastnostmi se mohou využívat při výrobě salátových dresingů (Wäsche et al., 2001).

Salátová dresingová emulze obsahující lupinový izolát s globulíny je stabilnější oproti emulzi s izolátem proteinů lupiny s albuminy, či s oběma izoláty. V přítomnosti obou izolátů vytlačují albuminy globuliny a snižuje se emulzní stabilita salátového dresingu (Papalamprou et al., 2006).

2.16 Bioaktivita lupinových proteinových koncentrátů.

Mimo potravinářství izoláty proteinů lupiny mají i budoucí uplatnění ve farmacii. Proteiny izolátů lupiny se svými bioaktivními účinky působí blahodárně na zdraví lidí a zvířat.

V jednom pokusu na zjištění bioaktivity proteinů lupiny se zkoušel vliv hydrolyzátů, proteinových izolátů lupiny a izolátů proteinů sóji na vazbu žlučových kyselin v *in vitro* podmínkách.

Lupinové proteinové hydrolyzáty vázaly žlučové kyseliny silněji oproti hydrolyzátům proteinů sóji. Z proteinových izolátů lupiny a sóji nejlépe vázal žlučové kyseliny *in vitro* kyselé rozpustný izolát proteinů lupiny. Kyselé rozpustné izoláty proteinů lupiny by se mohly využívat jako lék pro pacienty s vysokou hladinou cholesterolu (Yoshie-Stark, Wäsche, 2004).

Pasterizované izoláty proteinů lupiny při vyšších teplotách jsou prevencí proti rakovině a kardiovaskulárním chorobám. Pasterizace však nemá vliv na vázání izolátů proteinů se žlučovými kyselinami (Yoshie-Stark et al., 2006).

Izoláty proteinů lupiny vyrobené vysrážením v isoelektrickém bodě jsou vynikajícím zdrojem proteinů pro dietu a zlepšují trávení. Během procesu výroby izolátů proteinů lupiny se snižuje negativně působící Mn obsažený v semenech sladkých druhů rodu *Lupinus* a zvyšuje se množství esenciálních a neesenciálních aminokyselin. Chutnost lupinového izolátů proteinového izolátů lze vylepšit přidáním kyseliny askorbové. Dietetické využití izolátů proteinů se zjistilo pokusem na krysách. U kryš krmených izoláty proteinů lupiny v isoelektrickém bodě s kyselinou askorbovou se zvýšil denní příjem krmiva (Martínez-Villaluenga et al., 2007).

3. Souhrn

*Semena rodu *Lupinus* sladkých odrůd jsou vynikajícím zdrojem proteinů pro lidi a zvířata (Herzig et al., 2010).

*V proteinech semen rodu *Lupinus* převažuje z esenciálních aminokyselin hlavně argyrim (Suchý et al., 2006). Lupinová semena mají naopak malé množství některých sírných aminokyselin jako je např. methionin. V současné době se řeší tento nedostatek sírných aminokyselin řeší tvorbou geneticky modifikovaných rostlin s vysokým obsahem metioninu (Molting et al., 1997).

*Lupinové proteiny mohou posloužit ve fermentaci jako živiny pro mikroorganismy produkující antibiotika a enzymy (Jul et al., 2003).

*Procesem tvorby izolátů a hydrolyzátů proteinů lupiny se upravují některé vlastnosti proteinů. Mezi nejvýznamnější vlastnosti proteinů izolátů lupiny patří pěnivost, emulzní vlastnosti a schopnost proteinů vytvářet gely při vysokých teplotách. Vlastnosti proteinů lze ovlivnit přidáním některých látek jakými jsou xantanová guma a DTT ((Kiosseglou et al., 1999 ; Makri et al., 2005; Makri et al., 2006; Pozani et al., 2002; Raymundo et al., 1998).

*Izoláty proteinů lupiny jsou vhodnými přísadami do salátových dressingů, chlebových, špagetových těst a masných výrobků (Doxastakis et al., 2002; Drakos et al., 2002; Mubarak et al., 2001; Papalamprou et al., 2006).

* Izoláty proteinů semen rodu *Lupinus* mají bioaktivní účinky. Snižují cholesterol, slouží jako prevence proti rakovině a srdečním nemocem. Uvažuje se o využití izolátů ve farmaceutickém průmyslu (Yoshie-Stark et al., 2004; Yoshie-Stark et al., 2006).

4. Seznam použité literatury

- Alamanou S., Bloukas J. G. , Paneras, E. D., Doxastakis G. (1996): Influence of Protein Isolate from Lupin Seeds (*Lupinus albus* ssp. *Graecus*) on Processing and Quality Characteristic of Frankfurters. *Meat science*, Vol. 42, 79-93 pp.
- Alamanou S., Doxastakis G. (1997): Effect of wet extraction methods on the emulsifying and foaming properties of lupin seed protein isolates (*Lupinus albus* ssp. *Graecus*). *Food hydrocolloids*, vol. 11, 409-413 pp.
- Alamanou S., Doxastakis G. (1995): Thermoreversible size selective swelling polymers as a means of purification and concentration of lupin seed proteins (*Lupinus albus* ssp. *Graecus*). *Food hydrocolloids*, vol. 9, 103-109 pp.
- Allen J.G. (1998): Toxin and lupinosis. In: J.S. Glastones , C.A. Atkins H (Eds.), *Lupines as a crop plant biology, production and utilization*. South Perth: CAB International, (pp.411-428).
- Anonym (2007) SITUAČNÍ A VÝHLEDOVÁ ZPRÁVA LUSKOVIN. In [online]. Praha : Ministerstvo zemědělství ČR, [cit. 2011-02-22]. Dostupné z WWW: <www.mze.cz>.
- Bader S., Oviedo J.P., Pickardt C., Eisner P. (2011): Influence of different organic solvents on the functional and sensory properties of lupin (*Lupinus angustifolius* L.) proteins. *LWT- Food science and technology*, Vol. 44, 1-9 pp.
- Benavante-García and Castillo J. (2008): Update on uses and properties of citrus flavonoids: New findings in anticancer, cardiovascular and anti-inflammatory activity. *J.Agic. Food Chem.*, vol. 56, 6185-6205 pp.
- Blagrove, R.J., & Gillespie, J. M. (1975): Isolation, purification and characterisation of the seed globulins *Lupinus albus*. *Australian Journal of the Plant Physiology*, vol. 2, 13-27 pp.
- Bloksma, A., & Bushuk W. (1988): Rheology and chemistry of dough In V. Pomeranz (Ed.) *Wheat chemistry and technology* (pp.131-217). St. Paul, Mn: Am. Assoc. Cereal Chem.
- Böttinger, P. (2004): Etablierung eines Transformations systems für die Körnerleguminose *Vicia faba* (L.) zur Modifizierung der Aminosäurezusammensetzung im Samen. PhD zur Modifizierung der Am
PhD thesis. Freie Universität Berlin, Germany.

- Brillouet J., Riochet D. (1983): Cell wall polysaccharides and lignin in cotyledons and hulls of seed from various lupin (*Lupinus L.*) species. *Journal of the Sciences of Food and Agriculture*, vol.34, 861-868 pp.
- Capraro J., Magni Ch., Fontanesi M., Budelli A., Duranti M. (2008): Application of two-dimensional electrophoresis to industrial process analysis of proteins in lupin-based pasta. *LWT*, vol. 41, 1011-1017 pp.
- Capraro J., Spotti P., Magni Ch., Scarafoni A., Duranti M. (2010): Spectroscopic studies on the pH dependent structural dynamics of γ -conglutin the blood glucose lowering protein of lupin seeds, *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 47, 502-507 pp.
- Casey, R., Domoney, C., & Ellis, N. (1985): Legume storage proteins and their genes. *Oxford Surveys of Plant Molecular and Cell Biology*, vol. 3, 1-95 pp.
- Casey R., Domoney, & Venturin D. (1976): Protein composition of seed *Lupinus albus.*, *Journal of Food Sciences*, vol. 43, 1-95pp.
- de Lumen B. (2005): Lunasin: A cancer preventive soy peptide. *Nutrition Reviews*, 63 (1), 16-21pp.
- Dervas G., Doxastakis G., Hajisawa-Zinoviadi, Triantafillakos N. (1999): Lupin flour addition to wheat flour doughs and effect on rheological properties. *Food Chemistry*, vol. 66, 67-73 pp.
- Djiskra D.S., Linneman A.R., Van Boekel T.A. (2003): Towards sustainable production of protein rich-foods: Appraisal of eight crops of Western Europe. Part 2: Analysis of the technological aspects of the production chain *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 43, 481-506 pp.
- Dostálová J., Prugar J. (ed.) (2008): Luskoviny. In: Prugar J. (ed.) *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský a.s., Praha*, 202 pp.
- Doxastakis G. (2000): Lupin seed proteins, In: Doxastakis G., Kiosseoglou V., *Novel Macromolecules in Food systems*, Amsterdam, 7-38 pp.
- Doxastakis G., Kiosseoglou V. (2000): A brief introduction to novel food macromolecules. *Developments in Food Science*, vol. 41, 1-5 pp.
- Doxastakis G., Papageorgiou M., Mandalou D. Irakli M., Papalamprou, D'Agosta A., Resta D.m Boschini G., Arnoldi A. (2007): Technological properties and non-enzymatic browning of white lupin protein enriched spaghetti, *Food chemistry*, vol. 101, 57-64 pp.

Drakos A., Doxastakis G., Kiosseoglou V. (2007) Functional effects of lupin proteins in communitated meat and emulsion gels. Food chemistry, vol . 100, 650-655 pp.

Drakos A., Doxastakis G., Kiosseoglou V. (2007) Functional effects of lupin proteins in communitated meat and emulsion gels. Food chemistry, vol . 100, 650-655 pp.

Doxastakis G., Zafiriadis I., Irakli M., Marlani H., Tananaki C. (2002): Lupin, soya and triticale addition to wheat flour doughs and their effect on rheological properties, Food Chemistry, vol. 77, 219-227 pp.

Drakos A., Doxastakis G., Kiosseoglou V. (2007) Functional effects of lupin proteins in communitated meat and emulsion gels. Food chemistry, vol . 100, 650-655 pp.

Duranti M. (1986a): Enzymatic subunit splitting of lupin storage proteins. Die Nahrung, vol.30, 271-274 pp.

Duranti M. (1986b): The structure of lupin seed protein. Die Nahrung, vol. 30, 221-227 pp.

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

Duranti M., Cuccheti E., & Cerletti P. (1984): Changes in composition and subunit in the storage protein sof germating lupin seeds. Journal of Agriculture and Food Chemistry, vol. 32, 490-493 pp.

Duranti M., Faoro F., & Harris N. (1991): Immunocytochemical localization of conglutin γ and legumin-like globulin in developing and mature seeds of *Lupinus albus*. Protoplasma, vol. 161, 104-110 pp.

Duranti M., Gorinstein S., & Cerleti P. (1990): Rapid separation and detection of concavalin A reacting glycoproteins: application to storage protein sof a legume seed, Journal of Food Biochemistry, vol. 14, 886 – 896 pp.

Duranti M., Lovati M. R., Dani V., Barbiroli A., Scarafoni A., Castiglioni S., et al. (2004): The alpha subunit from soybean 7S globulin lowers plasma lipids and upregulates liver beta –VLDL receptors in rats fed hypochlorestemic diet, Journal of nutrition, vol 14, 1334-1339 pp.

Duranti M., Restani P, Poniatowska M., Cerletti P. (1981): The seed globulins of *Lupinus albus* Phytochemistry vol.20, 2071-2075 pp.

- Duranti M., Scarafoni A., Di Cataldo A., Sessa F. (2001): Interaction of metal ions with lupin seed conglutin γ , *Phytochemistry*, vol. 56, 529-533 pp.
- Duranti M., Sessa F., & Carpen A. (1992): Identification, purification and properties of the precursor of conglutin β , the 7S storage globulin of *Lupinus albus* L. seeds. *Journal of Experimental Botany*, vol. 43, 1373-1378 pp.
- Duranti, M., Sessa, F., Scarafoni, A., Bellini, T., & Dalocchio, F. (2000): Thermal stabilities of lupin seed konglutin γ protomers and tetramers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 48, 1118-1123 pp.
- Eisele TA, Breke CJ (1981)*J Food Sci*, vol. 46, 1095-1102 pp.
- El-Adawy T.A., Rahma E.H., El-Bedawey A.A., Gafar A. F. (2001): Nutritional potential and functional properties of sweet and bitter lupin seed protein isolates, *Food chemistry*, vol. 74, 455-462 pp.
- Erbas, M. (2010): The effects of different debittering methods on the production of lupin bean snack from bitter *Lupinus albus* L. seeds. *Journal of Food Quality*, vol. 33, 742-757 pp.
- Erbas M., Certel M., Uslu M.K. (2005): Some chemical properties of white lupin seeds (*Lupinus albus* L.). *Food chemistry*, vol. 89, 341-345 pp.
- Esnault M.A., Pichereau V., Klingler J. (1997): *Bot. Acta*, vol 110, 164-171pp.
- Evans A.J. (1994): The carbohydrates of lupins, composition and uses. In: Dracup M., Palta J (ed) *Processing of the first Australian Lupin Technical Symposium*. Western Australian Department of Agriculture, Sourth Perth. 110-114 pp.
- Gueguen J., Cerletti P. (1994): Protein of some legume seeds: soybean, pea, fababean and lupin, In: Hudson BIF, Chapman and Hall (ed), *New and Developing Sources of Food Proteins*, London, 145-155 pp.
- Guégen J., Chevalier M., Barbot J., & Schaefer F. (1998): Dissociation and agregation of pea legumin induced by pH and ionic strenght , *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 44, 167-182 pp.

Herzig I., Suchý P., Straková (2010) : Lupina a její význam pro zdraví lidí a ve výživě zvířat. Veterinářství, vol. 60, 416-419 pp.

Hojilla-Evangelista M. P., Sessa D. J., Mohamed A. (2004): Functional properties of Soybean and Lupin protein Concentrates Produced by Ultrafiltration-Diafiltration, Journal of the American Oil Chemists' Society, vol. 81, 115-1157 pp.

Hosnedl V., Vašák J., Mečiar L. (1998): *ROSTLINNÁ VÝROBA-2 : (LUSKOVINY, OLEJNINY)*. AGRONOMICKÁ FAKULTA ČZU V PRAZE , Praha, pp. 180.

Chango A., Villaume C., Bau H. M., Nicolas J. P., Méjean L. (1995): Fractionation by thermal coagulation of lupin proteins: physicochemical characteristics. Food research international, vol. 28, 91-99 pp

Chew P. G., Casey A. J., Johnson S.K. (2003): Protein quality and physico-functionality of Australian sweet lupin (*Lupinus angustifolius* cv. Gunguru) protein concentrates prepared by isoelectric precipitation or ultrafiltration. vol. 83, 575-585 pp.

Chobert J.M., Sitohy M.Z., Whitaker J.R. (1988) Solubility and emulsifying properties of caseins modified enzymatically by Staphylococcus V8 protease. Food chem., vol. 36, 220-224 pp.

Jayasena V., Leung P. P. Y., Nasar-Abbas S. M. (2010): Effect of lupin flour substitution on the quality and sensory acceptability of instant nodles. Journal of Food Quality, vol. 33, 709-727 pp.

Johnson S.K., Gray D.M.(1993): Strong ingredients derived from lupine potential for a range of dietary fiber applications. International Food Ingredients, vol. 5, 18-23 pp.

Jul L. B., Flengmark P., Gylling M., Itenov K. (2003): Lupin seed(*Lupinus albus* and *Lupinus luteus*) as a protein source for fermentation use , Industrial Crops and Products, vol. 18, 199-211 pp.

Kalač, Pavel (1992): Organická chemie-přírodní a kontaminující látky. Jihočeská universita, České Budějovice, 85 pp.

Karapantsios T.D., Papoti V.T., Doxastakis G. (2010): Foaming ativity of lupin protein isolates in the absence of insoluble protein aggregates. Colloids and surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects, 1-7 pp.

Khalil A., Mohamed S. S., Fakhira S. T., Kalsson N. E. (2006): Production of functional protein hydrolysates from Egyptian Leeds of soybean and lupin seeds. *African Journal of Biotechnology*, Vol. 5, 907-916 pp.

Kinsella J.E. (1979) *JAOCS*, vol. 56, 242-256

Kim S.H., Kinsella J.E. (1987): *J Food Science*, vol. 57, 1341-1352 pp.

Kiosseoglou A., Doxastakis, G., Aleviopoulos S., Kasapis S. (1999): Physical characterization of thermally induced network of lupin protein isolates prepared by isoelectric precipitation and dialysis. *International Journal of Food Science and Technology*, vol. 34, 253-263 pp.

Klos P., Poreba E., Springer E., Lampart-Szczapa E., Józefiak G. A. (2010): Identification of a Specific IgE-Binding Protein from Narrow-Leafed Lupin (*L. Angustifolius*) Seeds, *Journal of Food Science*, vol. 75, 39-43 pp.

Krause. J.-P., Bagger Ch., Schwenke K.D. (2001): Rheological properties of modified lupin proteins. *Nahrung/Food*, vol. 6, pp. 412-415 pp.

Lahola J., Grohmann L., Hofírek P., Hochman M., Horák A., Chalupa A., Chalupová L., Kolář I., Kolařík J., Ondřej M., Pavelková A., Rubeš L., Stryk J., Střída J., Šmirous P. (1990): *Luskoviny: pěstování a využití*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, pp. 224.

Lampart-Szczapa E., Konieczny P., Nogala-Kaľucka M, Walczak S., Kossowska I., Malinowska M. (2006): Some functional properties of lupin proteins by lactic fermentation and extrusion, vol. 96, 290-296 pp.

Lin S., Lakin A.L. (1990): *JAOCS*, 872pp.

Locati D., Morandi S., Zanotti M., Arnoldi A. (2006): Preliminary approaches for the development of a high-performance liquid chromatography/ electrospray ionization tandem mass spectrometry method for the detection and label-free semi-quantitation of the main proteins of *Lupinus albus* in foods, vol. 20, 1305-1316 pp.

Lqari H., Pedroche J., Girón-Calle J., Vioque J., Millán F. (2004): Purification and partial characterization of storage proteins in *Lupinus angustifolius* seeds, *Grasas y Aceites*, vol. 55, 364-369 pp.

Lqari H., Pedroche J., Girón-Calle J., Vioque J., Millán F. (2005): Production of lupinus angustifolius protein hydrolysates with improved functional properties, *Grasas y Aceites*, vol. 56, 135-140 pp.

Lqari H., Vioque J., Pedroche J., Millán F. (2002): *Lupinus angustifolius* protein isolates: chemical composition, functional properties and protein characterization. *Food Chemistry*, vol.76, 349-356 pp.

- Makri E., Papalamprou G., Doxastakis G. (2005): Study of functional of seed storage proteins from indigenous European legume crops (lupin, pea, broad bean) in admixture with polysaccharides. *Food hydrocolloids*, vol. 19, 583-593 pp.
- Makri E. A., Papalamprou M. E., Doxastakis G. (2006): Textural properties of legume protein isolate and polysaccharide gels. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 86, 1855-1862 pp.
- Magni C., Scarafoni A., Herndl A., Sessa F., Prinsi B., Espen L. (2007): Combined 2D electroforetic approaches for the study of white lupin mature seed storage proteome. *Phytochemistry*, vol. 68, 997-1007 pp.
- Magni Ch., Sessa F., Accardo E., Vanoni M., Morazzoni P., Scarafoni A., Duranti M. (2004): Conglutin γ , a lupin seed protein, binds insulin in vitro and reduces plasma glucose levels of hyperglycemic rats, *Journal of Nutritional Biochemistry*, vol. 15, 646-650 pp.
- Martínez-Villaluenga C., Torres a., Frias J., Vidal-Valverde C. (2010): Semolina supplementation with processed lupin and pingeon pea flours improve protein quality of pasta, *LWT-Food Science and Technology*, vol. 43, 617-622 pp.
- Martínez-Villaluenga C. M., Urbano G., Porres J. M., Frias J., Vidal-Valverde C. (2007): Improvement in food intake and nutritive utilization of protein from *Lupinus albus* var. *Multolupa* protein isolates supplemented with absorbic acid, *Food chemistry*, vol. 103, 944-951 pp.
- Martínez-Villaluenga C., Zielin'ski H., Frias J., Piskula M. K., Kozłowska H., Vidal –Valverde C. (2009): Antioxidant capacity and polyphenolic content of high-protein lupin products, *Food chemistry*, vol. 112, 84-88 pp.
- Mavrakis C., Doxastakis G., Kiosseoglou V. (2003): Large Deformation Properties and Model Commnuted Meat Products Containing Lupin Protein. *Jornal of food science*, vol. 68, 1371-1376 pp.
- Millán, F. et al. (1995): Study of neutral lipids of *Lupinus mutabilis* meal and isolates. *Journal of the American Oil Chemists society*, 72, 7471-7475
- Millán, F. et al. (1995): Study of neutral lipids of *Lupinus mutabilis* meal and isolates. *Journal of the American Oil Chemists society*, 72, 7471-7475
- Molving L., Tabe L. M., Eggum B . O., Moore A. E., Craig S., Spencer D., Higgins T. J. V. (1997): Enhanced methionine levels and increased nutritive value of seeds of transgenic lupins (*Lupinus angustifolius*) expressing a sunflower seed albumin gene, *Agricultural scienes*, vol. 94, 8393-8398 pp.

- Monti L. M., Grillo S (1983): Legume seed improvement for protein - content and quality. *Plants foods hum nutr*, vol. 32, 253-266 pp.
- Msika P., Piccirilli A., Paul L. (2006): Peptide extract of lupine and pharmaceutical or cosmetic or nutritional composition comprising the same. US PATENT 7029713
- Mubarak A. E. (2001): Chemical, nutritional and sensory properties of bread supplemented with lupin seed (*Lupinus albus*) products. *Nahrung/Food* vol. 45, 241-245 pp.
- Müntz, K. (1998): Deposition of storage proteins, *Plant molecular biology*. vol. 38, 77-99 pp
- Müntz K. (1989): Intracellular protein sorting and the formation of protein reserves in storage tissue cell of plant seeds. *Biochemie und Physiologie der Pflanzen*, vol. 185, 315-335 pp.
- Mülayim M., Tamcoç A., & Babaoglu A. (2002): Sweet lupins versus local bitter genotype: agronomic characteristic as affected by different planting densities in the Göller region in Turkey, *European Journal of Agronomy*, vol. 17, 181-189 pp.
- Papalamprou E., Doxastakis G., Kiosseoglou V. (2006): Model salad dressing emulsion stability as affected by the type of the lupin seed protein isolate, *Journal of the Science of Food and Agriculture* vol. 86, 1932-1937 pp.
- Papavergou E.J, Bloukas J.G., Doxastakis (1999): Effect lupin protein on quality characteristic of fermented sausages, *Meat science*, vol. 52, 421-427 pp.
- Paraskevopoulou A, E. Provatidou E., D. Tsotsiou, V. Kiosseoglou (2010) Dough rheology and baking performance of wheat flour–lupin protein isolate blends. *Food Research International*, pp. 43, 1009-1016pp.
- Pastor-Cavada E., Juan R., Pastor J.E., Alaiz M., Vioque J (2008): Antioxidant activity in the seed of four wild *Lupinus* species from southern Spain, *Journal of Food Biochemistry*, vol. 34, 149-160 pp.
- Pernollet J. C. (1978): Protein bodies of seeds: ultrastructure, biochemistry, biosynthesis and degradation. *Phytochemistry*, vol.17, 1973-1980pp.
- Petterson D.S., Composition and food uses of lupins. In: Gladstones J.S., Atkins C.A., Hamblin J., (Eds), *Lupins as crop plants: biology, production and utilization*, CAB International, Wallingford, Oxon (1998), p 353–384 .
- Petterson D.S., Mackintos J.B. (1994): The Chemical Composition and Nutritive Value of Australian Grain Legumes. Grains Research and development Corporation, Canberra

- Phillips L., Whitehead D, Kinsella (Eds) Academic press (1994) 111-130 pp.
- Pozani S., Doxastakis G., Kiosseoglou V. (2002): Functionality of lupin seed protein isolate in relation to its interfacial behaviour. *Food hydrocolloids*, vol. 16, 241-247 pp.
- Raymundo A., Empis J., Sousa I. (1998): White lupin isolate as a foaming agent. *Z Lebensm Unters Forsch A*, vol. 207, 91-96 pp.
- Restani, P., Duranti, M., Cerletti, P. & Simoneti, P. (1981): Subunit composition of the seed globulins of *Lupinus albus*, *Phytochemistry*, vol. 20, 2077-2083 pp.
- Salmanowich, B. P., & Weder, J. K. P. (1997): Primary structure of 2S albumin from seeds of *Lupinus albus*. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung*, vol. 204, 129-135pp.
- Scarafoni A., Di Catadalo A., Vassilevskaia T.D., Bekman E.P., Rodrigues-Pousada C., Ceciliani F(2001): Cloning, sequencing and expression in the seeds and radicles of two *Lupinus albus* conglutin γ genes, *Biochimica et Biophysica Acta*, vol. 1519, 147-151 pp.
- Scarafoni A., Ronchi A., Duranti M. (2010): γ -Conglutin, the *Lupinus albus* XEGIP-like protein, whose expression is elicited by chitosan, lacks of the typical inhibitory activity against GH12 endo-glucanases, *Phytochemistry*, vol.71, 142-144 pp
- Schumacher H., Paulsen H.M., Gau A.E., Link W., Jürgens H. U., Sass O. Dietrich R. (2011): Seed protein aminoacid composition of important local grain legumes *Lupinus angustifolius* L., *Lupinus luteus* L., *Pisum sativum* L., *Plant breeding*, vol. 130, 156-164 pp.
- Siddique H. R., Saleem M. (2011): Beneficial health effects of lupeol triterpene: A review of preclinical studies, *Life Sciences*, vol. 88, 285-293 pp.
- Singh M., Arseneault M., Sanderson T., Murthy V. Ramassamy C 2008): Challenges for research on polyphenols from foods in Alzheimer's disease: Bioavailability, Metabolism and cellular and molecular mechanisms. *J.Agric. Food Chem.*, vol. 56, 4855-4873 pp.
- Sirtori E., Resta D., Arnoldi A., Savelkoul H. F. J., Wichers H. J. (2011): Cross-reactivity between peanut and lupin proteins, *Food chemistry*, vol. 126, 902-910 pp.

- Sirtori E., Resta D., Brambilla F., Zacherl Ch., Arnoldi A. (2010): The effects of various processing conditions on a protein isolate from *Lupinus angustifolius*, *Food Chemistry*, vol. 120, 495-504 pp.
- Sironi E., Sessa F., Duranti M. (2005): A simple procedure of lupin seed protein fractionation for selective food applications, *Eur Food Res Technology*, vol. 221, 145-150 pp.
- Straková E., Suchý P., Večerek V., Šerman , Mas N., Juzl M. (2006): Nutritional composition of seeds of the genus *Lupinus*, *Acta Veterinaria Brno*, vol. 4, 489-493 pp.
- Suchy P., Strakova E., Vecerek V., Serman V., Mass N. (2006): Testing of two varieties of lupin seeds as substitutes for soya extracted meal in vegetable diets designed for young broilers , *Acta Veterinaria*, vol. 75, 495-500 pp.
- Shewry, P. R., Napier, J. A., & Tatham, A. S. (1995): Seed storage proteins: structures and biosynthesis. *Plant Cell*, vol. 7, 945-956 pp.
- Tabe L., Higgins T.J.V. (1998): Engineering plant protein composition for improved nutrition., *Trends Plant Sci.* vol. 3, 282—286pp.
- Torres A., Frias J., Granito M., Guerra M, Vidal-Valverde C. (2007): Chemical, biological and sensory evaluation of pasta products supplemented with α -galactoside- free lupin flours. vol. 87, 74-81 pp.
- Vasilakis K., Doxastakis G. (1999): The rheology of lupin seed (*Lupinus albus* ssp.graecus) protein isolate films at the corn oil-water interface. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, vol. 12, 331-337 pp.
- Velíšek, Hajšlová (2009): *Chemie potravin 1*. OSSIS, Havlíčkův Brod, 602 pp.
- Velíšek, Hajšlová (2009): *Chemie potravin 2*. OSSIS, Havlíčkův Brod, 644 pp.
- Wäsche A., Müller, Knauf U. (2001): New processing of lupin protein isolates and functional properties. *Nahrung/Food*, vol. 45, 393-395 pp.
- Weber, E., & Neumann, D. (1980): Protein bodies, storage organelles in plant seeds. *Biochemie und Physiologie der Pflanzen*, vol. 175, 279-306.pp
- Xu J., Mohamed A.A. (2003): Thermal and Rheological properties of *Lupinus albus*. *JAOCS*, vol. 80, 763-766 pp.

Yanez E., Ivanovic D., Owen D.F., Ballester D. (1983): Chemical and nutritional–evaluation of sweet lupines. *Annals of Nutrition and Metabolism*, vol.6 ,513-520 pp.

Yoshie-Stark Y., Bez J., Wäsche A. (2006): Effect of different pasteurization conditions on bioactives of *Lupinus albus* protein isolates, *Food Science & Technology*, vol. 39, 118-123 pp.

Yoshe-Stark Y., Wäsche A. (2004): In vitro binding by lupin protein isolates and their hydrolysates, *Food chemistry*, vol. 88, 179-184 pp.

Weber, E., & Neumann, D. (1980): Protein bodies, storage organelles in plant seeds. *Biochemie und Physiologie der Pflanzen*, vol. 175, 279-306.pp.

Zayas, J.F. (1997): *Functionality of proteins in food*. Berlin (Germany): Springer-Verlag.

Zdunczyk Z., Juskiewicz J., Frejnagel S., Flis M., Godycka I. (1994): Chemical composition of the cotyledons and seed chat and nutritional value of whole and hulled seeds of yellow lupin. *Journal of Animal and Feed Sciences*, vol.3, 141-148 pp.