

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
FAKULTA BIOTECHNOLÓGIE A POTRAVINÁRSTVA
2123973**

**KVANTITATÍVNA ANALÝZA CELIAKÁLNE
AKTÍVNYCH BIELKOVÍN V RASTLINNÝCH
SUROVINÁCH**

2011

Bc. Simona Fajnorová

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
FAKULTA BIOTECHNOLÓGIE A POTRAVINÁRSTVA**

**KVANTITATÍVNA ANALÝZA CELIAKÁLNE
AKTÍVNYCH BIELKOVÍN V RASTLINNÝCH
SUROVINÁCH
(Diplomová práca)**

Študijný program:	Biotechnológia
Študijný odbor:	2908800 biotechnológia
Školiace pracovisko:	Katedra biochémie a biotechnológie
Školiteľ:	Doc. RNDr. Dana Urminská, CSc.

Nitra 2011

Bc. Simona Fajnorová

Čestné vyhlásenie

Podpísaná Simona Fajnorová vyhlasujem, že som diplomovú prácu na tému „Kvantitatívna analýza celiakálne aktívnych bielkovín v rastlinných surovinách“ vypracovala samostatne s použitím uvedenej literatúry. Diplomová práca bezprostredne nadväzuje na bakalársku záverečnú prácu „Biochemická a výživná kvalita surovín a potravín pre bezlepkovú diétu“, obhájenú v roku 2009.

Som si vedomá zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 10. apríla 2011

Simona Fajnorová

Pod'akovanie

Touto cestou chcem poďakovať mojej školiteľke doc. RNDr. Dane Urminskej, CSc., za podnetné rady, metodické usmernenie a pomoc pri vypracovaní diplomovej práce.

Zároveň sa chcem poďakovať všetkým, ktorí sa akýmkoľvek spôsobom podieľali pri tejto práci.

ABSTRAKT

Obilniny predstavujúce základnú surovinu ľudskej výživy sú zdrojom nutrične hodnotných látok, avšak okrem látok významných pre ľudskú výživu nachádzame v zrnách cereálií aj látky, ktoré môžu u niektorých jedincov vyvolávať nepriaznivé reakcie organizmu – alergie. Príkladom možného alergénu sú zásobné bielkoviny zrna obilnín, tzv. gliadíny, ktoré sú v pšenici súčasťou štruktúry nazwanej lepok alebo glutén. Lepok je reprezentovaný skupinou zásobných bielkovín prolamínov a glutelínov. Práve tieto bielkovinové frakcie zrna obilnín vyvolávajú u citlivých jedincov celiakálne ochorenie. Celiakia je chronické ochorenie, ktoré sprevádza postihnutého jedinca počas celého života, pričom zasiahnutý je celý organizmus. Počas priebehu ochorenia dochádza k poškodeniu sliznice tenkého čreva, v dôsledku čoho sa objavujú aj poruchy vstrebávania životne dôležitých látok. Jedinou účinnou liečbou celiakálnej sprue je striktné dodržiavanie prísnej bezlepkovej diéty počas celého života. To znamená úplné vylúčenie potravín obsahujúcich už aj stopové množstvá lepku zo stravy. Cieľom práce bolo spracovanie literárneho prehľadu v oblasti celiakie, biochemickej a chemickej charakteristiky vybraných plodín, ktoré sú alebo nie sú vhodné pre výživu celiakov a tiež analýza prítomnosti celiakálne aktívnych bielkovín vo vybraných rastlinných druhoch, ktoré sú najčastejšími surovinami ľudskej výživy. Zo stanovenia zastúpenia celkového dusíka, hrubého proteínu a bielkovinového dusíka, ako aj z určenia frakčnej skladby bielkovín vybraných druhov rastlinných surovín možno pre výživu celiakov odporučiť najmä cícer (1,39 % prolamínov), sóju (1,5 % prolamínov), hrachor (1,6 % prolamínov) a proso (4,43 % prolamínov). Naproti tomu konzumácia pšenice, jačmeňa a tritikale sa počas celiakálneho ochorenia zakazuje, nakoľko v týchto plodinách sa kvantitatívnou analýzou preukázalo vysoké zastúpenie (31,30 – 33,78 %) prolamínových frakcií bielkovín vyvolávajúcich u senzitivných jedincov poškodenie sliznice tenkého čreva.

Kľúčové slová:

celiakia, glutén, prolamíny, lepok, bezlepková diéta

ABSTRACT

Cereals constitute the basic raw material of human nutrition as a source of nutritionally valuable substances, but excluding those relevant to human nutrition are found in grain cereals and substances that may in some individuals cause adverse reactions of the organism - allergies. Example of the allergen are storage proteins of cereal grains, so called. gliadins, which are part of the structure in wheat called gluten or gluten. Gluten is a protein stock represented a group of prolamins and glutelinov. It is these protein fractions of cereal grains in susceptible individuals cause celiac disease. Celiac disease is a chronic disease that is accompanied by the affected individual throughout life, and affected the whole organism. During the course of the disease there is damage to the lining of the small intestine, resulting in emerging and malabsorption of vital substances. The only effective treatment for celiac disease is strict adherence to a strict gluten-free diet throughout life. This means the complete exclusion of foods containing trace amounts already gluten from the diet. The aim was to process literature review on celiac disease, biochemical and chemical characteristics of selected crops, which are or are not suitable for food and celiac disease also analyzed for the presence of proteins in celiac aktivnych selected plant species which are the main raw materials of human nutrition. Representation of the determination of total nitrogen, crude protein and protein nitrogen, as well as from the determination of fractional protein composition of selected species of plant materials for food celiac disease can particularly recommend the chickpea (1,39 % prolamins), soybean (1,5 % prolamins), lathyrus (1 , 6% prolamins) and millet (4,43 % prolamins). By contrast, consumption of wheat, barley and triticale are prohibited during celiac disease, since these crops in the quantitative analysis showed high percentage (31,30 to 33,78 %), prolamins protein fractions in sensitive individuals causing damage to the lining of the small intestine.

Keywords:

celiac disease, gluten, prolamins, gluten, gluten-free diet

OBSAH

ÚVOD	8
1 PREHĽAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY.....	9
1.1 Celiakia	9
1.1.1 Charakteristika ochorenia	9
1.2 História ochorenia.....	11
1.3 Príčiny ochorenia	12
1.4 Potravinové alergie a potravinové intolerancie	15
1.5 Klinický obraz celiakálneho ochorenia.....	16
1.6 Formy celiakie	17
1.7 Liečba celiakie.....	19
1.8 Charakteristika skúmaných druhov cereálií	21
1.8.1 Pšenica	21
1.8.2 Jačmeň	22
1.8.3 Ovos.....	23
1.8.4 Triticale.....	25
1.8.5 Pohánka.....	25
1.8.6 Cícer	26
1.8.7 Proso	27
1.8.8 Hrachor	28
1.8.9 Sója	28
1.8.10 Kukurica.....	29
1.9 Zloženie obilného zrna.....	30
1.9.1 Bielkoviny.....	31
1.9.2 Sacharidy	33
1.9.3 Lipidy.....	34
1.9.4 Minerálne látky	34
1.9.5 Vitamíny	35
1.10 Pšeničný lepok.....	35
1.11 Výživa a celiakia.....	36
1.11.1 Suroviny tvoriace základ pre bezlepkovú diétu	37
1.11.1.1 Zemiaky.....	38

1.11.1.2 Ryža	39
1.11.1.3 Láskavec	40
1.11.2 Bezlepková diéta	41
2 CIEĽ PRÁCE	45
3 MATERIÁL A METODIKA	46
3.1 Analyzovaný biologický materiál	46
3.2 Biochemické metódy	46
3.2.1 Stanovenie celkového dusíka podľa Kjeldahla	46
3.2.2 Stanovenie bielkovinového dusíka podľa Barnsteina	47
3.2.3 Frakcionácia bielk. komplexu zrna obilnín podľa Osborneho	48
4 VÝSLEDKY A DISKUSIA	49
5 NÁVRH NA VYUŽITIE VÝSLEDKOV	64
6 ZÁVERY	65
7 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	66

ÚVOD

Každý človek potrebuje pre svoj rast vývin a vykonávanie všetkých životných funkcií dostatočný prísun energie. Energiu, stavebné a zásobné látky ľudský organizmus prijíma prostredníctvom výživy. Základom ľudskej výživy sú cereálie, pretože práve ich zrná sú hodnotným a pomerne lacným zdrojom energie. Keďže obilniny predstavujú základňu potravinovej pyramídy, pre zdravú životosprávu každého jedinca je potrebné vyvážené zastúpenie sacharidov, lipidov, bielkovín, vitamínov a minerálie v ich zrnách. Okrem nutrične hodnotných látok môžu byť zrná obilnín tiež zdrojom antinutričných látok, prevažne alergénov. Aj keď je ľudstvo čoraz odolnejšie voči mnohým civilizačným ochoreniam, práve alergie zaznamenávajú v ostatnom období stúpajúci trend. Stále častejšie sa v ľudskej populácii objavujú alergie a intolerancie na potraviny. Príkladom takéhoto ochorenia je celiakia.

Celiakia je autoimunitné zápalové ochorenie tenkého čreva, ktoré sa vyznačuje precitlivosťou na lepok. V užšom zmysle slova lepok reprezentujú zásobné bielkoviny nachádzajúce sa v zrnách pšenice, ale v dietologickej praxi sa v súvislosti s celiakiou ako lepok označujú bielkoviny obilnín - prolamíny a glutelíny. Hlavné prolamínové frakcie bielkovín sú považované za spúšťače celiakálneho ochorenia, ktoré navodzujú poškodenie sliznice tenkého čreva. Poškodené črevo v dôsledku atrofie klkov, nie je schopné vstrebávať ani ostatné životne dôležité látky – vodu a živiny, ako sú bielkoviny, tuky, železo a vápnik.

Celiakálna sprue alebo gluténová enteropatia je dedičné ochorenie, ktoré postihnutého jedinca sprevádza po celý život. Celiakiu nemožno úplne vyliečiť, iba možno zmierniť jej príznaky. Ako jediná úspešná terapia sa uplatňuje prísna bezlepková diéta. Bezlepková diéta znamená úplné vylúčenie potravín a surovín, ktoré by mohli obsahovať stopy gluténu zo stravy. Dietetický režim je nutné dodržiavať dostatočne prísne, nakoľko aj minimálny obsah lepku v potravine môže navodzovať progresiu ochorenia. Bezlepková diéta teda vyžaduje vynechanie potravín z pšenice, jačmeňa a raže z dennej stravy a odporúča sa ich náhrada potravinami pripravenými na báze ryže, kukurice, zemiakov a strukovín.

1 PREHLAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

1.1 Celiakia

1.1.1 Charakteristika ochorenia

Podľa Michalíka a Bauerovej (2001) sú celiakálna sprue, gluténová enteropatia, infantilizmus, Geeova-Herterova-Heubnerova choroba, gluténsenzitívna enteropatia, netropická sprue alebo idiopatická sprue sú synonymické pomenovania, ktoré sa používajú na označenie chronického celiakálneho ochorenia. Kadlec (1997) uvádza, že celiakia zahŕňa rozličné chronické enteropatie detského veku, ktoré bývajú spojené s malabsorpciou živín, ako sú gluténom indukované enteropatie, exsudatívne enteropatie s enterálnou stratou bielkovín a steatoreou, abetalipoproteínémia, gluténom neindukovaná enteropatia (cystická fibróza) a infekčné enteropatie (enteritídy, lambliazy). Celiakiu popisuje vo svojich prácach aj Pekárková (2004), a to ako geneticky podmienenú glutén senzitívnu enteropatiu a autoimunitné poškodenie sliznice tenkého čreva, ktoré vzniká po prijímaní gluténu v potrave.

Cole a Kagnoffe (1985) sa zhodujú na tom, že celiakálne ochorenie je aktivované prijatím určitého množstva prolaminových bielkovín pšenice, jačmeňa, raže a ovsu, čo vedie k poškodeniu sliznice tenkého čreva. Práve tieto obilniny majú úzky taxonomický vzťah, všetky pochádzajú z čeľade tráv (*Gramineae*). Ovos, ktorý aktivuje ochorenie len vo veľkých množstvách, bol neskôr od pšenice, jačmeňa a raže oddelený. Taktiež ryža a kukurica (neaktivujú ochorenie) stoja v evolúcii od nich oddelene.

Celiakia alebo gluténová enteropatia je teda chronický zápal sliznice tenkého čreva, ktorý sa prejavuje u ľudských jedincov s určitými genetickými vlohami. Spôsobuje ju neznášanlivosť bielkovinového komplexu, ktorý sa nazýva glutén alebo lepok. Termínom celiakia sa popisuje patofyziologický stav, pri ktorom je u pacientov rozvinutá intolerancia na isté sekvencie aminokyselín, ktoré sa nachádzajú v prolaminoch pšenice, jačmeňa a raže (gliadíny, hordeíny a sekalíny). Ochorenie vedie ku vzniku imunologicky sprostredkovaných lézií v tenkom čreve a následne k malabsorpcii z dôvodu „toxického“ účinku (Murray, Loftus, 2003).

Celiakálne ochorenie je známe tým, že je spôsobené zásobnými proteínmi rozpustnými v alkohole – prolaminmi. Sú to gliadíny pšenice, sekalíny raže a hordeíny

jačmeňa. Ako toxické agens sa niekedy uvádzajú aj aveníny ovsa, no názory na ich pôsobenie sa značne rozchádzajú. U pacientov s celiakálnym ochorením je ovos dobre tolerovaný, čo je preukázané klinickými skúškami a taktiež to potvrdzujú aj štúdie in vitro (Storrsrud et.al, 2003).

Wieser (2001) poukazuje na to, že do úvahy treba brať vysoké riziko kontaminácie ovsa ostatnými cereáliami, ku ktorému môže dôjsť najmä pri technologickom spracovávaní zrna. Aj prolamíny ostatných cereálií, ako napr. zeíny kukurice a iné pre pacientov s celiakiou škodlivé nie sú. Celiakia ako autoimunitné ochorenie je spúšťaná cereálnymi lepkovými proteínmi. Murray (1999) popisuje celiakiu ako charakteristické poškodenie tenkého čreva, ktoré je výsledkom geneticky podmienenej imunologickej intolerancie na lepok prijatý potravou. Celiakia sa líši od tradičných potravinových alergií manifestovaných prítomnosťou imunoglobulínu E, tým, že chronická zápalová odpoveď je indukovaná priamo v mieste poškodenia.

Fasano (2001) v stručnosti uvádza, že celiakia je autoimunitná enteropatia, ktorú u predisponovaných jedincov aktivuje príjem obilného zrna s obsahom lepku.

Množstvo klkov, ktoré sa nachádzajú na tenkom čreve, vyčnievajú do lumenu a tým mnohonásobne zväčšujú jeho plochu na vstrebávanie živín. Pri celiakii, ako doživotnej neznášateľnosti lepku, dôjde po jeho príjme k zápalovej imunologickej reakcii črevnej sliznice, následne k jej ťažkému poškodeniu, atrofii klkov, strate resorpčných buniek a tráviacich enzýmov. Výsledkom je znížená schopnosť príjmu dostatočného množstva potravy (Kováčová, Pekárková, 1996).

Ochorenie sa diagnostikuje súborom špeciálnych vyšetrení, napr. vyšetrením množstva nestrávených tukov, D-xylózovým testom, črevnou biopsiou, kedy sa malá vzorka črevnej sliznice vyšetruje pod mikroskopom, rtg vyšetrením črevného traktu, a ďalšími testami dokazujúcimi poruchy črevnej resorpcie. Priaznivá odpoveď na bezlepkovú diétu býva potvrdením správnej diagnózy. Pokiaľ choroba nie je dlhodobá a správne liečená, pretrváva okrem celej doby detstva až do dospelosti. Jedná sa pravdepodobne o vrodené chyby niektorých tráviacich enzýmov. Po dlhobodej a správnej liečbe sa často tráviace problémy upravujú, avšak choroba môže prebiehať často ďalej vo svojej miernejšej forme. Takéto deti potom často zaostávajú v raste, no pri správnom a dlhodobom liečení sa choroba upravuje a sú plnohodnotné svojim rovesníkom (Pelikán, 1981).

Frič a Jurgoš (2006) vo svojich štúdiách uvádzajú, že celiakia je ochorenie dedičné, pričom postihuje častejšie ženy, belochovej a jednovaječné dvojčatá. Pri

diagnostike ochorenia u jedného člena rodiny je potrebné vykonať vyšetrenia u všetkých prvostupňových príbuzných. V rámci jednej rodiny bývajú často postihnutí viacerí členovia, pričom predispozícia ochorenia môže pretrvávať bez akýchkoľvek príznakov.

Krajčírová (2005) uvádza nasledovné symptómy charakterizujúce celiakálnu malabsorpciu: nafukovanie, kŕče, vetry, unavenosť, chronická hnačka, chudokrvnosť, krvácanie, sensorické poruchy a zastavenie rastu. Pacienti trpiaci celiakiou sú vystavení zvýšenému riziku vzniku lymfómov a adenokarcinómov tráviaceho traktu. Dlhodobá malabsorpcia môže mať za následok poškodenie viacerých orgánových sústav. Pri neliečených tehotných ženách dochádza k vyššiemu riziku potratov a vrodených malformácií.

Podľa Michalíka a Bauerovej (2001) sa frekvencia výskytu ochorenia pohybuje v rozpätí 1:500 až 1:1000, pričom v epidemiológii sú značné geografické rozdiely. Najviac jedincov postihnutých celiakiou sa vyskytuje v juhozápadnom Írsku (1:300), Škótsku (1:850), Švédsku (1:960). Na území bývalého Československa sa výskyt ochorenia pohybuje okolo hodnoty 1:1000 a v Severnej Amerike 1:5000.

Michalík a Bauerová (2001) ďalej uvádzajú, že prvé príznaky celiakálnej sprue možno pozorovať v šiestom až deviatom mesiaci života, po prechode z dojčenskej stravy na výživu s obsahom obilných produktov. Ochorenie však môže prepuknúť v každom veku. Ochorenie sa začne klinicky prejavovať v druhom roku života a následne sa objavujú črevné patologické symptómy s pribúdajúcim vekom jedinca. Počas puberty sa črevné problémy zvyknú zmierniť, avšak v dospelom veku dochádza k opätovnému prepuknutiu ochorenia v dôsledku reakcie organizmu na zmeny životného prejavu a záťaž, ako sú stres, diéty a iné.

1.2 História ochorenia

Podľa Michalíka a Bauerovej (2011) bolo celiakálne ochorenie známe už v 2. storočí p. n. l., kedy jej príznaky po prvýkrát popísal rímsky lekár Galenos a pomenoval ju koiliakos (z gréčtiny- črevné ťažkosti).

V roku 1888 podal klinický popis niektorých typických príznakov celiakálneho ochorenia, ako steatorhea- tuková stolica a celková únava doktor Samuel Gee. Popísal ho ako detské ochorenie, ktoré sa prejavuje nadutým bruchom, podvýživou a hnačkami s mastnou stolicou. Už v tej dobe uviedol názor, že vyvolávajúcou príčinou ochorenia je

neznámy diétny faktor a ak má byť pacient liečený, tak jedine v zmysle diéty (Loustarinen, 2003).

Ciclitira (2001) uvádza, že o vlastný spôsob liečby sa v roku 1924 Haas, ktorý zo stravy chorých detí vylúčil obilniny, chlieb, sucháre, zemiaky a pokúsil sa o banánovú diétu.

Pediater W. K. Dicke si počas druhej svetovej vojny, keď bol v Holandsku nedostatok obilia a chleba spozoroval ústup celiakálneho ochorenia a následne jeho rýchly relaps v roku 1953 po tom, ako krajinu začali zásobovať chlebom švédske lietadlá. Predpokladal, že práve pšeničná múka, respektíve jej lepková frakcia je toxickým agens v prípade celiakie (Ciclitira, 2001). Atrofiu sliznice tenkého čreva s chronickým zápalom pri celiakálnom ochorení zistili len o pár rokov neskôr Paulley et al. (1956).

Podľa Loustarinena (2003) výrazné zjednodušenie diagnostiky celiakálneho ochorenia priniesol rozvoj perorálnej intestinálnej biopsie Shinerom v roku 1957.

1.3 Príčiny ochorenia

Podľa Krkoškovej, Mackovej a Šimkovej (1998) doteraz neboli jednoznačne definované patogenetické mechanizmy celiakálnej sprue. Tiež primárne príčiny ochorenia od následkov chorobného procesu nie je ľahké odlíšiť.

Aj podľa Michalíka a Bauerovej (2001) je k dispozícii menej informácií o príčinách vzniku ochorenia ako o jeho dôsledkoch. Existujú dve základné hypotézy, ktoré sa pokúšajú vysvetliť príčiny vzniku ochorenia. Predpoklad dedičnosti látkového metabolizmu je jednou, a predstava o autoimunitnej reakcii na prítomnosť gliadínových proteínov je druhou.

V patogenéze celiakie zohráva významnú úlohu imunitný systém, čo sa postupne dokazuje rôznymi testami. Cudzie látky – alergény vyvolávajú po vniknutí do organizmu obranné reakcie za účelom eliminácie tejto cudzorodej látky, čo je základom imunitnej reakcie.

Ferenčík (1989) súbor týchto reakcií definuje ako imunitnú odpoveď, ktorá môže byť vzhľadom na organizmus hostiteľa prospešná, škodlivá alebo indiferentná. Imunitný systém človeka sa rozdeľuje na špecifickú a nešpecifickú imunitu ([http 1](http://)).

Mechanické bariéry ako sú pokožka, sliznice, chemické bariéry, ako hlieny, lyzozým, slzy, chemické látky ako histamín alebo interferón, neutrofilné granulocyty,

eozinofily a zápal tvoria vrodenu, nešpecifickú imunitu. Na základe špecifickej odpovedi organizmu na cudzorodé látky, mikroorganizmy alebo alergény sa získava špecifická imunita. Antigény- molekuly, ktoré sú na povrchoch týchto častíc sú rozpoznávané špeciálnymi typmi lymfocytov T-lymfocytmi a B-lymfocytmi. Špecifickú bunkovú imunitu tvoria teda práve tieto bunky. Imunitná odpoveď organizmu sa ešte okrem toho skladá z humorálnej imunity, predstavujú ju B-lymfocytmi produkované protilátky a systém antigénov HLA (human leukocyte antigen).

Determinantami alebo epitopmi nazývame antigény, ktoré majú na svojom povrchu typické oblasti a sú rozpoznávané imunitným systémom. Práve tieto epitopy sú rozpoznávané lymfocytmi a protilátkami.

Bunky, produkujúce protilátky, teda B-lymfocyty rozdeľujeme do viacerých tried: v slinách, hliene, slzách a v sekrétoch tráviaceho traktu sa vyskytujú IgA protilátky. Tieto sa uplatňujú najmä voči bakteriálnym patogénom. Pri alergických reakciách zohrávajú významnú úlohu protiláky IgE. Imunoglobulíny viažuce toxíny aj patogénny, čím uľahčujú ich zachytenie fagocytmi sú najčastejšie sa vyskytujúce protilátky IgG. IgD protilátky zatiaľ svoju funkciu nemajú dostatočne preskúmanú.

Alergén alebo patogén je pri kontakte s organizmom rozpoznávaný a transportovaný do lymfatického tkaniva zložkami nešpecifickej imunitnej odpovede. Následne dochádza k aktivácii B-lymfocytov, T-lymfocytov a produkcii protilátok. Doteraz však imunitná odpoveď na prolaminové bielkoviny nie je presne vysvetlená. Dochádza ku nej po štiepení gluténu na peptidy s typickou sekundárnou štruktúrou po pôsobení tráviacich enzýmov (Jabri- Solid, 2006). Stenou črevnej sliznice vniknuté peptidy ďalej prechádzajú do prostrednej vrstvy črevného epitelu- lamina propia. Vznik špecifickej väzby týchto peptidov na imunoproteíny a aktiváciu T-buniek spôsobí enzým transglutamináza, ktorá čiastočne deaminuje molekuly glutamínu na kyselinu glutámovú (Waszcuk et al., 2007).

Sekrécia pro-zápalových cytokínov (bielkoviny, ktoré aktivujú imunokompetentné bunky), hlavne γ -interferónu (Wieser, 2004) je vyvolaná práve aktiváciou T-lymfocytov, čo sa prejaví ako alergická reakcia po konzumácii bielkovín-prolamínov (Jabri- Sollid, 2006).

Podľa Hill- McMillan (2006) identifikovanie enzýmu tkanivová transglutamináza v roku 1997, ako antigénu, vyskytujúceho sa vo vnútri spojivového tkaniva okolo hladkého svalstva- endomysia prispelo významnou mierou k poznaniu podstaty celiakie. V patogenéze celiakálneho ochorenia zohráva kľúčovú úlohu enzým

tkanivová transglutamináza, ktorý vyvolá intenzívnejšiu produkciu špecifických T-buniek, ktoré prispievajú k zápalu čreva a následnej aktivácii B-buniek pomocou modifikácie gluténových bielkovín. V celom organizme je zosieťovanie proteínov v extracelulárnej časti tkanív, aj intracelulárnom cytoskelete katalyzované týmto enzýmom. Tkanivová transglutamináza zohráva tiež úlohu pri formovaní granulačných tkanív, raste nádorov a apoptóze, teda programovanej smrti buniek (Vader et al., 2002, Rostom et al. 2005).

Lowichik- Book (2003) a León et al. (2005) zistili, že deamináciou zvyškov aminokyselín v bielkovinových reťazcoch enzýmov, vznikajú štruktúry so zvýšenou afinitou k ďalším zložkám imunitnej reakcie organizmu. Riha et al. (1996) zasa uvádza, že k deaminácii glutamínov môže dôjsť už počas výroby potravín z obilnej múky, alebo až v žalúdku za pôsobenia kyseliny chlorovodíkovej počas trávenia (Sjostrom et al, 1998).

Shan et al. (2002) a Mowat (2003) uvádzajú, že aminokyseliny prolín a glutamín sú veľmi často zastúpené v troch peptidoch, ktoré sú u pacientov s celiakiou rozpoznávané T-lymfocytmi. Tieto tri peptidy sú súčasťou gluténových bielkovín: Pro-Phe-Pro-Gln-Pro-Gln-Leu-Pro-Tyr, Pro-Gln-Pro-Gln-Leu-Pro-Tyr-Pro-Gln a Pro-Tyr-Pro-Gln-Pro-Gln-Leu-Pro-Tyr. Prolamínové bielkoviny sú okrem toho odolné voči rozkladu tráviacimi enzýmami. Všetky tri T-bunkové peptidové epitopy sú obsiahnuté vo vysokostabilnom 33-mérom peptide, ktorý vznikol rozkladom cielene pripraveného rekombinantného α -gliadínu trávením žalúdočnými a pankreatickými enzýmami in vitro.

U pacientov s celiakálnym ochorením sa odporúča analyzovať viacero sérologických markerov. IgA protilátky voči gliadínom, ktoré sa potvrdili u viac ako 80% celiakálne chorých a sú priamo proti α - a γ -gliadínom pšenice. IgG protilátky sa vyskytujú u pacientov s poruchami, teda so zníženou tvorbou IgA. Ďalej sa odporúča vykonať analýza na protilátky voči tkanivovej transglutamináze a na endomysiálne protilátky- EmA (Jennings- Howdle, 2003, Zima et al., 2008).

Rauchová- Rauch (1996), Fusch (2005) a Denery-Papini et al. (2007) zdôrazňujú potrebu rozlíšenia celiakie od potravinovej alergie na pšenicu. Pri alergii sú významne zvýšené protilátky IgE, a teda celiakálne epitopy sa nezhodujú s epitopmi pri alergii na lepok. Alergia na pšenicu a pšeničný prach sa prejavuje typickou kožnou reakciou, astmou a anafylaktickým šokom.

1.4 Potravinové alergie a potravinové intolerancie

Robinson (2002) uvádza ako potravinovú alergiu všeobecný pojem, pri ktorom organizmus po prijímaní potraviny alebo jej zložky vykazuje nepriaznivé reakcie.

Alergická reakcia na potravinu sa dá tiež popísať ako nevhodná odozva imunitného systému jedinca na prijatú potravinu, pričom nepriaznivé reakcie sa objavujú u väčšiny jedincov (O'Callaghan, Stephenson, 2005).

Abnormálna reakcia po požití potravy sa nazýva potravinová intolerancia a možno ju zaradiť do širšej skupiny klinických prejavov- nežiaducich potravinových reakcií. Obrovské množstvo cudzorodých antigénov sa počas života dostáva do kontaktu s imunitným systémom a gastrointestinálnym traktom jedinca. Alergické reakcie organizmu na prijaté potraviny rozdeľujeme na toxické a netoxické. Toxíny baktérií alebo vysoký obsah biogénnych amínov spôsobujú nástup toxickej alergickej reakcie. Naproti tomu netoxické reakcie sú vyvolané imunitnými alebo neimunitnými mechanizmami (intoleranciou, hypersenzitívnosťou) (Kayserová, 2004).

Buttriss (2001) potravinovú intoleranciu definuje ako nepriaznivú odpoveď organizmu na určitú prijatú potravinu alebo jej zložku, ktorá sa vyskytuje aj bez toho, aby si osoba uvedomila alebo neuvedomila, že takúto potravinu skonzumovala. Pričom tieto nepriaznivé reakcie sa neustále opakujú.

Robinson (2002) opisuje nepriaznivé reakcie organizmu na prijatú potraviny ako sú hnačky, zvracanie, začervenanie kože, depresie, migréna, zápaly tkanív, výskyt ekzému zmeny nervového systému a iné. Najčastejšie sa tieto prejavy vyskytujú po prijatí mlieka, arašidov, sóje, vajec, orechov a pšeničného gluténu.

Šimončič (1997) zasa uvádza, že intolerancia sa u jedinca môže prejavovať po požití jednej, prípadne aj niekoľkých potravín, pričom neznášanlivosť sa prejaví hneď po prijatí jedla, alebo neskôr, a pretrvávať môže niekoľko rokov, v ojedinelých prípadoch aj celoživotne. Táto skutočnosť závažne narúša spôsob a možnosti stravovania jedinca, u ktorého sa intolerancia prejavila.

Vylúčenie takejto potraviny úplne zo stravovania, alebo jej nahradenie hypoalergickým výrobkom je podľa Kolesárovej (1996) pre pacientov trpiacich potravinovou alergiou najúčinnjším riešením.

Potravinová alergická reakcia sa môže prejavovať žalúdočnými a črevnými ťažkosťami (zvracanie, hnačka, bolesť brucha, krv v stolici) ale aj úplne mimo gastrointestinálneho traktu

(opuch očí, kožné zmeny, astma, žihľavka, vyrážky) na tento fakt upozorňuje vo svojich prácach Murgová (2001).

1.5 Klinický obraz celiakálneho ochorenia

Závodský (1996) a Mowat (2003) udávajú ako nástup ochorenia 6 až 12 mesiac života dojčiat, alebo sa toto ochorenie objavuje postupne v druhom roku života, kedy je ho možné pozorovať po niekoľkých týždňoch až mesiacoch po zaradení obilninovej stravy do výživy. Ochorením sú približne dvakrát častejšie postihnuté ženy ako muži.

Celiakia sa prejavuje najmä poruchami stolice, pričom táto býva masťná, lesklá, objemná, svetlejšej farby a značne zapáchajúca. Charakteristickým príznakom ochorenia je tiež chudnutie, nechúť do jedla, zväčšené a nafúknuté brucho a môže sa vyskytnúť aj chudokrvnosť. Deti majú suchú kožu, zdurené a krvácajúce sliznice a ďasná, ústne kútiky sú boľavé. Rast a vývoj sa počas ochorenia výrazne spomaľuje.

U detí sa vyskytujú kŕče a bolesti kostí, niekedy dochádza až k zlomeninám alebo deformáciám. Podobné príznaky možno pozorovať aj u dospelých. Pacienti chudnú, majú nepravidelnú masťnú, riedku, objemnú stolicu ílovitého vzhľadu. Celiaci sú tiež malátni, so suchou kožou a ústnymi kútikmi, pozorujeme u nich nechúť do jedla a pomerne časté sú aj kŕče v končatinách (Šedivá, 1995; Kolek et al., 1997; Michalík, Bauerová, 2001; Mowat, 2003). Hlavné príznaky pri tejto chorobe sú: hnačka, chudnutie, celková slabosť, nafukovanie, pocit tlaku v bruchu, zvýšená plynatosť čriev, zvýšené množstvo stolice (400 až 1000 g), ktorá je riedka, svetlá s vysokým obsahom tukov, kyslého zápachu, pláva na vode. Deti trpiace celiakiou sú podvýživné, s veľkým bruškom, je oneskorený rast, malé priberanie na váhe. Vzniká anémia (málokrvnosť), opuchy, výrazný deficit vitamínov (hlavne skupiny B), železa, kyseliny listovej, býva oneskorený pohlavný vývoj. V dospelosti sa objavujú aj poruchy krvotvorby, krvácavé stavy, osteoporóza, zlomeniny kostí, u žien amenoreu a neplodnosť. Vyskytuje sa tiež atrofia svalov, suchá koža, mäkké, lámavé nechty. Časté sú depresívne stavy. Je porušená bariéra sliznice tenkého čreva. Cez sliznicu sa do tela dostávajú škodlivé látky, ktoré sú zdrojom imunitných reakcií, oslabuje sa imunitný systém. U pacientov je zvýšený výskyt nádorov (aj z dôvodov zníženej imunity) (http 2).

Michalík a Bauerová (2001) spolu s Mowatom (2003) sa zhodujú, že v klinických príznakoch sú pri jednotlivcoch výrazne rozdiely, a to aj v dĺžke trvania ochorenia, aj v rozsahu jeho manifestácie. V súčasnosti sú preukázané aj dôkazy o tom,

že celiakálna sprue môže mať aj asymptomatický priebeh. Niekedy sa príznaky ochorenia vyskytnú v dojčenskom veku iba minimálne a ochorenie sa naplno prejaví až v detskom veku prípadne v adolescencii. Počas adolescencie môže mať celiakálne ochorenie za následok neskorý nástup puberty, výskyt spontánnych potratov a predčasnú menopauzu v dospelosti.

1.6 Formy celiakie

Formy celiakie vo svojich prácach charakterizujú Ilavská a Krátky (2006) takto: jedinci bez klinických príznakov, avšak s poškodenou sliznicou tenkého čreva reprezentujú tichú formu celiakie; normálny vzhľad sliznice tenkého čreva, ale pozitívny nález protilátok v krvi charakterizuje latentnú formu celiakálneho ochorenia; ľudia s imunologickými znakmi podobnými tým, ktoré sa vyskytujú pri celiakii, avšak sa u nich nevyskytujú alebo sa nikdy nevyskytovali histologické zmeny na sliznici tenkého čreva - ide o potenciálnu formu celiakie.

Samotný stupeň celiakie môže byť vyjadrený niekoľkými formami. Môžeme ho popísať ako ľadovec (Obr. 1), ktorý má väčšinu telesa skrytú pod hladinou a často sa diagnostikuje len vrchol, ktorý znamená plne vyvinutú formu ochorenia. Len asi 10 % pacientov sa manifestuje typickými prejavmi ochorenia. 90 % pacientov je bez klinických príznakov. Táto forma sa nazýva typická forma celiakie (anglicky: fully expressed gluten sensitive enteropathy) a v mikroskopickom obraze vzorky odobratej zo sliznice tenkého čreva je viditeľná totálna alebo takmer totálna (subtotálna) atrofia, čiže vymiznutie klkov. Nález je v klinickom obraze spojený s klasickými známkami poruchy vstrebávania (t.j. malabsorpciou). Malabsorpcia vedie ku strate na hmotnosti, anémii pre zlé vstrebávanie železa. Ďalšími klinickými prejavmi sú hnačky (aj niekoľko mesiacov), masťná stolica, v ktorej sú nestrávené zvyšky potravy. U detí je porucha rastu a rachitída a u dospelých osteoporóza (odvápňovanie kostí) (<http> 3).

Formy celiakie:

Klinická celiakia: pacient má typické klinické príznaky a na základe histologického vyšetrenia je jasná totálna alebo subtotálna atrofia sliznice jejuna (duodena), zvýšený počet intraepiteliálnych lymfocytov, pozitívne protilátky voči endomýziu a/alebo tkanivovej transglutamináze.

Silentná celiakia: pacient nemá klinické príznaky. Histologicky je prítomná subtotálna alebo totálna atrofia sliznice jejuna (duodena), zvýšený počet intraepiteliálnych lymfocytov, v krvi sú pozitívne reagujúce protilátky proti endomýziu a/alebo tkanivovej transglutamináze.

Latentná celiakia: pacient má klinické príznaky. Histologicky je normálny nález na jejune alebo duodene, zvýšený počet intraepiteliálnych lymfocytov, v krvi sú pozitívne protilátky proti endomýziu a/alebo tkanivovej transglutamináze.

Potenciálna celiakia: pacient nemá žiadne klinické príznaky, ale má ochorenie, ktoré môže byť asociované s celiakiou, alebo niekto z príbuzných má celiakiu. Histologicky je normálny nález na sliznici jejuna (duodena), zvýšený je počet intraepiteliálnych lymfocytov a pozitívne reagujúce protilátky proti endomýziu a/alebo tkanivovej transglutamináze.



Obrázok 1

„Ľadovec“ celiakie ([http 3](#))

Marshova klasifikácia lézií tenkého čreva u celiakov uvádza ([http 4](#) , Obr. 2):

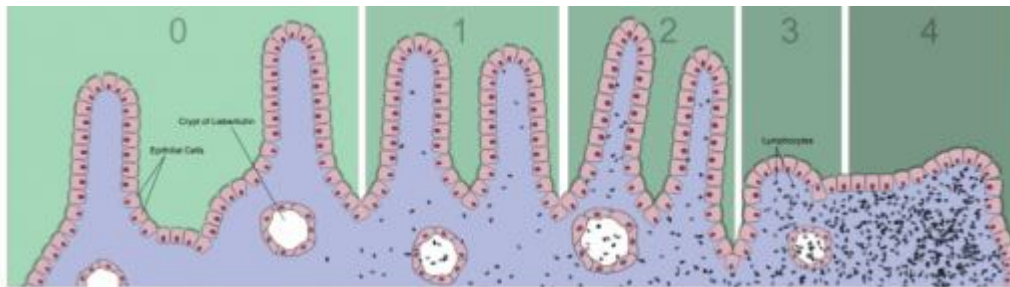
Štádium 0 – 5 % pacientov s herpetiformnou dermatitídou má normálny histologický nález na sliznici tenkého čreva,

Štádium I – zvýšený počet intraepiteliálnych lymfocytov (IELs) na viac ako 30 zo 100 enterocytov,

Štádium II – hyperplázia krýpt – zvýšenie hĺbky krýpt bez zníženia výšky klkov. Tieto zmeny sú viditeľné u 20 % neliečených pacientov s celiakiou,

Štádium III – atrofia klkov (A parciálna, B subtotálna, C totálna). Tento nález má asi 40 % pacientov s herpetiformnou dermatitídou a 10 – 20 % príbuzných 1. stupňa pacientov s celiakiou. Histologický obraz je charakteristický pre celiakiu, ale nie je diagnostický, pretože sa vyskytuje aj pri giardiáze, chronickej ischemii tenkého čreva, trofickej sprue,

Štádium IV – úplná vilózna atrofia, ktorá je typická pre pacientov, ktorí majú ťažkosti napriek bezlepkovej diéte.



Obrázok 2

Lézie tenkého čreva počas celiakálneho ochorenia (<http> 4)

1.7 Liečba celiakie

Podľa Mařatku (1988) je podstatou liečby celiakie bezlepkové stravovanie. Pri normálnom stravovaní predstavuje denný príjem lepku v priemere 7 až 13g, avšak jeho príjem sa líši v závislosti od rôznych zemepisných polôh. Medzi množstvom prijatého lepku a chorobnou reakciou existuje závislosť, ktorá sa ale u každého jedinca odlišuje. Preto je potrebné lepek vylúčiť z potravy úplne, nakoľko už stopy lepku môžu pri väčšine prípadov zabrániť terapeutickému účinku. Prísne dodržiavanie bezlepkovej diéty je jediný úspešný spôsob liečby tohto ochorenia. Pri bezlepkovej diéte musí pacient z potravy vylúčiť gliadín pšenice, ale aj ostatné prolamíny obilnín, napr. hordeíny jačmeňa, sekalíny raže, ale aj aveníny ovsu.

Počas akútneho obdobia, najmä u detí, keď nastáva malnutrícia a súčasný rozvrat vnútorného prostredia spolu s výraznou dehydratáciou, sa najskôr doplnia chýbajúce proteíny a až potom sa pristúpi k orálnemu podávaniu živín. Ako najvhodnejšie sa ukázali sacharidy z lúpanej raže, kukurice a zemiakov, ktoré sú ľahko stráviteľné. Veľmi významnú úlohu zohráva aj vylúčenie laktózy zo stravy. Podávajú sa potraviny, ktoré majú malý obsah tuku. Až keď je zdravotný stav relatívne stabilizovaný sa postupne prechádza na bezlepkovú diétu. V niektorých prípadoch sa odporúča

doplnenie stravy o niektoré vitamíny a minerálne látky, najmä horčík, vápnik, železo, draslík, zinok a iné.

Pacienti s celiakiou sú v našich podmienkach v prevažnej miere odkázaní výlučne na stravu pripravenú doma, nakoľko na Slovensku sa chlieb, pečivo, cestoviny, polotovary a potravinárske výrobky konzumujú vo veľkom množstve. Výrobky sú nie vždy presne označené svojim zložením, preto je dodržanie striktnej bezlepkovej diéty pomerne ťažké.

Beňo (2001) pokladá za základ bezgluténovej stravy pre dospelý organizmus kukuričný a zemiakový škrob a sójovú múku. Špeciálne upravený pšeničný škrob sa na prípravu pokrmov využíva iba výnimočne. Stupeň laktózovej intolerancie zasa determinuje príjem mlieka a tukov. Chudé mäso, ryby, hydina, vaječné a mliečne výrobky zasa zabezpečujú dostatočný príjem proteínov, ktorý je v zdravej strave dôležitý. Ovocie a zelenina sú pacientmi dobre znášané. Konzumácia alkoholu je tiež obmedzená iba na povolené druhy. Neodporúča sa najmä pitie piva. Pri nedostatku mikroprvkov a minerálnych látok je nutná ich suplementácia vitamínmi a minerálnymi látkami

Kováčová a Pekárková (1996) poukazujú na to, že celiakia sa v súčasnosti stále nedá vyliečiť, ale úspešná je jej liečba v zmysle prísnej bezlepkovej diéty. Atrofická a zapálená črevná sliznica vplyvom diéty opätovne nadobúda svoj štandardný tvar aj funkciu.

Opätovné poškodenie črevnej sliznice býva dôsledkom chybného dodržiavania bezlepkovej diéty, pričom prejavíť sa môže ihneď, alebo nastáva až po dlhšom časovom intervale.

Corraza (1990) kladie dôraz na fakt, že napriek tomu, že sa pri nedodržaní diéty neobjavujú žiadne komplikácie, nie je vhodné konzumovať potraviny obsahujúce glutén. Je to hlavne preto, že výrazné komplikácie sa dostávajú častokrát neskôršie, aj po niekoľkých rokoch a môžu byť iniciované úplne inými ochoreniami. Takýmto spúšťačím ochorením môže byť napríklad črevná chrípka, u žien môže mať tento účinok tehotenstvo. Postupne dochádza k prejavom ťažkých symptómov celiakálnej sprue, ktorých liečba je oveľa zložitejšie liečiteľná.

1.8 Charakteristika skúmaných druhov cereálií

Podľa Shewry (2009) obilniny predstavujú pre väčšinu obyvateľstva Zeme základnú a súčasne najdôležitejšiu zložku potravy, významne vplyvajú na potravinovú bilanciu svetovej populácie.

Obilné zrno tvorí viacero zložiek, ktoré dodávajú organizmu energiu, stavebný materiál, a vykazujú aj regulačnú úlohu. Prvotné komponenty obilných zŕn, akými sú sacharidy, lipidy a v menšom rozsahu aj bielkoviny poskytujú pre organizmus energiu. Bielkoviny a minerálne látky predstavujú komponenty zrna slúžiace ako stavebný materiál.

1.8.1 Pšenica

Shewry (2009) udáva v celosvetovom meradle pšenicu v objeme ročnej produkcie na druhé miesto, hneď po kukurici. Zrno pšenice možno využiť na priamu spotrebu (výroba chleba ako potraviny pre ľudí), ale aj na kŕmenie hospodárskych zvierat vysokokoncentrovaným jadrovým krmivom.



Pšenica letná je najrozšírenejšia a najplastickejšia obilnina, pestujúca sa takmer vo všetkých pôdno-klimatických oblastiach Slovenskej republiky (Žák et al., 2006).

Podľa Hašaňu (2009) potravinárska pšenica (obr.3) u nás predstavuje najvýznamnejšiu obilninu na výrobu chleba.

Obrázok 3

Zrno pšenice ([http 5](#))

Výrazne zastúpený je obsah bielkovín, vitamínov a minerálií, ale aj kvalitného lepku. Predstavuje základnú obilninu, z ktorej sa melie múka na výrobu chleba a ďalších pečivárskych produktov.

Hemmung (2002) zasa poukazuje na negatívny vplyv pšenice na organizmus, kedy vyvoláva intolerancie a alergie.

Podľa Baranca (2009) a Francisa (2000) treba zdôrazniť, že pšenica predstavuje zdroj minerálnych látok, ako horčík, železo, fosfor, dusík. Je bohatá tiež na obsah medi, zinku a mangánu. Predstavuje významný zdroj vitamínov skupiny B a takisto organizmu poskytuje aj vitamín E. Endosperm zrna vo všeobecnosti obsahuje menej

vitamínov, ako nachádzame v otrubách a klíčkoch. Dostatočné zastúpenie celozrnnej pšenice a múky vo výžive môže pôsobiť ako ochranný faktor pred rozvojom civilizačných ochorení.

1.8.2 Jačmeň

Baranec (2009) predpokladá pôvod jačmeňa v Prednej Ázii odkiaľ sa dostal do Európy. Jačmeň je hlavnou obilninou suchších oblastí a spoločne so pšenicou predstavujú najstaršie kultúrne pestované plodiny.

Jačmeň (obr. 4) vďaka svojmu dobrému nutričnému a dietetickému zloženiu zohráva podľa Jakubecovej (2004) významnú úlohu v ochrane organizmu pred civilizačnými chorobami. Jačmenné zrnko je dobrým zdrojom bielkovín, sacharidov a lipidov a vlákniny.



Vláknina sa skladá z neškrobových polysacharidov, vytvárajúcich základ bunkových stien spolu s celulózu a lignínom.

Obrázok 4

Klas jačmeňa ([http 6](#))

Práve pre zvýšený obsah rozpustnej vlákniny je jačmeň považovaný za potravinu zdraviu prospešnú. Pri porovnaníach s ovsom, prosom, ryžou a pšenicou jačmeň vykazuje najvyššie zastúpenie celkových rozpustných β -glukánov. Jačmeň je tiež zdrojom významných látok. Poskytuje kyselinu pantoténovú, vitamíny skupiny B, vitamín E, kyselinu listovú a biotín.

MacGregor (2003) za hlavné plus jačmeňa siateho považuje jeho širokú využiteľnosť ako pri výrobe sladových, tak aj farmaceutických extraktov. Ďalej jačmeň nachádza uplatnenie aj pri výrobe jačmenných krúp.

Sladové extrakty sú dobrým zdrojom vitamínov skupiny B, bielkovín, železa a iných minerálnych látok. Látky obsiahnuté v jačmennom zrne preukázali tiež svoje protirakovinové účinky (Tomka et al., 2010).

Fuchs (2005) vo svojich štúdiách uvádza, že pri porovnaní jačmeňa so pšenicom alebo ražou, v jačmeni sa nachádza oveľa menej látok vyvolávajúcich alergie, lenže u citlivých jedincov môže už aj toto množstvo pôsobiť ako alergén.

1.8.3 Ovos

Ovos (Obr. 5) nachádza svoje využitie v potravinárstve na výrobu múky a ovsených vločiek. Popri pšenici a kukurici je u nás najdôležitejšou krmovinou hospodárskych zvierat (Hareland, Manthey, 2003; Capouchová et al., 2004).

Vďaka svojmu priaznivému chemickému zloženiu je možné zrno ovsu z hľadiska výživy charakterizovať ako takmer ideálnu plodinu.

Ovos má špecifické vlastnosti, ktoré podporujú a upevňujú ľudské zdravie (http 7):

- lecitín, ktorý ovsené vločky obsahujú, je dôležitý pre výživu nervov, je bohatým zdrojom vlákniny, vďaka čomu pomáha predchádzať zápche a udržuje správnu činnosť hrubého čreva,
- vysoký obsah vitamínov skupiny B je dôležitý pre nervový systém, je veľmi bohatý na fosfor, horčík a železo; vysoký je aj podiel zinku, ktorý má nezastupiteľnú úlohu v našom metabolizme,
- vysoká energetická a nutričná hodnota vyplýva z vysokého podielu kvalitných bielkovín, ktoré sa svojím zložením veľmi približujú ideálnemu proteínu,
- obsah tuku v zrne ovsu je 2 - 4 násobný oproti ostatným obilninám. Najväčšia jeho koncentrácia je v klíčku. Niektoré z odrôd majú viac než 10% tuku a jeho kvalita je vynikajúca. Najväčší podiel tvoria nenasýtené mastné kyseliny,
- obsahuje zložité cukry ktoré sa plynulo rozkladajú v tele podľa potreby organizmu, čím dodávajú silu na dlhšiu dobu a nezaťažujú slinivku brušnú a iné orgány, beta - glukán obsiahnutý v ovsených otrubách pomáha regulovať hladinu cukru v krvi a znižuje cholesterol,
- sliz v ovse mastí a zmäkčuje vnútro tráviaceho traktu, čo pomáha pri zápaloch sliznice žalúdka a čriev.

V zrnách ovsu sa nachádza veľa bielkovín s vysokou biologickou hodnotou, vysoký obsah rozpustnej vlákniny, relatívne vysoký obsah lipidov s veľkým zastúpením nenasýtených vyšších mastných kyselín. Vysoké zastúpenie má v zrnách aj vápnik,

horčík, fosfor, železo a iné minerálne látky. Ovos je zdrojom vitamínu E, antioxidantov a iných účinných látok (Moudrý, 2008).

Koncentácia lipidov je pri porovnaní s inými obilninami výrazne vyššia (Hareland a Manthey, 2003). Obsah lipidov môže kolísať pri jednotlivých odrodách v rozsahu 2 až 12 %, čo je podmienené genetickou predispozíciou. Vďaka obsahu kyseliny linolénovej, a ďalších polynenasýtených mastných kyselín sú ovsené lipidy z hľadiska výživy veľmi zaujímavé (Červená, Červený, 2002).

Ovos sa vyznačuje svojím protirakovinovým, protiobezitným účinkom pre vysoký obsah β -glukánov, vitamínu E a minerálnych prvkov. Preukázateľné sú účinky ovsu pri



liečbe a prevencii porúch gastrointestinálneho traktu, glykemických poruchách, ochoreniach srdcovocievneho systému a taktiež pri rôznych dermatitídach (Moudrý, 2008).

Vďaka svojej obrovskej nutričnej hodnote a ľahkej stráviteľnosti predstavuje ovos v ľudskej strave jednu z hlavných potravín.

Obrázok 5

Rastlina ovsu ([http 8](#))

Téma ovsu, ako základnej suroviny pre bezlepkovú diétu je v súčasnom období veľmi diskutovaná. Jedna skupina vedcov sa zhoduje na názore, že ovos je pri bezlepkovej diéte do stravy vhodné zaradiť. Druhá skupina zasa reprezentuje názor, že ovos patrí do skupiny rizikových potravín pre celiakov a jeho konzumácia sa rozhodne neodporúča (Michalík, 2005).

Michalík (2007) ďalej uvádza, že ak denný príjem ovsu neprekročí hodnoty 50 až 70 g denne, býva u pacientov s celiakiou dobre tolerovaný, čo bolo preukázané dlhodobými výživovými testami takýchto pacientov. Treba však prihliadať aj na skutočnosť, že u citlivých jedincov už aj minimálne množstvo ovsu môže iniciovať intoleranciu a chronické gastrointestinálne problémy. Konzumácia ovsu sa teda počas celiakálneho ochorenia pacientom neodporúča, nakoľko býva pomerne často kontaminovaný zrnami pšenice (Hemmung, 2002).

Sontag-Strohm (2008) sa vo svojich klinických štúdiách zameriaval najmä na súvislosť ovsu a bezlepkovej diéty, pričom tieto štúdie potvrdili domnienku, že pri miernom užívaní ovsu je aj jeho dlhodobá konzumácia bezpečná.

1.8.4 Tritikale

Karabínová (1997) charakterizuje tritikale (Obr. 6) ako medzidruhový hybrid, umelo pripravený ľudskou činnosťou krížením raže a pšenice. K výhodám tohto hybridu jednoznačne patrí jeho vyššia úrodnosť, dobrý zdravotný stav a lepšia tolerancia k pestovateľským podmienkam. Práve pre tieto výhody sa začalo s pestovaním prvých schválených odrôd tritikale aj na Slovensku už v roku 1988.



Oproti pšenici a raži, sa tritikale vyznačuje vyšším zastúpením bielkovín. Pšenica má teda biologicky nižšiu hodnotu ako tritikale, a to nielen kvôli nižšiemu obsahu celkových bielkovín, ale tiež obsahuje menej lyzínu a iných esenciálnych aminokyselín.

Obrázok 6

Klasy tritikale ([http 9](#))

V tritikale je nižšie zastúpenie škrobu ako v konvenčných obilninách, napriek tomu tritikale vykazuje vyššiu biologickú hodnotu ako pšenica (Karabínová et al., 1997).

1.8.5 Pohánka

Podľa Bonafaccia (2003) sa pohánka (Obr. 7), ktorá sa považuje za pseudocereáliu pestuje v súčasnej dobe celosvetovo, no jej výskyt je na severnej pologuli častejší.



Stibilj (2004) vyzdvihuje najmä priaznivé zloženie pohánky s vysokým obsahom minerálií, vitamínov, vlákniny a bielkovín. Vo významnom množstve majú svoje zastúpenie aj flavonoidy.

Obrázok 7

Nažky pohánky ([http 10](#))

Práve vďaka svojmu biochemickému zloženiu sa pohánka v poslednom období pestuje čoraz viac.

Pohánka podľa Gažara a Bojňanskej (2008) obsahuje viacero zdraviu prospešných zlúčenín, takými sú napr. flavóny, flavonoly a fagopyríny. Z flavonoidov je významné predovšetkým zastúpenie rutínu, označovaného vitamín P. Rutín preukazuje priaznivé účinky na pružnosť stien v krvných kapilárach.

Ďalším veľmi dôležitým vitamínom, ktorý má svoje zastúpenie v pohánke je podľa Červenej a Červeného (2002) cholín. Tento vitamín je významný svojou schopnosťou regenerácie pečenej buniek, ktorých poškodenie je následkom predošlého ochorenia alebo nadmernej konzumácie alkoholu. Pohánka sa vyznačuje obsahom kvalitných lipidov, nenasýtenej kyseliny linolénovej, ktorá podporuje znižovanie množstva krvného cholesterolu. Pohánku možno považovať za plnohodnotnú potravinu vďaka priaznivému zastúpeniu bielkovín, ktoré majú podobné zloženie aminokyselín, ako sa nachádza v bielkovinách živočíšneho pôvodu. Nutričnú hodnotu pohánky dopĺňajú škroby, ktorých zastúpenie je vhodné pre ľudský organizmus.

Podľa Gažara a Bojňanskej (2008) v súčasnej dobe pohánka stúpa na popularite hlavne vďaka svojim protirakovinovým účinkom. Pohánková múka, ako súčasť mnohých pečivárenských a potravinárskych výrobkov vykazuje vynikajúcu antioxidačnú aktivitu.

Prolamíny s toxickými účinkami pre celiakálne chorých pacientov sa podľa Francischiho (1994) v pohánke nenachádzajú, preto sa odporúča jej konzumácia aj počas bezlepkovej diéty.

1.8.6 Cícer

Cícer (Obr. 8) zastáva tretie miesto v celosvetovo významných strukovinách, kde nasleduje fazuľu a hrach (Krivosudská, 2006).

Priaznivé nutričné parametre cícera predurčujú túto strukovinu na široké využitie v mnohých potravinárskych výrobkoch. Semená cícera majú pre ľudský organizmus priaznivé zastúpenie vitamínov a minerálnych látok. Nachádzajú sa v nich aj bielkoviny, ktoré sú v gastrointestinálnom trakte človeka dobre stráviteľné. V cíceri, ak je správne kulinársky upravený nenachádzame takmer žiadne antinutričné látky. Bielkoviny cícera sú adekvátne bielkovinám sóje, nakoľko ich aminokyselinová skladba je podobná.



Sacharidy cícerového semena charakterizuje nízky glykemický index, to znamená, že ľudský organizmus ich trávi pomaly. Škrob predstavuje hlavný sacharid cícerového semena s nízkoglykemickou odozvou.

Obrázok 8

Semená cícera ([http 11](#))

Medzi hlavné prednosti cícera pri jeho zaradovaní do jedálneho lístka patrí pomerne vysoké zastúpenie vlákniny, ktorá vykazuje podľa Gažara a Bojňanskej (2009) protikarcinogénne účinky.

1.8.7 Proso

Proso pôvodom z východnej Ázie sa zaraduje spolu so pšenicou a jačmeňom medzi najstaršie obilniny (Lu et al., 2009).



Na území Slovenska sa proso pestuje na plochách o výmere medzi 700 až 1000 hektárov (Karabínová, 2001).

Obrázok 9

Zrno prosa ([http 12](#))

Karabínová (1997) popisuje bližšie využitie prosa (Obr. 9) ako hodnotného krmiva pre hydinu a iné hospodárske zvieratá, ako napr. ošípané, ale aj ryby. Zrno prosa nachádza svoje uplatnenie aj v strave človeka ako výživná a chutná potravina.

Pre svoje priaznivé nutričné zastúpenie výživných látok sa proso výborne uplatňuje pri rozličných diétach. Pomer výživných látok v prose, ako sú bielkoviny, sacharidy a lipidy sa približuje optimálnym hodnotám pre výživu ľudského organizmu. Ďalším pozitívom je obsah vitamínov B1 a B2, ktorý je v prose pri porovnaní so pšenicou až dvojnásobný.

V súčasnosti je proso pestované najmä na ľudský konzum. Po uvarení sú lúpané obilky prosa v tráviacom trakte človeka ľahko rozložiteľné. Z lúpaných obiliek je možné pripraviť chutnú a výživnú kašu. Ako náhradná surovina nachádzajú svoje uplatnenie tieto obilky pri výrobe piva. Použiteľné sú tiež pri výrobe liehu (Karabínová, 1997).

1.8.8 Hrachor

Hrachor (Obr. 10) sa radí medzi strukoviny, ktoré v niektorých prípadoch tvoria základ výživy, o čom svedčí aj ich ročná spotreba dosahujúca 25 až 40 kg na osobu. Pozitívnym prvkom strukovín je ich vysoká koncentrácia bielkovín, hoci ich biologická hodnota je nižšia než u bielkovín mäsa či vajec, čo je vyvolané nižšou koncentráciou sírnych aminokyselín (metionín, cysteín, cystín).



Obrázok 10

Rastlina hrachora (<http> 15)

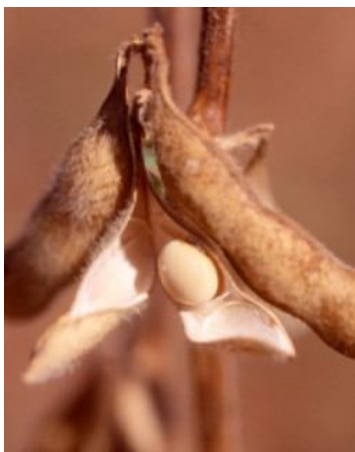
V našich podmienkach bolo a je pestovanie hrachora orientované skôr do teplejších a suchších oblastí Slovenska. Je zaradovaný medzi suchovzdorné druhy plodín. Otepľovanie atmosféry a v dôsledku toho aj predpokladané problémy so závlahou radia hrachor medzi perspektívne plodiny, aj keď sa jeho oševné plochy pravdepodobne nerozšíria na úroveň plôch hrachu, fazule, či šošovice (<http> 14).

1.8.9 Sója

Sójové bôby (Obr. 11) sú najrozšírenejšou strukovinou na svete. Plody obsahujú približne 20 % oleja a 40 % bielkovín (<http> 16).

Mastné kyseliny, ktoré tvoria súčasť sójových lipidov sú vysokocenené z nutričného hľadiska, pretože až 11 % z nich sú polynenasýtené kyseliny, asi 4 % mononenasýtené a iba 2,5 – 3 % tvoria nasýtené karboxylové kyseliny.

Vysoký obsah lipidov určuje aj vysokú energetickú hodnotu, pretože 100 g sójových bôbov predstavuje až 1870 kJ. Bielkoviny sóje sú tvorené predovšetkým albumínmi a globulínmi a majú kvalitne vybilancované aminokyselinové zloženie ([http 17](http://17)),



pretože obsahujú všetky aminokyseliny, ktoré sú esenciálne pre výživu ľudského organizmu (Schaafsma, 2000).

Z pohľadu výživy celiakov, ktorí trpia na malnutríciu živín vrátane minerálnych látok, je sója aj významným zdrojom makro- a mikroelementov, pretože 100 g sójových bôbov zabezpečí až 126 % dennej potreby železa, 76 % potreby horčíka a asi 101 % potreby fosforu ([http 17](http://17)).

Obrázok 11

Struk sóje ([http 19](http://19))

Sója sa odporúča nielen pre výživu celiakov, ale aj pre pacientov s diabetes mellitus, ktorý je veľmi často asociovaným ochorením s celiakiou, pretože neobsahuje škrob a tým neovplyvňuje hladinu glukózy v krvi ([http 18](http://18)). Kremler (2005) upozorňuje na využitie sóje ako múky hladké, polohrubé, sójové „mlieko“, smotana, jogurty, syr – tofu. Sójová omáčka je súčasťou miešaných omáčok a dressingov.

1.8.10 Kukurica

Kukurica (Obr. 12) bola hlavnou plodinou prastarých obyvateľov strednej Ameriky. Celé kukuričné zrná v mliečnej zrelosti sú vynikajúcou lahôdkou a prirodzeným sladidlom. Môžeme ich konzervovať sterilizáciou, alebo lepšie zmrazením. Mladé struky varíme alebo pečieme, vylúpané zrná používame podobne ako zelený hrášok na prípravu šalátov, do polievok. Kukuričný škrob môžeme využiť na prípravu pudingov a nízkotučných krémov (Marček, Hučko, 1993).

Kukurica obsahuje v priemere 19 % sacharidov, z nich tvoria cukry 3,2 %, vláknina 2,7 % a zvyšok predstavuje škrob. Toto zloženie determinuje aj energetickú hodnotu 100 g kukuričných zŕn, ktorá je 360 kJ. Okrem sacharidov, kukurica obsahuje



1,2% lipidov a asi 3,2 % bielkovín. Z vitamínov je významnejší obsah vitamínu B1, ktorý predstavuje 15 % potrebnej dennej dávky pre ľudský organizmus ([http 20](#)).

:

Obrázok 12

Klas kukurice ([http 21](#))

1.9 Zloženie obilného zrna

Obilné zrnó je jednosemenný plod, v prípade pohánky je plodom nažka. Povrchové vrstvy plodov obilnín sa zvyčajne skladajú z oplodia a osemenia, pod ktorými sa nachádzajú aleuronové vrstvy a škrobnatý endosperm so zárodokom (klíčkom). Kvetné obaly alebo plevy, vo vnútri ktorých sa zrnó vyvíja, zostávajú zachované až do obdobia zrelosti. Ak sa plevy pevne držia zrna aj v čase zrelosti (ako pri ryži a väčšine odrôd ovsá a jačmeňa), zostáva aj po vylátení zrnó pokryté plevou. Pri veľkej skupine obilnín (pšenica, raž, triticales) sa však zrnó dobre oddeľuje od okvetných obalov a po vylátení zostáva holé (bez plevy). Oplodie (vonkajší obal) sa skladá z niekoľkých vrstiev: pokožky (epidermis), podpokožky (hypodermys), vrstvy stredných, priečných rúrkovitých alebo vakových buniek. Ďalej nasleduje vonkajšie a vnútorné osemenie (Muchová, 2005).

Chemické zloženie zrna obilnín kolíše podľa druhu, odrody, pôdno-klimatických podmienok, agrotechniky a počasia v konkrétnom roku. Voda sa v zrne nachádza vo forme voľnej a viazanej na hydrofilné koloidy (Muchová, 2005).

1.9.1 Bielkoviny

Z hľadiska úžitkovej hodnoty obilnín má najväčší význam bielkovinový komplex a jeho vlastnosti. Základnú informáciu o ňom nám poskytuje jeho celkový obsah, ktorý sa v našich pôdnoklimatických podmienkach pohybuje v obilninách v priemere 10 – 15 %. Zastúpenie bielkovín v jednotlivých častiach zrna je rozdielne. Endosperm má nižšie zastúpenie ako zárodok. Vonkajšie subaleuronové vrstvy zrna sú na bielkoviny bohatšie ako vnútorné vrstvy (Muchová, 2005).

Bielkoviny lokalizované v zrne obilnín vytvárajú bielkovinový komplex, ktorý z hľadiska chemickej skladby, fyzikálnej štruktúry, biologických vlastností a lokalizácie tvorí komplex heterogénnych bielkovín (Repka, Michalík, 1988). Diferencovanou viacstupňovou extrakciou je z neho možné získať tieto frakcie (Tabuľka 1):

bielkoviny typu albumínov a globulínov, tzv. cytoplazmatické bielkoviny (rozpustné v NaCl). V komplexe sú zastúpené približne 30 %, prolamínové bielkoviny (rozpustné v etanole), glutelíny (rozpustné v zásadách).

Podiel bielkovinových frakcií (v %) v zrne niektorých plodín (Michalík, 2004)

Tabuľka 1

Druh	Frakcie, %					
	Albumíny	Globulíny	Prolamíny	Glutelíny	N-zvyšok	N-nebielk.
Pšenica	16,1	12,4	28,3	23,5	10,4	8,3
Raž oz.	21,3	12,1	27,1	20,3	6,3	12,9
Jačmeň	6,1	7,2	39,7	24,5	18,4	4,5
Kukurica	8,9	4,4	27,8	37,5	14,4	5,9
Sója	73,0	6,0	_____	5,0	3,8	11,2
Hrach	41,0	28,0	_____	10,0	3,5	20,4
Pohánka	18,2	43,3	0,80	16,0	14,7	7,0

Prolamíny a glutelíny (pri pšenici sa používa názov gliadíny a gluteníny) sú zásobnými bielkovinami uloženými v endosperme a tvoriacimi lepok, predstavujú približne 70 % bielkovín komplexu. V zložení frakčnej štruktúry bielkovinového

komplexu sa prejavujú medzidruhové rozdiely. Jednotlivé frakcie sa líšia rozpustnosťou, aminokyselinovým zložením, molekulovou hmotnosťou, fyzikálno-chemickými a biochemickými vlastnosťami, z čoho vyplývajú rozdiely v biologickej funkcii a výživnej kvalite (Michalík, 1994; Michalík, 2002).

Medzi celiakálne aktívne bielkoviny patria predovšetkým prolamíny tvoriace súčasť tzv. zásobných bielkovín, ktoré sú lokalizované v endosperme zrna obilnín. Prolamíny sú rozpustné v 60-70 % etanole alebo v 40 % 2-propanole. Charakteristickou vlastnosťou prolamínov je schopnosť spolu s glutelínmi vytvárať nadmolekulárny komplex lepok, ktorý je základom pre výrobu múčnych výrobkov. Medzi najaktívnejšie, z hľadiska celiakálneho ochorenia patria frakcie prolamínových bielkovín o relatívne nízkej molekulovej hmotnosti (okolo 30 000 Da).

Prolamíny sa delia podľa ich druhového pôvodu na prolamíny:

- pšenice - gliadíny,
- jačmeňa - hordeíny,
- raže - sekalíny,
- ovsá - avenín.

Prolamíny sú charakteristické vysokým podielom kyseliny glutámovej, glutamínu a prolínu. Ďalej majú nízky podiel esenciálnych aminokyselín, najmä lyzínu. Môžeme to dokumentovať tým, že na jeden zvyšok lyzínu v molekule gliadínu pripadá 71 zvyškov kyseliny glutámovej a glutamínu a 28 zvyškov prolínu (Michalík, Bauerová, 2001).

Vysoká frekvencia výskytu hlavne prolínu môže zohrávať významnú úlohu pri tvorbe ich priestorovej štruktúry a celkovej reaktivity týchto bielkovín. Práve prolín má vplyv na vytvorenie reverzných (obrátených) β -závitov, ktoré sú hlavným typom sekundárnej štruktúry všetkých celiakálne aktívnych tetrapeptidov. Predpokladá sa, že sekundárna štruktúra je rozhodujúca pre väzbovú afinitu tetrapeptidu na receptor. Štruktúra je tvorená kompaktnými slučkami polárnej povahy vyčnievajúcimi nad povrch bielkovinovej molekuly a môže mať funkciu receptora s molekulami antigénov (Michalík, Bauerová, 2001).

Bielkoviny obilného zrna môžeme rozdeliť aj podľa funkčného významu, a to na protoplazmatické a zásobné. Protoplazmatické sa ďalej delia na katalytické a konštitučné. Do skupiny katalytických patria albumíny a globulíny, ktoré sú rozpustné vo vode a v roztokoch solí. Albumíny sú rozpustné vo vode a zahriatím koagulujú, globulíny sú rozpustné v roztokoch neutrálnych solí a čiastočne koagulujú za varu (Pan

et al., 2006). Sú súčasťou enzýmov, enzymatických inhibítorov a majú funkciu metabolickú a štrukturálnu. Sú obsiahnuté hlavne v aleurónovej vrstve zrna. Z hľadiska výživnej hodnoty sa tieto frakcie najviac cenia. Ich obsah je geneticky podmienený a je pomerne málo ovplyvniteľný podmienkami pestovania a agrotechnikou. Zásobné bielkoviny tvoria prolamíny a glutelíny (Michalík, 1996).

Predstavujú podstatnú časť obilných bielkovín určujúcich technologickú i nutričnú (křmnu) hodnotu zrna. Prolamíny a glutelíny môžeme charakterizovať ako typicky zásobné bielkoviny, ktoré tvoria lepok a prednostne sú uložené v endosperme. Prevažná časť bielkovinového komplexu zrna pšenice je zastúpená zásobnými, tzv. lepkovými bielkovinami (Michalík, 1994).

1.9.2 Sacharidy

Sacharidy tvoria podstatnú časť sušiny zrna, od 65 do 85 %. Nachádzajú sa vo forme mono- a oligosacharidov, dextrínov, škrobu, pektínov, hemicelulózy a celulózy (Muchová, 2005). Z hexózy má najväčší význam glukóza, ako základná stavebná zložka pre tvorbu škrobu a celulózy. V pšeničnom zrne sa vyskytuje, ale len v nepatrnom množstve aj fruktóza. Viac je zastúpená v raži. Z oligosacharidov má najväčší význam sacharóza, ktorá je k dispozícii pre kľúčiacu zrnú. V zrne je zastúpená aj malé množstvo maltózy, od 0,2 do 2 %. Najviac mono- a oligosacharidov sa nachádza v periférnych vrstvách endospermu a v zárodku. Najdôležitejšou zložkou obilnín je polysacharid škrob, pretože spolu s bielkovinami pomáha vytvárať štruktúru cesta a súčasne je zdrojom kvasiteľných cukrov ako výživy pre kvasinky (Muchová, 2005).

Škrob je sústredený v obilnom zrne hlavne v jeho strednej časti. Obilné škroby obsahujú 20 – 30 % amylózy, čo je lineárny polymér glukózy a 70 – 80 % amylopektínu, ktorý je tvorený rozvetvenými reťazcami molekúl glukózy (Dodok, Šurdík, 2006).

Obsah škrobu v pšenici sa pohybuje od 58 – 56 %, v raži 52 – 60 %, v jačmeni od 56 - 66 %, v kukurici 60 – 70 %, v ovse 50 – 60 % (Muchová, 2005). V obilke zrna sa nachádzajú aj neškrobové polysacharidy – celulóza, pektíny, hemicelulózy, arabinoxylány, beta-glukány, xyloglukány, glukofruktány (Dodok, Šurdík, 2006), označované ako pentózy (Muchová, 2005). Sú to slizovité napučiacie látky o rôznom stupni polymerizácie a rozpustnosti. Rozpustné pentózy, ktorých základom sú pentózy, xylóza a arabinóza, tvoriace polymérne reťazce ovplyvňujú polymérnu viskozitu vodných výluhov múk. Označované sú ako slizy. Nerozpustné pentózy

majú vyšší stupeň vetvenia ako rozpustné a často sa zaraďujú k hemicelulóзам. Funkcia neškrobových polysacharidov spočíva v ich tzv. „tmeliacej zložke“. Spolu s lignínom a celulóзou nahradzujú v starých bunkách pektín, ovplyvňujú permeabilitu bunkových stien a ich fyzikálne vlastnosti (Muchová, 2005).

1.9.3 Lipidy

Cereálne lipidy tvoria pomerne malý hmotnostný podiel obilného zrna. Ich obsah sa pohybuje najčastejšie v rozsahu 1,5 – 2,5 %, u niektorých druhov aj viac (Muchová, 2005). Aj keď podiel lipidov v celkovej skladbe pšeničného zrna je malý, ich význam nemožno podceňovať, nakoľko sú veľmi dôležité pri skladovaní obilia a múk. Významná je ich pomerne vysoká nestálosť a reaktivita. Na vzduchu za prístupu svetla ľahko podliehajú enzýmovej hydrolýze a oxidácii, pričom vzniká veľa nepríjemných splodín, ako sú aldehydy a ketóny, dodávajúce ostrú chuť a pach. Najviac tuku je v klíčku a aleurónovej vrstve. Pšeničné klíčky obsahujú 14,25 % tuku, ražné 12,37 %, jačmenné 22,42 %, ovsené 25,71 %, a kukuričné 32,9 % tuku (Muchová, 2005).

Z masných kyselín sú v obilných tukoch zastúpené z nenasýtených hlavne kyselina linolová a olejová. Z látok podobných tukom sú to predovšetkým fosfatidy, zastúpené hlavne fosfatidilcholínom, čiže lecitínom a fosfatidiletanolamínom, čiže kefalínom, pevne sorbovanými na bielkoviny (Muchová, 2005).

Medzi lipofilné látky sa v cereáliách zaraďujú aj karotenoidy – lipofilné žlté až červené farbivá, z ktorých v pšenici je najdôležitejší xantofyl, tvorí až 90 % (Muchová, 2005).

1.9.4 Minerálne látky

Minerálne látky sú v zrne pšenice zastúpené v množstve najčastejšie 1,6 – 2 % v závislosti na odrode, výžive, a celkových podmienkach počas vegetácie (Muchová, 2005). Z biogénnych minerálnych prvkov majú prevahu fosfor a draslík, ktoré sú zastúpené hlavne v zárodku a obalových vrstvách. Najväčší význam minerálnych látok pripadá na aleurónovú vrstvu, čo predstavuje 55 – 60 %, v endosperme 7 – 10 %, v oplodí a osemení 20 – 25 %, v štitku 6 – 8 % a v klíčku 2 – 4 % z celkového množstva nachádzajúceho sa v zrne (Muchová, 2005).

1.9.5 Vitamíny

Vitamíny sú v zrne obilnín rozložené veľmi nerovnomerne, sústredené sú hlavne v klíčku a aleurónovej vrstve. Obsah vitamínov v obilninách kolíše v dost' širokom rozpätí (Tabuľka. 2).

Obsah vitamínov v obilninách (Muchová, 2001)

Tabuľka 2

VITAMÍNY	PŠENICA	RAŽ	JÄČMEŇ	OVOS
B1 – tiamín, mg.kg-1	1,35 – 19,0	1,65 – 7,6	3,0 – 9,2	3,0 – 7,8
B2 – riboflavín, mg.kg-1	0,62 – 7,6	1,1 – 8,0	1,0 – 1,5	1,1 – 1,4
PP – niacín, mg.kg-1	15,0 – 83,7	2,0 – 32,8	30,0 – 75,2	6,0 – 40,0
B6 – pyridoxín, mg.kg-1	2,1 – 6,0	_____	_____	_____
B5 – kys.pantoténová, mg.kg-1	8,9 – 19,3	_____	_____	_____
E – tokoferol, mg.kg-1	9,0 – 50,4	4,9 – 36,9	44,6	17,0 – 50,0

1.10 Pšeničný lepok

Podľa Frančákovej et al. (2003) lepok objavil v roku 1728 Talian Beccari. Lepok patrí medzi najdôležitejšie súčasti najvýznamnejšej chleboviny – pšenice, tvorí ho komplex bielkovín gliadínov a glutenínov, ktoré takto vytvárajú napučanú, pružnú a ťažnú hmotu, ktorá sa získa vypieraním cesta slabým prúdom vody. Po vypraní zostávajú v lepku absorbované asi 2 % cukru, 6 % škrobu, 2 % lipidov a iných zložiek. Podstatu, viac ako 80 %, tvoria vo vode nerozpustné bielkoviny (Muchová, 2005).

Prítomnosť lepku v potravinách určuje vlastnosti pšeničnej múky pri pečení. Tvorí ho predovšetkým gliadín a glutelín. Lepok, resp. vzájomný pomer oboch zložiek lepku – teda pomer gliadínu a glutelínu – hlavným faktorom, ktorý určuje kvalitu múky. Múka poskytuje s vodou cesto, ktorého základom je okrem škrobu viskoelastická lepivá hmota, a tá je zložená z 2/3 z vody a z 1/3 z lepku, teda z hydratovaných gliadínových a glutelínových bielkovín (Tláskal, Blatná, 2006).

Lepok je zložený z pšeničného prolamínu, známeho pod pojmom gliadín a pšeničného glutelínu, nazývaného glutenín. Albumíny a gluteníny sa vyskytujú len vo veľmi malom množstve, a preto im neprpisujeme dôležitú úlohu. Gliadín je látka viskóznejšia, určuje ťažnosť a rozpínavosť lepku. Glutenín zaručuje kvalitný, elastický, tuhší a dobre napučaný lepok (Hampl, 1981; Prugar a Hraška, 1986; Muchová, 2001).

V kvalitnom, pružnom, tuhšom a dobre napučiaateľnom lepku bol zistený vyšší podiel glutenínu (vysokomolekulárne zásobné pšeničné bielkoviny). Glutelínová frakcia zahŕňa veľa rozdielnych molekúl od jednoduchých polypeptidových reťazcov s pomerne nízkou molekulárnou hmotnosťou až po makromolekulárne útvary, zložené z viacerých polypeptidických reťazcov, nazývaných podjednotky, navzájom prepojených disulfidovými väzbami. Stabilita takého modelu je daná ako inter- a intramolekulárnymi disulfidovými väzbami, tak aj sekundárnymi väzbami ako sú hydrofóbne interakcie aj s nebielkovinovými zložkami a vodíkové mostíky. Účinkom redukujúcich látok sa štiepia disulfidové mostíky, čím sa znižuje viskozita aj molekulová hmotnosť (Muchová, 2005).

Z hľadiska posúdenia technologickej kvality, najvyššej kvalite zodpovedajú lepkové bielkoviny a predovšetkým tzv. vysokomolekulárne glutenínové subjednotky. Zásobné bielkoviny lokalizované v endosperme (prolamíny, glutelíny), na ktoré pripadá okolo 70% z celkového obsahu bielkovín zrna pšenice vykazujú unikátnu schopnosť vytvárať charakteristickú štruktúru pšeničného lepku, čo je dôležité pri výrobe chleba a ďalších kysnutých výrobkov z pšeničnej múky. Lepkové bielkoviny sa vyznačujú výrazným polymorfizmom, ktorý je podmienený genetickou variabilitou ich syntézy (Michalík, 1999).

1.11 Výživa celiaka

Základom výživy celiaka sú bezlepkové, resp. bezgluténové potraviny. Bezgluténové potraviny sú potraviny vyrobené tak, aby vyhovovali diétnym potrebám ľudí intolerantných voči gluténu. Vyrábajú sa na báze cereálií, ktoré neobsahujú glutén.

Bezgluténové potraviny sú definované ako:

- a) potraviny, ktoré neobsahujú pšenicu, triticale, raž, jačmeň, ovos a ani ich zložky,
- b) potraviny, v ktorých zložky prirodzene obsahujúce glutén, boli nahradené inými, neobsahujúcimi glutén,
- c) potraviny, ktoré prirodzene neobsahujú glutén (Kremler, 2005).

Bezgluténové výrobky, nahradzujúce dôležité základné potraviny ako je múka alebo chlieb, musia konzumentovi poskytovať rovnaké množstvo vitamínov a minerálnych látok ako pôvodná potravina, ktorú nahradzujú.

Bezgluténové potraviny môžu obsahovať najviac 0,05 % dusíka v sušine. Množstvo gluténu môže byť najviac 200 mg.kg-1 sušiny (max. 0,02 %) (Kremler, 2005).

Potraviny, ktoré prirodzene neobsahujú glutén, nemožno označiť ako potraviny bezgluténové. Cereálie alebo potraviny vyrobené na báze cereálií, ktoré prirodzene neobsahujú glutén, môžu byť označené ako bezgluténové (Kremler, 2005). Komerčne sú tieto potraviny označované symbolom prečiarknutého pšeničného klasu (Obr. 13).



Ak ide o cereálnu potravinu prirodzene bezlepkovú je označená nápisom „Prirodzene neobsahuje glutén“. Takéto výrobky však nemajú veľmi kompaktnú štruktúru, pretože odstránený lepok je nenahraditeľný pri tvorbe cesta, vďaka jeho lepkovým vlastnostiam.

Obrázok 13

symbol prečiarknutého pšeničného klasu ([http 22](#))

Z tohto dôvodu sa využívajú prídavky takých látok, ktoré prispievajú k úprave kvality výrobkov (Dodok, 1993; Kremler, 2005).

Pre výživu dospelých jedincov sa na prípravu bezgluténových pokrmov využíva hlavne ryžová a sójová múka, kukuričný a zemiakový škrob a výnimočne sa môže použiť aj špeciálne upravený pšeničný škrob. Mlieko a tuky sa konzumujú podľa tolerancie, v závislosti od stupňa laktózovej intolerancie. V správnej výžive je dôležitý dostatočný príjem proteínov z chudého mäsa, rýb, hydiny, mliečnych výrobkov a vajec.

Zelenina a ovocie sa zvyčajne dobre tolerujú. Príjem alkoholu je obmedzený len na povolené druhy, pivo je zakázané. V prípade deficitu mikroprvkov a esenciálnych zlúčenín je potrebná suplementácia vitamínov a minerálnych látok (Beňo, 2001).

Pri nákupe sa musí brať do úvahy aj skrytý lepok. Správne je predpokladať existenciu lepku v pečive, oplátkach, cestovinách, zákusoch, knedliach, müsli, kde hlavnou zložkou sú obilniny. Avšak obilniny bývajú v malej miere súčasťou i veľkej škály ďalších výrobkov, ako sú mäsové konzervy, údeniny, hotové omáčky, majonézy, mliečne výrobky, sladkosti, polievky v sáčku, pivo, melta a iné (Rujner, Cichanská, 2006).

1.11.1 Suroviny tvoriace základ pre bezlepkovú diétu

Základom potravín využívaných na prípravu bezlepkovej diéty sú predovšetkým ryža, kukurica, zemiaky, sója, laskavec. Povolené je konzumovať čisté vývary z mäsa a zeleniny, mäso dusené, pečené, grilované, hydinu, ryby, šunku, údené mäso, paštéty a

nátierky pripravované na bezlepkovom podklade, zeleninu surovú, varenú, dusenú nezahustenú alebo pripravovanú na bezlepkovej múke, všetky druhy ovocia podľa individuálnej znášanlivosti, pretlaky, šťavy, kompóty, sirupy.

Štandardné múky sú nahradzované múkami, eventuálne škrobmi, pripravenými z tzv. bezlepkových rastlín: ryže, zemiakov, sóje, kukurice, laskavca (Kulík et al., 2002). Pre výživu ľudí sa využívajú rôzne druhy, resp. poddruhy kukurice. Napr. na múku sa spracováva predovšetkým *Zea mays* var. *amylacea*, ako „popkorn“ sa využíva *Zea mays* var. *evarta*, ako tzv. cukrová kukurica sa využíva *Zea mays* var. *saccharata* (<http> 23).

Hladká kukuričná múka sa môže vo výžive celiakov používať na obalovanie a zasmažku, polohrubá na pečenie, instantná kaša na zahustenie polievok, kukuričná strúhanka na obalovanie mäsa, pridáva sa aj do fašírok, kukuričný škrob sa využíva na prípravu pudingov a krémov. Využívajú sa aj kukuričné cestoviny a kukurica cukrová (Kremler, 2005). Kukurica sa používa v celom rade potravinárskych výrobkov z kukuričnej múky, ale aj ako varená – samostatne, alebo v šalátoch. Je častou súčasťou detských potravín. Kukuričný škrob je výplňou mnohých potravinových výrobkov. Aj whiskey typu bourbon sa vyrába z kukuričného sladu (Kremler, 2005).

Významným zdrojom nutričov vo výžive celiakov sú aj strukoviny. Ich využitie je však limitované zdravotným stavom tráviacej sústavy celiaka, pretože sú to potraviny, ktoré môžu vyvolávať alergie alebo spôsobovať určité tráviace ťažkosti (napr. flatulenciu).

1.11.1.1 Zemiaky

V Európe sa zemiaky zaraďujú k novodobým plodinám. Zemiaky ako potravinu (Obr. 14), sú lacný zdroj energie, 100 g zemiakov predstavuje asi 320 kJ. Obsah škrobu v hľuzách sa pohybuje v rozpätí 12-25 %, pričom skoré odrody majú nižší obsah škrobu, neskoršie vyšší. Zemiaky obsahujú asi 2 % vlákniny. Obsah bielkovín v zemiakoch predstavuje asi 2 %. Z biologického hľadiska predstavuje zemiaková bielkovina jednu z najhodnotnejších bielkovín rastlinného pôvodu a svojou hodnotou sa približuje k vaječnej bielkovine (Vaneková – Vanek, 1991).

Zemiaky sú aj dobrým zdrojom vitamínu C, ktorý sa však dlhodobým skladovaním ničí, okrem toho sa v zemiakoch nachádza významnejšie množstvo vitamínu B6 (0,25 mg .100 g-1) a vitamínu B3 (1,1 mg.100 g-1). Vysoký obsah draslíka (421 mg.100 g-1) a naopak nízky obsah sodíka (6 mg.100 g-1) spôsobuje, že zemiaky majú močopudný účinok.



Zemiaky sú všeobecne označované za potraviny s vysokým glykemickým indexom, ale táto skutočnosť závisí od ročníka, varného typu (A, B, C – čím je obsah škrobu vyšší, tým sú zemiaky múčnatejšie a s nižším glykemickým indexom) a spôsobu prípravy (Fernandes et al. 2006).

Obrázok 14

Hľuzy zemiakov po uvarení ([http 24](#))

Zo zemiakov sa pripravujú rôzne cestá na prípravu placiek, knedlíkov... Z toho vyplýva, že pre ľudí postihnutých celiakálnym ochorením sú zemiaky jednou z hlavných surovín pre prípravu jedál. K tomu ich predurčuje aj ich dostupnosť pri samozásobovaní, záhradkárení alebo pri veľkovýrobe v poľnohospodárskych podnikoch (Mórová, 1992).

1.11.1.2 Ryža

Ryža je známa ako chlieb z Ázie (Obr. 15), kde často slúži ako jediný zdroj výživy. Túto úlohu si plní vynikajúco, čo dokazuje jej nesmiernu nutričnú a biologickú kvalitu. Celozrnnú nelúpanú ryžu (NATURAL) môžeme považovať za takmer ideálnu potravinu s vyváženým pomerom bielkovín, sacharidov, vlákniny, vitamínov a minerálnych látok. Z ryže pripravujeme prílohy, pudinky, nákypy, rizotá, polievky a ďalšie jedlá (Marček, Hučko, 1993).

Ryža poskytuje 20 % z celkového energetického príjmu skonzumovaného denne vo svete, pretože 100 g ryže obsahuje energiu asi 1530 kJ. Asi 79 % sušiny ryže tvorí



škrob, 0,66 % lipidy a 7,1 % bielkoviny. Ryža je zdrojom vitamínov skupiny B – v 100 g je 1,6 mg vitamínu B3, 1,1 mg vitamínu B5 a 0,2 mg vitamínu B6. Ryža obsahuje pomerne vysokú koncentráciu horčička, 25 mg.100 g-1 (Crawford – Shen, 1998, Crawford – Lee, 2003)

Obrázok 15

Zrno ryže ([http 25](#))

Ryžová múčka sa ako škrobová výplň používa v celom rade potravinových výrobkov. Niektoré vitamíny skupiny B sú termolabilné a ich obsah po uvarení ryže prudko klesne. Po uvarení ryže však v nej zostávajú fenolové kyseliny, lignany, vláknina a minerálne látky. Tieto látky sú predovšetkým v jej šupke (Tomčík, 1991).

1.11.1.3 Láskavec

Na území dnešného Mexika a v Strednej Amerike sa láskavec pestoval už pred 6000 rokmi, kde bolo jeho semeno okrem kukurice a fazule hlavnou zložkou potravy Aztékov. Na Slovensku však poznáme láskavec, najmä ako nepríjemnú burinu (Obr. 16). Pestovanie a produkcia laskavca sa z Latinskej Ameriky rozšírila od začiatku 18. storočia sa pestoval po celej Európe ako bylina a okrasná rastlina. Láskavec je rastlina veľmi nenáročná, dobre znáša sucho aj neúrodné pôdy, preto si našla uplatnenie aj v nehostinnejších oblastiach. Listy sú bohaté na vitamíny – C, E, A, bielkoviny a minerálne látky, hlavne vápnik, draslík a železo, tiež betakarotén. Láskavec, predovšetkým druh *Amaranthus cruentus* sa preto používa aj ako „listová“ čerstvá zelenina ([http 26](#)).

Múka z laskavcov neobsahuje lepok, je to prirodzene bezlepková surovina, ktorá má významné využitie vo výžive pacientov s celiakiou. Zo semien možno pripraviť polievku, pukance, chrumky, a z múky kašu, placky, pečivo a iné.



Obrázok 16

Rastlina laskavca ([http 27](#))

Láskavec má v zrne asi 16 % bielkovín, ktoré vo svojej štruktúre obsahujú všetky esenciálne aminokyseliny (leucín, izoleucín, valín, metionín, fenylalanín, lyzín,

treonín, a tryptofán) (Juan et al., 2007). Obsah sacharidov v zrne láskavca je porovnateľný s ostatnými cereáliami, a v priemere sa pohybuje okolo 63 %, pričom je takmer kompletne tvorený polysacharidmi, hlavne škrobom. Jednoduché cukry tvoria asi len 1-2 %. Hlavnou súčasťou škrobu láskavca je vetvený amylopektín (oligosacharid až polysacharid tvorený glukózami pospájanými väzbami 1,4 a 1,6), z ktorého sa postupne uvoľňujú glukózové jednotky. Glukóza sa postupne vstrebáva z tenkého čreva a tým nedochádza ku kolísaniu hladiny krvného cukru a vyplavovaniu väčšieho množstva inzulínu. Pre tieto vlastnosti je láskavcový škrob veľmi vhodný pre pacientov s metabolickými poruchami. Zrno láskavca obsahuje asi 7 % vlákniny, čo je viac ako v ostatných obilninách (Habán, 2005). Zo zrna láskavca sa extrakciou získava kvalitný amarantový olej s vysokým obsahom nenasýtených mastných kyselín, najmä linolovej a olejovej, ktorý má liečebné účinky u pacientov s ischemickou chorobou srdca (Gonor et al., 2006, Martirosyan et al., 2007). Ďalej obsahuje skvalén – látku, ktorá je prekursorom v syntéze steroidov a dôležitých antioxidantných látok. Láskavec má aj relatívne vysoký obsah minerálnych látok. V porovnaní so pšenicou, ovsom, ryžou, kukuricou a sójou sú semená láskavca lepším zdrojom vápnika, železa, sodíka, medi, mangánu a selénu .

Výborné výživové vlastnosti láskavca poskytujú širokú škálu uplatnenia ako u osôb zdravých, tak u pacientov pri rôznych ochoreniach. Na základe doposiaľ získaných vedeckých poznatkov je zrejmé, že semená i listy amarantu v mnohých nutričných hodnotách preyšujú tradičné cereálie a v potrave môžu byť ich vhodným doplnkom.

1.11.2 Bezlepková diéta

Výživa celiaka musí zohľadniť absolútne vylúčenie prolaminových bielkovín zrna pšenice (gliadínov), jačmeňa (hordeínov) a raže (sekalínov) z potravy. Okrem týchto bielkovín, u ktorých bol preukázaný efekt, vyvolávajúci alergickú reakciu v tenkom čreve, sa v súčasnosti z potravy eliminujú aj glutenínové bielkoviny, pretože bolo dokázané, že u pacientov, ktorí sú v remisii a bezprostredne nevykazujú chorobné prejavy môžu aj glutenínové bielkoviny vyvolať patologické zmeny v sliznici tenkého čreva (Dewar et al., 2006). Preto je základom výživy celiaka tzv. bezlepková diéta, ktorá znamená absolútne vylúčenie prolaminových aj glutelínových bielkovín z potravy, čo znamená zákaz konzumácie pšenice, jačmeňa a raže. Konzumácia ovsu vyvoláva v odbornej komunite diskusie, pretože bielkoviny zrna ovsu – aveníny, neobsahujú také

poradia aminokyselín, ktoré vytvárajú sekundárnu štruktúru β -závitnice, ktorá vyvoláva alergickú reakciu (Janatuinen et al., 2000). Vzhľadom na pestovateľskú a spracovateľskú prax sa však ovos neodporúča celiakom konzumovať, pretože býva kontaminovaný predovšetkým jačmennými bielkovinami (zrnom, sladom). Jedine ak je zabezpečená 100 % čistota ovsa, môže byť tento zaradený do výživy celiakov.

Kremler (2005) odporúča nasledovné produkty pre bezlepkovú diétu:

ryža - ryžovú múku možno použiť na obaľovanie, pečenie, ryža ako cestovina do príloh alebo polievok, instantná ryžová kaša na zahustenie polievok,

kukurica - kukuričná múka hladká (na obaľovanie a zasmažku), polohrubá (na pečenie), kukuričná krupica (na pečenie), instantná kaša (na zahustenie polievok), kukuričná strúhanka (na obaľovanie mäsa), kukuričný škrob (na prípravu pudingov a krémov), kukuričné cestoviny, kukurica cukrová,

pohánka - na zasmažku. obaľovanie, pečenie,

sója - hladká, hrubá múka (pečenie, zahustenie, príprava nátierok), sójové „mlieko“, smotana, jogurty, tofu-syr, bezlepkové sójové mäso,

zemiaky - ako príloha do pokrmov, zemiaková múka na prípravu cesta, zemiakové knedlíky,

láskavec - použitie do cesta, maximálne 30 % z celkového množstva múky,

zelenina - čerstvá, mrazená, sušená, konzervovaná (ak neobsahuje zahusťovadlá, emulgátory, konzervačné látky, stabilizátory, nešpecifikované potravinárske škroby), vhodnejšie sú jemnejšie druhy ako hlávkový šalát, mrkva, karfiol, zeler, kaleráb, špenát. V neskoršom, zlepšujúcom sa štádiu, možno zaradiť aj hlávkovú kapustu, cibuľu, cesnak, petržlenovú vňať a pažitku,

ovocie - čerstvé, mrazené, sušené, konzervované. Obzvlášť vhodné sú mäkké, dobre vyzreté plody marhúľ, broskýň, pomarančov a jablák. Banány sa zvyknú podávať na začiatku liečby u detí ako jediná potrava. Ostatné druhy ovocia sa podávajú len vo forme kompótov,

vajcia - len dobre tepelne upravené. Nepoužívať náhrady vajec,

chlieb - z ryžovej múky, zemiakov, sójovej múky, kukuričnej, hrášku, ciroku, orechov alebo fazuľovej múky. Nepoužívať múku s nízkym obsahom gluténu, pšeničnú, ovsenú a pšeničný škrob,

„cereálie“, teda müsli a pod. - z kukurice, ryže, extrudovanej ryže. Nepoužívať cereálie obsahujúce jačmeň, pšenicu, raž, ovos. Rizikovým môže byť aj obsah sladu,

syry - všetky tvrdé syry ako napríklad Čedar, švajčiarsky, Eidam, Gouda. Je potrebné pozorne kontrolovať zloženie tvarohu, krémových syrov, tavených syrov. Nepoužívať syrové nátierky, syry, ktoré neobsahujú mliečne súčasti, rokfortové syry (vyrábané na báze obilninovej strúhanky), syry Ricotta (obsahujúce obilninový ocot), syry, ktoré obsahujú gumovú bázu a konzervačné látky,

šalátové dressingy - vlastnej výroby,

nápoje a džúsy - zrnková káva bez akýchkoľvek prísad, ďalej čaj, ovocné džúsy, perlivé nápoje, 100 % kakao. Neodporúčajú sa instantné nápoje neznámeho zloženia, mlieko obsahujúce slad, čokoládové mlieko (môže obsahovať cereálie),

múka - kukuričná, zemiaková, ryžová, sójová, fazuľová, orechová, škrob- kukuričný, zemiakový, ryžové otruby a cirok. Nepoužívať múky obsahujúce pšenicu, jačmeň, raž, ovos a škroby z nich,

polievky - doma urobené s povolenými prísadami,

živočíšne tuky, rastlinné oleje - všetky bez prísad. Odporúča sa kontrolovať zloženie všetkých olejov, margarínov, krémových masiel,

ocot - jablkový, vínny, kukuričný bez prísad,

alkoholické nápoje - víno a brandy bez konzervačných prísad a farbív. Biele víno, zemiaková vodka, čisté koňaky, rum, tequilla. Nepožívať pivo, svetlé pivo a akýkoľvek alkohol vyrobený z obilnín. I bezlepkové pivo obsahuje lepok (10 mg.100g-1),

dezerty - vaječný krém, tvaroh bez prísad, pudinky s prídavkom kukuričného škrobu. želatína, zmrzlina (neobsahujúca gluténové stabilizátory), šerbet,

sladidlá a sladkosti - repný a trstinový cukor, včelí med, hroznový cukor, čisté sirupy, džemy, tvrdé cukríky, horká čokoláda,

mäso - čerstvé mäso, hydina, ryby, údeniny, ak neobsahujú pšeničný škrob a múku. Vhodné sú všetky druhy chudého hovädzieho mäsa, hovädzia, bravčová a hydinová šunka, a ryby. Najvhodnejšie je mäso upravovať varením, dusením, alebo pečením v alobale,

jogurty - biele, ovocné bez prídavkov potravinárskeho škrobu a zahusťovadiel,

orechy a semená - orechy vlašské, lieskové, kešu, brazílske, paraorechy, arašidy, mandle, semená slnečnicové, sezamové a ľanové, vhodný je tiež mak a kokos,

ostatné - čistá soľ, čierne korenie, koreniny, v mletom korení býva niekedy použitá pšeničná múka, byliny, orechy, kokos, arómy (bez obsahu alkoholu), vegetu zn. Solčanka, žuvačku zn. Wrigley.

Za rizikové produkty a potravinové aditíva vo výžive celiakov sa považujú:

Okrem potravín obsahujúcich pšenicu, jačmeň, raž a ovos sú lepkové bielkoviny prítomné v širokom sortimente potravinárskych výrobkov a aditív (Michalík, Bauerová, 2001):

- pri výrobe ryžových a sójových nápojov sa využívajú jačmenné enzýmy, veľa liekov obsahuje glutén a laktózu,
- cereálne vločky môžu obsahovať slad a sladové arómy obsahujúce lepok, omáčky (sójové, rybie, kečupy, horčice, majonézy, dresingy) môžu obsahovať lepok (pšeničný škrob a emulgátory),
- zmrzliny, sušené jedlá môžu obsahovať lepok, (pšeničný škrob, stabilizátory a emulgátory),
- zmes korenín môže obsahovať pšeničnú múku, ktorá zabraňuje hrudkovataniu korenia (Kremler, 2005).

Ďalšie potencionálne zdroje lepku sú v čokoláde, cukrovinkách, pive, výrobkoch z mäsa (Michalík, Bauerová, 2001), zahusťovadlách, emulgátoroch, náhradách živočíšnych bielkovín, kypriacom prášku do pečiva a podobne (Krkošková et al., 1998).

Celiatici si musia dávať pozor i na:

- kozmetické prípravky (krémy, kozmetické rúže, zubné pasty, ústne vody),
- poštové známky, obálky, nálepky, pretože lepidlo môže byť kontaminované lepkom,
- grilované jedlá v reštauráciách (kontaminované grilom, na ktorom sa pred prípravou bezlepkového jedla pripravovalo jedlo obsahujúce lepok),
- vyprážané jedlá v reštauráciách (kontaminácia strúhankou, omáčkami),
- omrvinky chleba, ktoré sa môžu dostať do masla, džemov, toastovačov, môžu zostať na riade, príborech, pracovných doskách (Kremler, 2005).

2 CIEĽ PRÁCE

Cieľom diplomovej práce bolo kvantitatívne analyzovať celiakálne aktívne bielkoviny v rôznych rastlinných surovinách.

Pre splnenie cieľa bolo potrebné:

- spracovať literárny prehľad v oblasti celiakie, chemickej a biochemickej charakteristiky vybraných plodín, ktoré sú, resp. nie sú vhodné pre diétu celiakov,
- analyzovať prítomnosť celiakálne aktívnych bielkovín vo vybraných rastlinných druhoch, ktoré sú najčastejšími surovinami pre výrobu humánnej výživy ako aj tie, ktoré sú odporúčané pre výživu celiakov.

3 MATERIÁL A METODIKA

3.1 Analyzovaný biologický materiál

V práci bol použitý rastlinný materiál získaný z Génovej banky Výskumného ústavu rastlinnej výroby v Piešťanoch: pšenica letná, f. ozimná odroda Samanta, pšenica letná, f. ozimná odroda Hana, pšenica tvrdá odroda Vendur, tritikale odroda Selgo, ovos nahý odroda Jakub, ovos nahý odroda Detvan, ovos plevnatý odroda Zvolen, jačmeň jarný odroda Jubilant, pohánka lúpaná odroda Špačinská, kukurica, sója, proso, cícer a hrachor. Zrná plodín boli zomleté na celozrnný šrot na laboratórnom mlyne.

3.2 Biochemické metódy

3.2.1 Stanovenie celkového dusíka podľa Kjeldahla (Michalík et al., 2002)

Princíp: Stanovenie je založené na mineralizácii rastlinnej hmoty v Kjeldahlovej banke v prostredí koncentrovanej kyseliny sírovej a vhodného katalyzátora. Organicky viazaný dusík v organickej hmote sa pri oxidácii v prostredí koncentrovanej kyseliny sírovej mení na amoniak, ktorý reaguje s kyselinou sírovou za vzniku síranu amónneho. Kyselina sírová odoberá látke kyslík a vodík (organická hmota sčernie). Zo síranu amónneho sa amoniak ako slabšia zásada vytesní prebytkom alkalického hydroxidu. Vytesnený amoniak sa predestiluje do predlohy so známym množstvom kyseliny sírovej.

Postup: Pre stanovenie bol použitý poloautomatický systém Velp. Do suchej Kjeldahlovej banky sa navážia 3 g biologického materiálu, pridá sa 25 ml koncentrovanej kyseliny sírovej, zahreje a mineralizuje spaľovaním. Po mineralizácii sa vzorka kvantitatívne prenesie do 250 ml banky, doplní destilovanou vodou na objem 250 ml a premieša. Z roztoku sa odpipetuje 25 ml, pridá sa 30 % roztok hydroxidu sodného v prebytku a predestiluje sa do predlohy s $0,1 \text{ mol.dm}^{-3}$ kyseliny sírovej. Nezreagovaný roztok sa titruje pomocou $0,1 \text{ mol.dm}^{-3}$ hydroxidu sodného na indikátor metylčerveň. Od množstva kyseliny sírovej v predlohe sa odpočíta množstvo spotrebovaného $0,1 \text{ mol.dm}^{-3}$ hydroxidu sodného, pričom pri výpočte sa vychádza zo vzťahu, že $0,1 \text{ mol.dm}^{-3}$ kyseliny sírovej zodpovedá 1,401 mg dusíka.

3.2.2 Stanovenie bielkovinového dusíka podľa Barnsteina (Michalík et al., 2002)

Princíp: Stanovenie je založené na vyzrážaní bielkovín pomocou CuSO_4 a po odstránení ostatných dusíkatých látok ako sú aminokyseliny, amidy a anorganické zlúčeniny sa dusík stanoví metódou podľa Kjeldahla.

Postup: 1 g biologického materiálu sa varí 1 – 2 minúty s 50 – 100 ml destilovanej vody. Za varu sa pridáva 25 ml 1,25 % roztoku hydroxidu sodného. Zrazenina precipituje minimálne 60 minút pri laboratórnej teplote. Kvapalina sa prefiltruje a zrazenina sa premýva vriacou vodou dovtedy, kým filtrát nedáva pozitívnu reakciu na ferokyanid draselný. Filter so zrazeninou sa vysuší v termostate pri teplote 40 °C, vloží do Kjeldahlovej banky a stanoví sa koncentrácia dusíka podľa Kjeldahla.

Výpočet obsahu bielkovín: Percentuálne zastúpenie hrubých bielkovín (% HB) sa vypočíta prepočtom z obsahu dusíka (% N) stanoveného podľa Kjeldahla nasledovne:
 $\% \text{ HB} = \% \text{ N} \times \text{prepočítavací faktor (Tabuľka 3)}$

Tabuľka 3

Prepočítavací koeficient

Druh zrnín	Hodnota prepočítavacieho koeficientu
živočíšna bielkovina	6,25
kukurica, pohánka, fazuľa	6,0
pšenica, jačmeň, hrach, sója	5,7
ovos, raž, tritikale	5,83
ryža	5,95

3.2.3 Frakcionácia bielkovinového komplexu zrna obilnín podľa Osborneho (Michalík et al., 2002)

Postup pre získanie bielkovinových frakcií:

Do 250 ml odstredovacej kyvety sa naváži 10g obilného šrotu a pridá sa 100 ml 10 % NaCl. Zmes sa extrahuje na trepačke 45 minút pri laboratórnej teplote a odstreduje počas 10 minút pri 5 000 ot.min⁻¹. Supernatant obsahuje bielkoviny typu albumínov a globulínov. K sedimentu sa opäť pridá 100 ml 10 % NaCl a extrakcia sa opakuje.

Izolovaný preparát albumínov a globulínov sa získa zliatím supernatantov a ich lyofilizáciou. K sedimentu sa pridá 100 ml 70 % etanolu. Zmes sa extrahuje na trepačke 45 minút pri laboratórnej teplote a odstreduje počas 10 minút pri 5 000 ot. min⁻¹. Supernatant obsahuje bielkoviny typu prolaminov. K sedimentu sa opäť pridá 100 ml 70 % etanolu a extrakcia sa opakuje.

Izolovaný preparát prolaminov sa získa zliatím supernatantov a ich lyofilizáciou.

K sedimentu sa ďalej pridá 100 ml 0,2 % NaOH. Zmes sa extrahuje na trepačke 45 minút pri laboratórnej teplote a odstreduje počas 10 minút pri 5 000 ot. min⁻¹. Supernatant obsahuje bielkoviny typu glutelínov. K sedimentu sa opäť pridá 100 ml 0,2 % NaOH a extrakcia sa opakuje.

Izolovaný preparát glutelínov sa získa zliatím supernatantov a ich lyofilizáciou.

4 VÝSLEDKY A DISKUSIA

Celiakia je vrodené autoimunitné ochorenie. V súčasnosti sa vyskytuje asi u 1 človeka zo 100 ľudí, z toho je pravdepodobne diagnostikovaných asi len 5 % ľudí. Celiakia je vyvolaná neznášanlivosťou bielkovín pšenice, jačmeňa a raže (gliadínov, hordeínov a sekalínov), diskutovaný je vplyv bielkovín ovsa (avenínov). Intolerancia sa vzťahuje na zmes bielkovín obilných zŕn tvoriacich lepok (glutén), z ktorého alkoholom možno extrahovať gliadín. Predpokladá sa, že ide o vrodenú poruchu metabolizmu s poruchou aktivity enzýmov hydrolyzujúcich glutén. Vznikajú „toxické“ peptidy, ktoré sa hromadia v sliznici tenkého čreva a poškodzujú ju. Na patogenéze celiakie významne participujú aj autoimunitné mechanizmy tvorbou protilátok proti gluténu a jeho zložkám.

Bezlepková diéta predstavuje základ liečby jedincov postihnutých celiakálnou sprue. Aby bola liečba celiakov účinná, bezlepková diéta musí byť dodržiavaná prísne, čo si vyžaduje úplné vylúčenie potravín obsahujúcich lepok zo stravy. Vyžaduje sa hlavne vynechanie obilnej múky, keďže táto je bohatá na zásobné bielkoviny spúšťajúce celiakálne ochorenie. Dodržiavanie prísnej bezlepkovej diéty zlepšuje stav poškodenej sliznice tenkého čreva. Diplomová práca sa zameriava na bielkovinovú skladbu vybraných druhov plodín, ktoré predstavujú bežnú súčasť ľudskej výživy (pšenica, jačmeň, ovos, tritikale, pohánka, kukurica, sója, proso, cícer a hrachor). Celkový obsah dusíka sa stanovoval z celozrnného šrotu analyzovaných rastlinných plodín. Pre určenie technologickej a nutričnej kvality cereálií je podľa Muchovej (2001) potrebné poznať zastúpenie hrubého proteínu. Množstvo hrubého proteínu sa vypočítalo pomocou prepočítavacieho koeficientu pre jednotlivú plodinu z celkového obsahu dusíka.

Zo získaných výsledkov stanovenia koncentrácie dusíkatých látok (Tabuľka 4) vyplýva, že najvyššou koncentráciou dusíkatých látok (Obr. 17) sa vyznačovali strukoviny - sója (6,715 %) a hrachor (4,672 %), naopak najmenší obsah dusíkatých látok bol zistený v prose (1,186 %).

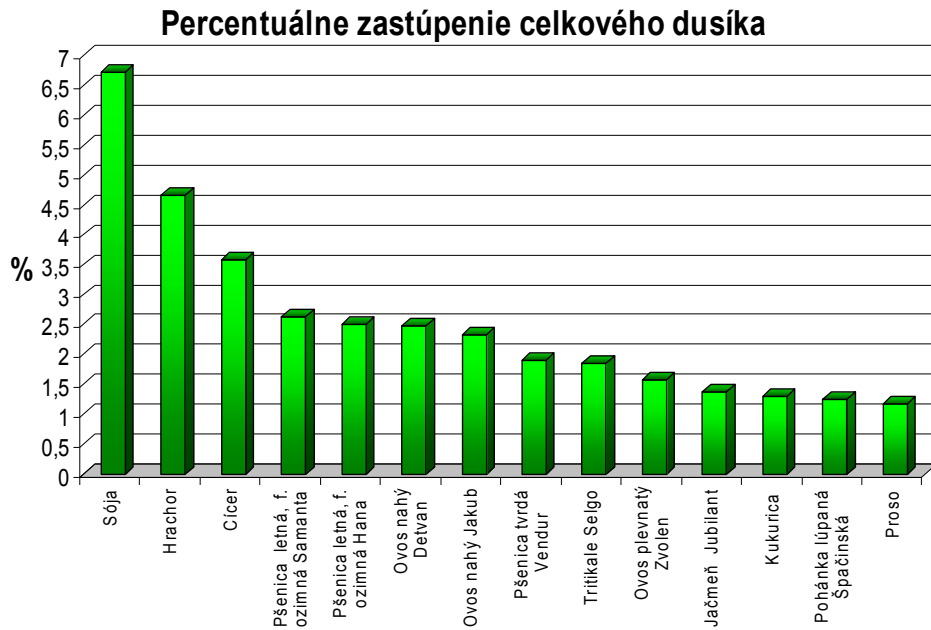
Tabuľka 4**Stanovenie koncentrácie dusíkatých látok**

Biologický materiál	Celkový dusík, %	Hrubý proteín, %	Bielkovinový dusík, %
Pšenica letná, f. ozimná, Samanta	2,637	15,030	1,548
Pšenica letná, f. ozimná, Hana	2,498	14,238	2,428
Pšenica tvrdá, Vendur	1,914	10,909	1,578
Tritikale, Selgo	1,847	11,325	1,672
Ovos nahý, Jakub	2,328	13,269	1,759
Ovos nahý, Detvan	2,476	14,113	1,883
Ovos plevnatý, Zvolen	1,593	9,080	1,361
Jačmeň, Jubilant	1,384	7,888	1,389
Pohánka lúpaná, Špačinská	1,259	7,176	1,112
Kukurica	1,312	8,20	1,175
Sója	6,715	41,968	5,415
Proso	1,186	6,760	1,093
Cícer	3,597	22,481	2,645
Hrachor	4,672	29,200	3,941

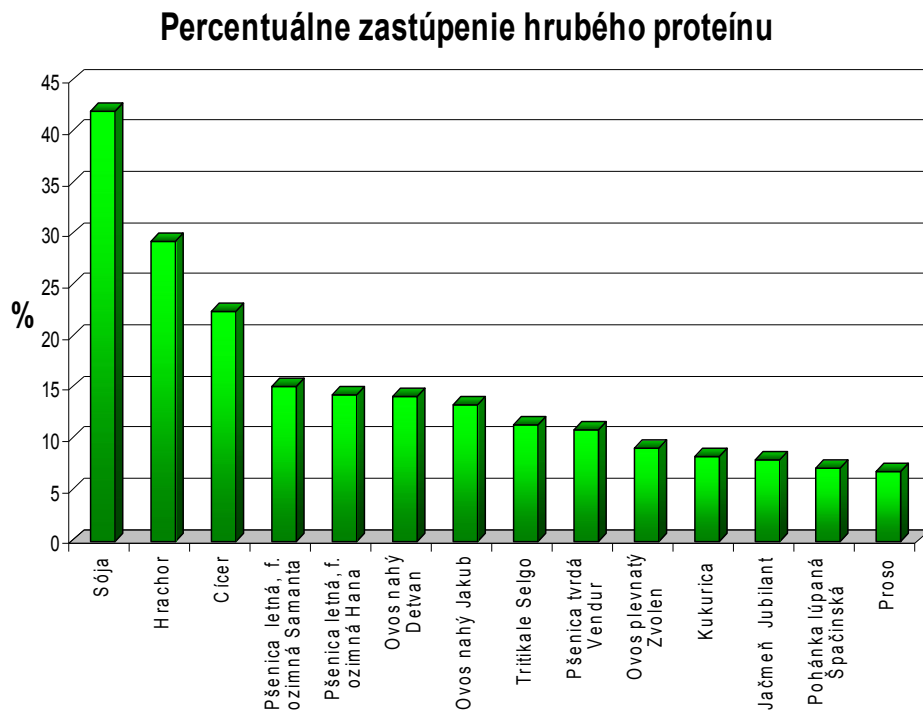
Najvyššie zastúpenie hrubého proteínu (Obr. 18), ktorý predstavuje aj voľné aminokyseliny a nízkomolekulové peptidy, bolo stanovené v sóji (41,968 %), druhý najvyšší obsah hrubého proteínu sa nachádzal v hrachore (29,200 %) a najmenší obsah hrubého proteínu bol v prose (6,760 %).

Najvyššia koncentrácia látok bielkovinovej povahy, teda najvyšší obsah bielkovinového N, ktorý predstavuje iba aminodusík viazaný v bielkovinách (Obr. 19), bola stanovená vo vzorkách, ktoré mali najviac hrubého proteínu aj dusíkatých látok, a to v sóji (5,415 %) a v hrachore (3,941 %). Najmenej bielkovín bolo obsiahnutých v prose (1,093 %) a v zrne pohánky lúpanej (odroda Špačinská). Z obilnín bola najvýznamnejším zdrojom bielkovinových látok pšenica letná (2,428 %).

Obrázok 17



Obrázok 18



Obrázok 19



Pre hodnotenie rastlinného materiálu, či už z pohľadu nutričnej alebo spracovateľskej kvality je potrebné určiť frakčnú skladbu bielkovinového komplexu. Komplex bielkovín zrna obilnín tvoria bielkoviny cytoplazmatické, teda albumíny a globulíny a bielkoviny zásobné, čiže prolaminíny a glutelíny. Cytoplazmatické bielkoviny majú veľký význam z nutričného hľadiska, nakoľko majú optimálnu aminokyselinovú skladbu, hlavne zastúpenie esenciálnych aminokyselín. Technologické vlastnosti zasa ovplyvňujú prevažne zásobné bielkoviny tvoriace lepok, ktoré vykazujú nízky obsah esenciálnych aminokyselín a vyšší podiel neesenciálnych aminokyselín. Cytoplazmatické bielkoviny sú známe tým, že vykazujú enzymatickú aktivitu, dobre sa rozpúšťajú vo fyziologických roztokoch. Proteolytické enzýmy albumíny a globulíny pomerne jednoducho hydrolyzujú, vďaka čomu sú v ľudskom organizme dobre stráviteľné.

Celiakálne ochorenie je spôsobené intoleranciou tenkého čreva na prolaminové frakcie obilných bielkovín, preto z pohľadu celiakov je pri stravovaní dôležité poznať hlavne zastúpenie týchto bielkovinových frakcií.

Tabuľka 5

Percentuálne zastúpenie bielkovinových frakcií v analyzovaných vzorkách

Názov vzorky	Alb+Glo, %	Prolamíny, %	Glutelíny, %	N-zvyšok, %
Pšenica letná, f. ozimná Samanta	0,387	0,578	0,598	0,140
% zastúpenie frakcií	22,62	33,78	34,95	8,18
Pšenica letná, f. ozimná Hana	0,449	0,870	0,701	0,196
% zastúpenie frakcií	20,00	38,75	31,22	8,73
Triticale Selgo	0,617	0,631	0,407	0,239
% zastúpenie frakcií	32,34	33,07	21,33	12,53
Pšenica tvrdá Vendur	0,471	0,662	0,463	0,140
% zastúpenie frakcií	26,85	37,74	26,40	7,98
Ovos nahý Jakub	0,746	0,393	0,878	0,140
% zastúpenie frakcií	34,54	18,19	40,65	6,48
Ovos nahý Detvan	0,915	0,323	0,684	0,154
% zastúpenie frakcií	44,08	15,56	32,95	7,42
Ovos plevnatý Zvolen	0,617	0,281	0,533	0,174
% zastúpenie frakcií	38,25	17,42	33,04	10,79
Jačmeň Jubilant	0,449	0,483	0,457	0,140
% zastúpenie frakcií	29,10	31,30	29,62	9,07
Pohánka lúpaná Špačinská	0,561	0,070	0,210	0,281
% zastúpenie frakcií	50,00	6,24	18,72	25,04
Kukurica	0,205	0,281	0,382	0,309
% zastúpenie frakcií	17,20	23,57	32,05	25,92
Sója	2,567	0,084	1,052	1,824
% zastúpenie frakcií	45,75	1,50	18,75	32,51
Proso	0,196	0,056	0,196	0,814
% zastúpenie frakcií	15,52	4,43	15,52	64,45

Cícer	2,525	0,042	0,281	0,182
% zastúpenie frakcií	83,33	1,39	9,27	6,01
Hrachor	3,507	0,070	0,575	0,168
% zastúpenie frakcií	80,12	1,60	13,14	3,84

Vysvetlivky: Alb+Glo je spojená frakcia albumínov a globulínov

Z výsledkov frakčnej skladby jednoznačne vyplýva, že najviac celiakálne aktívnych prolaminových bielkovín obsahuje pšenica letná, f. ozimná odroda Hana (38,75 %) a pšenica tvrdá odroda Vendur (37,74 %). Na základe uvedeného je možné konštatovať, že celiatici majú zakázanú konzumáciu akýchkoľvek potravín pripravených zo pšenice. Vysoký obsah prolaminov bol stanovený aj v jačmeni Jubilent (31,30 %) a tritikale Selgo (33,03 %). Z výsledkov frakcionácie teda vyplýva, že jačmeň a tritikale sú pre celiatikov zakázanými potravinami. Prekvapivé výsledky boli zo stanovenia obsahu prolaminov v ovse (15,56 %) a v kukurici (23,57 %). Takéto hodnoty ukazujú na nevyhnutnú následnú analýzu založenú na imunologickom stanovení, pretože samotné určenie podielu „toxických“ bielkovín v danom rastlinnom materiáli nie je postačujúce pre presné určenie možného alergénneho účinku. Najnižší obsah prolaminových bielkovín bol stanovený v cíceri (1,39 %), v sóji (1,50 %) a hrachore (1,60 %). Výsledky sú v súlade s konštatovaniami v prácach Michalíka a Bauerovej (2001), ktorí uvádzajú, že najvyšší obsah prolaminov má z obilnín zrnko pšenice a jačmeňa.

Ako uvádzajú Ferenčík – Škárka (1981), Szabová et al. (2003) a Michalík et al. (2006) pri stanoveniach frakcií bielkovín spôsobujúcich alergické odozvy organizmu možno použiť aj analýzu bielkovín, ktoré predtým zreagovali s dodecylsírnanom sodným v polyakrylamidovom géli (SDS-PAGE) alebo kyslú polyakrylamidovú elektroforézu (A-PAGE). Sú to metódy založené na elektroforetickom základe. Práve elektroforetickými analýzami sa presnejšie stanoví zastúpenie prolaminových frakcií z celkového zastúpenia bielkovín v obilných zrnách a tiež koncentrácia individuálnych gliadínových frakcií (α -, β -, γ - a ω -gliadíny) (Socha – Raždíková – Urmínská, 2010). Podľa Wiesera (2004) antigénmi vyvolávajúcimi prvotnú imunitnú odpoveď imunitného systému na gluténové bielkoviny sú isté peptidy, vznikajúce rozložením

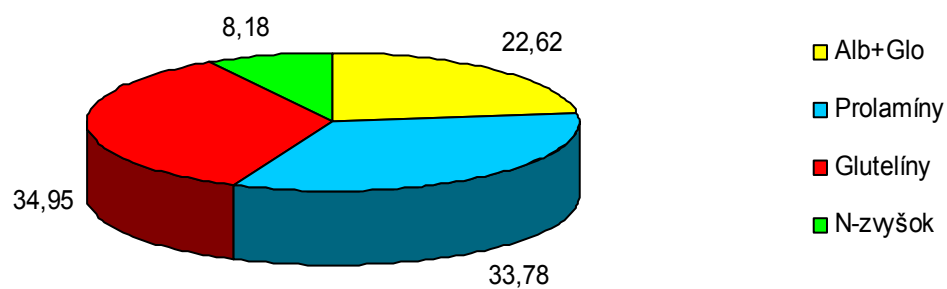
potravy bielkovinového charakteru v tráviacom trakte pomocou enzýmov vykazujúcich proteolytickú aktivitu. Rozložené peptidy sa dostávajú do styku s makrofágovými bunkami a antigénmi lamina propria po prechode enterocytárnou vrstvou. Peptidy sú špecificky viazané s HLA-DQ2 a -DQ8 molekulami, tkanivovou transglutaminázou sú deaminované a dostávajú sa do styku s receptormi T-buniek na glutén senzitivných CD4+ buniek. Stimuláciou T-bunkových receptorov je navodená sekrécia prozápalových cytokínov, prevažne γ -interferónu. Wieser a Koehler (2008) uvádzajú dve reakcie imunitného systému navodené peptidmi. Jednou je reakcia adaptačnej imunitnej odpovede, ktorá sa týka HLA-DQ2 alebo HLA-DQ8 heterodimérov a CD4+ T-buniek v prostrednej vrstve črevného epitelu. Ďalšou reakciou je vrodená imunitná odpoveď, akútne pôsobiaca na črevný epitel. Podľa Hill – McMillan (2006) v patogenéze celiakie má veľký význam tkanivová transglutamináza pôsobiaca ako antigén v endomysiu. Nielen deaminuje peptidy, ale tiež navodzuje vytváranie vysokomolekulárnych komplexov katalýzou cross-linkov, teda väzieb medzi gluténovými peptidmi (Wieser – Koehler, 2008). Epitopy navodzujúce celiakiu sa nezhodujú s epitopmi navodzujúcimi „klasické“ alergie na pšeničné potraviny, počas ktorých sa identifikujú protilátky IgE (Fuchs, 2005).

Pšenica letná forma ozimná, ako najdôležitejšia chlebová plodina predstavuje základný zdroj ľudskej výživy. Pšenica je našou základnou obilninou. Zrno sa využíva k výrobe chleba, pečiva, krúp, cestovín a v cukrárenstve. Využíva sa tiež ako surovina k výrobe celého radu dôležitých látok – lepkové bielkoviny, lepidlá, škrob, etanol a iné výrobky.

Pšenica letná je považovaná za najvýznamnejšiu potravinu vyvolávajúcu celiakálne ochorenie v našich podmienkach. Obsahuje vysoký podiel frakcie protoplazmatických bielkovín, albumínov a globulínov (Obr. 20 - 21) (odroda Samantha 33,78 %, odroda Hana 38,75 %). Glutén - tvoriace bielkoviny majú v zrne pšenice 34,95 % (odroda Samatha) - 31,22 % (odroda Hana) zastúpenie.

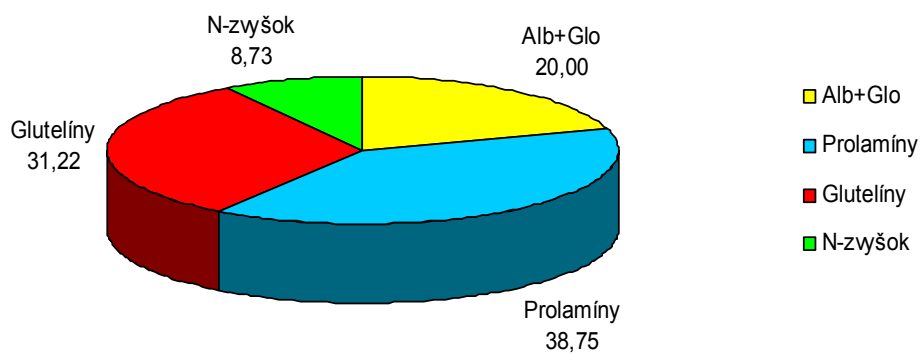
Obrázok 20

Percentuálne zastúpenie frakcií - Pšenica letná, f. ozimná Samantha



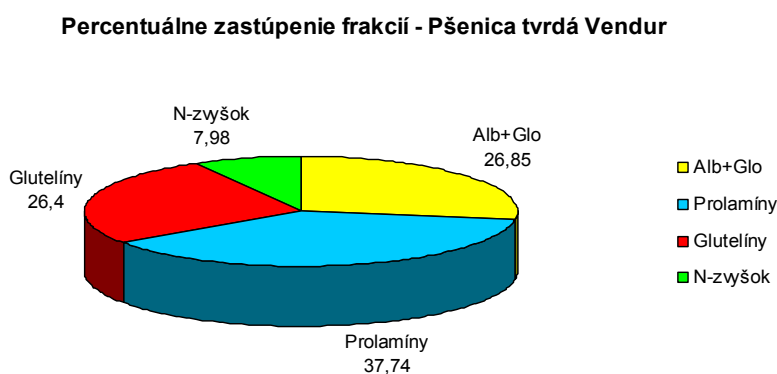
Obrázok 21

Percentuálne zastúpenie frakcií - Pšenica letná, f. ozimná Hana



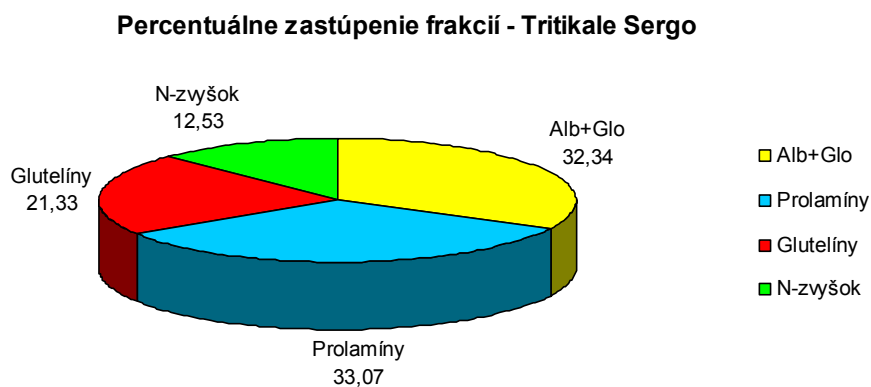
V pšenici tvrdej je obsiahnutých 99,98 g bielkovín v kg zrna. Z týchto látok tvoria prolamíny až 37,74 %, čo je 37,74 g v 1 kg zrna. Pšenica tvrdá má sklovité zrno s vyšším obsahom lepku a žltých pigmentov. Lepok má špecifické vlastnosti, ktoré sú vhodné na spracovanie v cestovinárstve (Muchová et al., 2008). Z analýzy frakčnej skladby vyplýva, že obsahuje takmer rovnakú koncentráciu prolamínových bielkovín ako pšenica letná (Obr. 22). Celiatici majú zakázanú konzumáciu akýchkoľvek cestovín pripravených z tvrdej pšenice.

Obrázok 22



Tritikale vzniklo ako medzidruhový kríženec pšenice a raže. Odrody tritikale nie sú vhodné na pekárenské spracovanie. Podobne ako pšenica, aj tritikale obsahuje vo svojich zrnách vysoký obsah prolamínov, a to 33,07 % (Obr. 23).

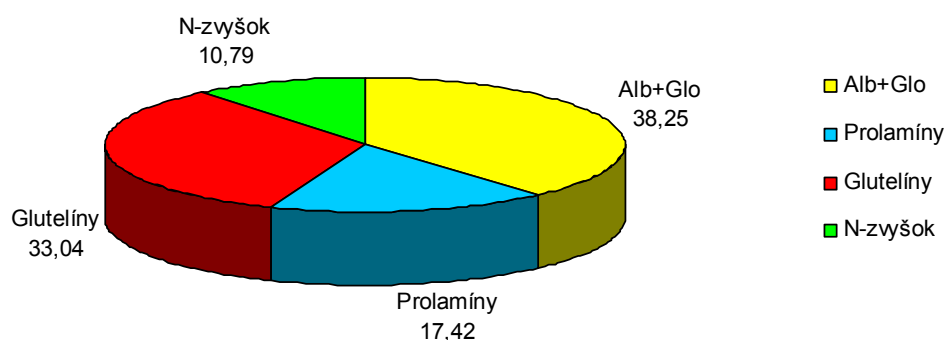
Obrázok 23



Ovos siaty je u nás najrozšírenejší typ ovsa. Nahý ovos sa na rozdiel od ovsa siateho, plevnatého, nemusí lúpať a má lepšie sensorické vlastnosti zrna a vločiek. Rozdiel v chemickom zložení nahého a plevnatého ovsa je ovplyvnený predovšetkým plevami, ale nutričná hodnota olúpaných obiliek plevnatého ovsa je podobná nahému ovsu. Zastúpenie prolamínov v ovse či už nahom alebo plevnatom, sa pohybuje okolo 15,50 - 18,2 % (Obr. 24 – 26), (odroda Jakub 18,19 %, odroda Detvan 15,56 %, odroda Zvolen 17,42 %). Najvyšší podiel albumínov a globulínov sa nachádza v zrne odrody Detvan - 44,08 %. Glutelíny v priemere tvoria 33 – 40 % zastúpenia jednotlivých frakcií. Na rozdiel od pšenice je v ovse sústredených o 20 % menej prolamínov.

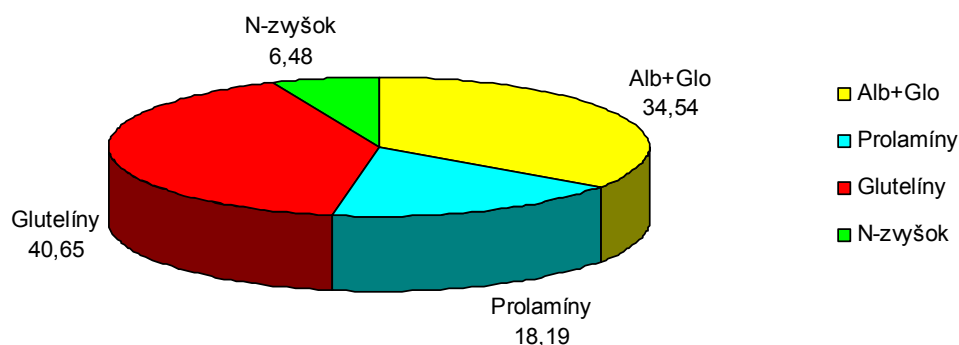
Obrázok 24

Percentuálne zastúpenie frakcií - Ovos plevnatý Zvolen



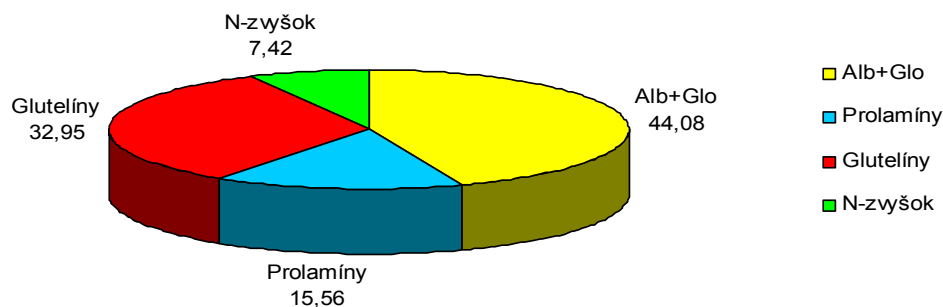
Obrázok 25

Percentuálne zastúpenie frakcií - Ovos nahý Jakub



Obrázok 26

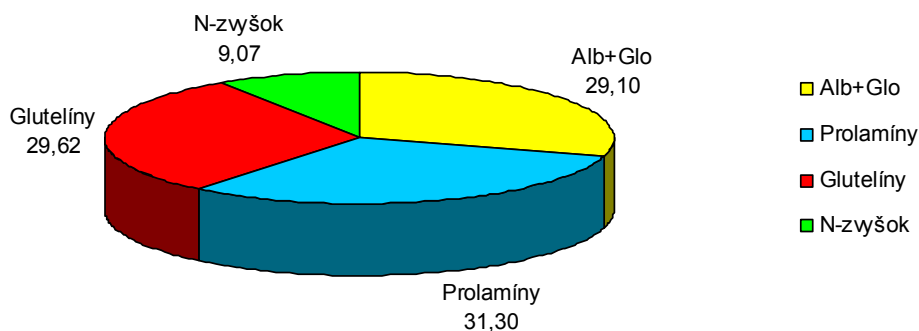
Percentuálne zastúpenie frakcií - Ovos nahý Detvan



Jačmeň Jubilant obsahuje 29,10 g protoplazmatických bielkovín v 1 kg zrna. Jačmeň má veľký význam ako krmovina a priemyselná surovina. Spracúva sa na výrobu krúp, sladových a farmaceutických prípravkov, kávovín a liehu a hlavne na výrobu sladu a piva. Z analýzy je zrejmé, že obsahuje takmer rovnakú koncentráciu prolaminových bielkovín ako pšenica letná (Obr. 27), čo znamená, že jačmeň je pre celiatikov nevhodný na konzumáciu. Zastúpenie glutelínov je 29,62 %.

Obrázok 27

Percentuálne zastúpenie frakcií - Jačmeň Jubilant

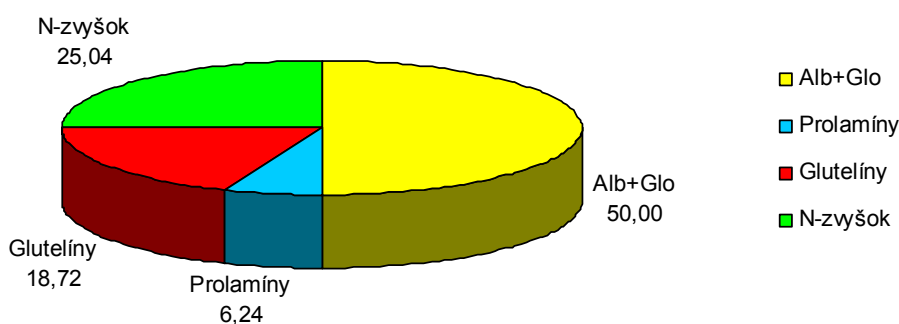


V zrne pohánky tvorí frakcia albumínov a glubulínov až 50 % (Obr. 28). Okrem toho 18,72 % predstavujú glutelíny a 6,24 % prolaminové bielkoviny. Pre jednoznačné odporúčanie alebo zakázanie konzumácie pohánky celiatikmi je potrebná

imunoanalýza so špecifickými protilátkami, ktorou sa dá dokázať alergénnosť týchto bielkovín. Všeobecne sa však pohánka považuje za potravinu bezpečnú pre pacientov s celiakiou.

Obrázok 28

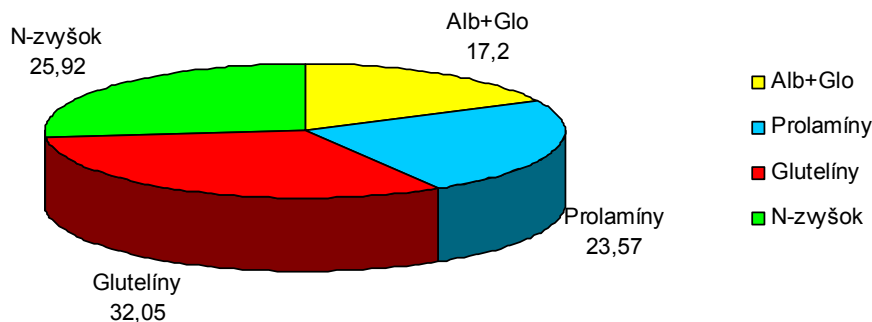
Percentuálne zastúpenie frakcií - Pohánka lúpaná Špačinská



Kukurica je na potravinárske účely najčastejšie používaná v podobe kukuričnej múky a krupice. Značné množstvo sa spracúva na kukuričný škrob, olej, alkohol, pivo a iné produkty. Prolamíny tvoria 23,57 % z celkového zastúpenia zložiek (Obr. 29), ale podobne ako v prípade pohánky sa kukurica pokladá za vhodnú dietickú potravinu pre celiatikov.

Obrázok 29

Percentuálne zastúpenie frakcií - Kukurica

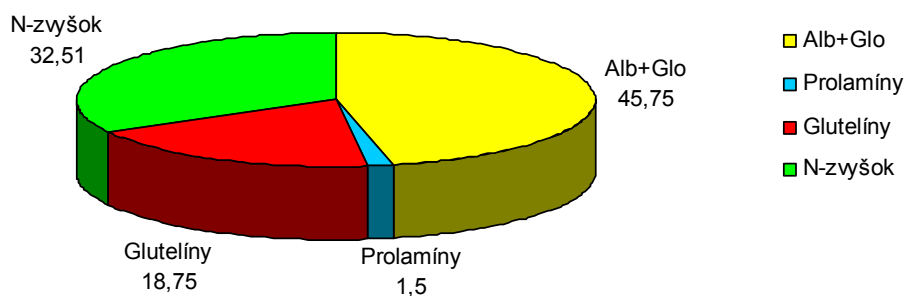


Sója je ideálnou náhradou mäsa. Neobsahuje tuk, je bez chemikálií a nezvyšuje cholesterol v krvi ([http 28](#)).

Sója má najvyšší obsah bielkovín zo všetkých pestovaných strukovín (35 až 45 %). Nevýhodou sóje je, že patrí medzi pomerne časté alergény (asi 8 – 10 % ľudí je na sóju alergických). Stanovením frakčnej skladby sa zistilo, že sója obsahuje len 1,5 % prolamínov (Obr. 30), napriek tomu sa sója považuje za vhodnú pre bezlepkovú diétu.

Obrázok 30

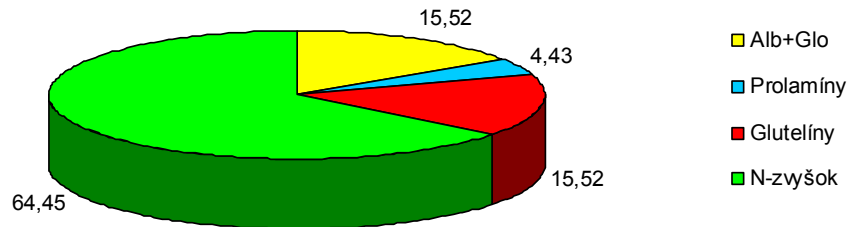
Percentuálne zastúpenie frakcií - Sója



Proso je z obilnín najbohatšie na minerálne látky ([http 29](#)). Obsah minerálnych látok a vitamínov v semenách prosa je všeobecne vyšší ako v pšenici a kukurici. Najčastejšie je konzumované pšeno, ktoré sa získava odstránením plevy zo zrna prosa. Je dobre stráviteľné a svojou nutričnou hodnotou sa vyrovná ovseným vločkám. Obsah prolamínov je 4,43 % a zrno prosa má vysoké zastúpenie N-zvyšku, a to 64,45 % (Obr. 31).

Obrázok 31

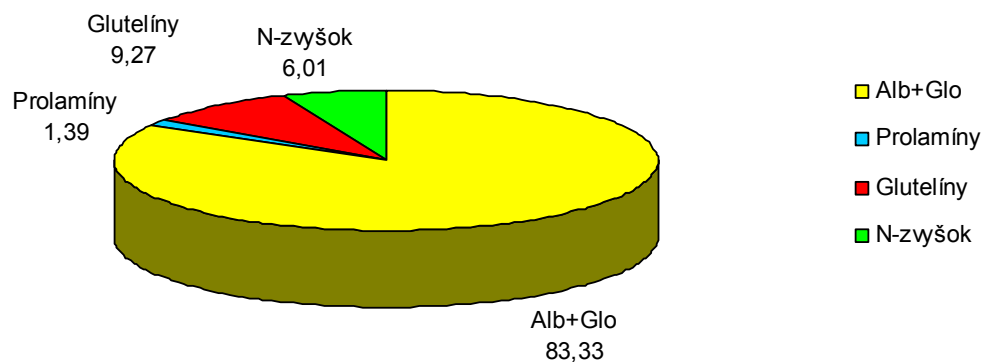
Percentuálne zastúpenie frakcií - Proso



Cícer neobsahuje lepok, čo ocenia ľudia trpiaci celiakiou. Podobne ako ostatné strukoviny aj pre cícer je typická vysoká koncentrácia bielkovín, ktorá je však nižšia než v sóji. Zastúpenie prolamínov v cíceri je len 1,39 % (Obr. 32). V cíceri bol obsiahnutý najvyšší podiel albumínov a globulínov zo všetkých testovaných plodín, a to 83,33 %.

Obrázok 32

Percentuálne zastúpenie frakcií - Cícer

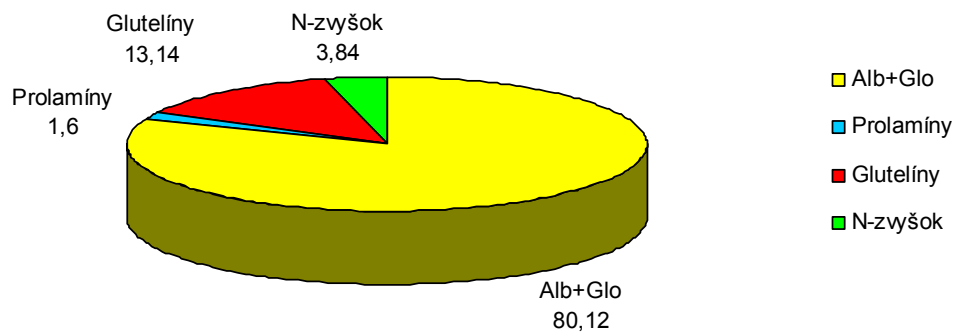


Hrabor sa radí medzi staré kultúrne rastliny. Patrí k suchovzdorným druhom plodín. Súčasné otepľovanie a možné následné nedostatky vody na zavlažovanie, radia

hrachor medzi perspektívne plodiny. Podobne ako cícer, aj hrachor má vysoký obsah albumínov (Obr. 33). Prolamíny tvoria 1,6 % a glutelíny 13,14 %.

Obrázok 33

Percentuálne zastúpenie frakcií - Hrachor



5 NÁVRH NA VYUŽITIE VÝSLEDKOV

Diplomová práca literárnym prehľadom rozširuje poznatky o celiakálnom ochorení, jeho príčinách, prejavoch, dôsledkoch a možnej liečbe. Práca sa zameriava na charakteristiku surovín a potravín vyvolávajúcich celiakálne ochorenie, ako aj surovín a potravín vhodných pre výživu celiakov, ktorí musia dodržiavať striktnú bezlepkovú diétu.

Získané poznatky o zastúpení jednotlivých bielkovinových frakcií – albumínov a globulínov, prolamínov a glutelínov je možné využiť pri príprave bezlepkovej diéty vhodnej pre celiakov. Súčasne bližšie charakterizujú daný biologický materiál, čo má využitie aj v oblasti výživy zdravých jedincov a spracovanie týchto surovín na potraviny.

6 ZÁVERY

Výsledky diplomovej práce prispievajú k poznaniu surovinovej základne využiteľnej pre výživu celiaka. Na základe uskutočnenej analýzy frakčnej skladby bielkovín vybraných rastlinných druhov je možné konštatovať, že

- frakcionácia bielkovín na základe ich rozdielnej rozpustnosti v rôznych rozpúšťadlách je základným, a potrebným laboratórnym postupom pre stanovenie prítomnosti prolaminových bielkovín v rastlinnom materiáli,
- prolamíny tvoria zo všetkých bielkovín v zrne pšenice letnej 33,78 – 38,75 %, v zrne pšenice tvrdej 37,74 %, v tritikale 33,07 %, v ovse 15,56 – 18,19 %, v jačmeni 31,3 %, v pohánke 6,24 %, v kukurici 23,57 %, v sóji 1,5 %, v cíceri 1,39 % a v hrachore 1,6 %,
- vzhľadom na skutočnosť, že alergénosť prolaminov je faktorom špecifickej sekvencie aminokyselín vytvárajúcej špecifické sekundárne štruktúry, je pre jednoznačné odporúčanie na konzumáciu celiakmi potrebná imunoanalýza prolaminových bielkovín.

7 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

AUBRECHT, E. - BIACS, P. A. 2001. Characterisation of buckwheat grain proteins and its product. In *Acta Alimentaria*, vol. 30,2001, no 1, p. 71-80.

BARANEC, T. - POLÁČIKOVÁ, M. - KOŠTÁL, J. 2009. *Systematická botanika*. 3. nezmen. vyd. Nitra : SPU, 2009. 208 s. ISBN 978-80-552-0286-0.

BEŇO, I. 2001. *Náuka o výžive, Fyziologická a liečebná výživa*. Martin: Osveta, 2001. 141s. ISBN 80-8063-089-5

BHALLA, P. L. 2006. Review: Genetic engineering of wheat - current challenges and opportunities. In *Trends in Biotechnology*, vol. 24, 2006, no. 7, p. 305-311.

BONAFACCIA, G. - MAROCCHINI, M. - KREFT, I. 2003. Composition and technological properties of the flour and bran common and tartary buckwheat. In *Food Chemistry*. ISSN 0308-8146,2003, vol. 80, no. 1, p. 9-15.

BUTTRISS, J. 2001. *Adverse reactions to food*. Oxford : Blackwell Science, 2001. 256 p. ISBN 06-320-5547-2.

CAPOUCHOVÁ, I. - PETR, J. - TLASKALOVÁ-HOGENOVÁ, H. -MICHALÍK, I. - FAMÉRA, O. - URMINSKÁ, D. - TUČKOVÁ, E. -KNOBLOCHOVÁ, H. -BOROVSKÁ, D. 2004. Protein fractions of oats and possibilities of oat utilisation for patients with coeliac disease. In *Czech Journal of FoodScientia*, vol. 22,2004, no. 4, p. 151-162.

CICLITIRA, P.J. 2001. AGA Technical review on coeliac sprue. In *Gastroenterology*, roč. 120, 2001, s. 1526-1540.

COLE, S. G. – KAGNOFF, M. F. 1985. Celiac disease. In *Annual Review of Nutrition*, roč. 29, 1985, č. 5, s. 241-266.

CORAZZA, V. – DAIMLER, R. – ERNST, A. et al. 1990. *Knih o zdraví*. Praha: Victoria publishing, 1990. 915s.ISBN 80-856005-07-4.

CRAWFORD, G. W. – LEE, G. A. 2003. Agricultural Origins in the Korean Peninsula. In *Antiquity*, roč. 77, 2003, č. 295, s. 87–95. ISSN 0003-598X.

CRAWFORD, G. W. – SHEN, C. 1998. The Origins of Rice Agriculture, Recent Progress in East Asia. In *Antiquity*, roč. 72, 1998, č. 278, s. 858–866. ISSN 0003-598X. Dostupné na internete: <http://antiquity.ac.uk/ant/subscriptions/howtoaccess.htm?PageWanted=http://antiquity.ac.uk/Ant/072/0867/Ant0720867.pdf>

ČERVENÁ, D. - ČERVENÝ, K. 2002. *Liečba výživou - encyklopédia liečivých potravín*. 2. vyd Martin: Neografia, 2002. 213 s. ISBN 80-8889248-1.

DENERY-PAPINY, S. – LAURIÈRE, M. – BRANLARD, G. 2007. Influence of the allergic variants encoded at the Gli-B1 locus, responsible for a major allergen of wheat, on IgE reactivity for patient suffering from food allergy to wheat. In *Journal Agricultural Food Chemistry*, roč. 53, 2007, č. 3, s. 799-805. doi:10.1021/jf062749k.PMID17263477.

DEWAR, D. H. – AMATO, M. – ELLIS, H. J. – POLLOCK, E. L. - GONZALES-CINCA, N. – WIESER, H. – CICLITIRA, P. J. 2006. The toxicity of HMW –GS of wheat to patients with coeliac disease. In *European Journal Of Gastroenterology and hepatology*, roč. 18, 2006, č. 5, s. 483-491, doi: 10.1097/00042737-2006050000-00005

DODOK, L. - ŠTURDÍK, E. 2006. Cereálie ako základ zdraviu prospešných potravín. In *Výživa a zdravie*, roč. 50,2006, č. 1, s. 24 - 25.

DODOK, L. 1993. Perspektívy výroby cereálnych výrobkov pre chorých na celiakiu u nás. In *Roľnícke noviny*, roč. 48, 1993, č. 9, s. 9.

DVONČOVÁ, D. - HAŠAŇA, R - HOZLÁR, P. - KOVÁČIK, P. 2009. Možnosti ovplyvnenia technologickej kvality ovsa. In *Naše pole*. ISSN 1335-2466, 2009, roč. 13, č. 1, s. 26-27.

DYLEVSKÝ, I. 1995. *Základy anatomie a fyziologie člověka*. Olomouc : Epava, 1995. 429s.

FASANO, A. 2001. Celiac disease: The past, the present, the future. In *Pediatrics*, roč. 107, 2001, s. 768-770.

FERENČÍK, M. - ŠKÁRKA, B. 1981. Biochemické laboratórne metódy. Bratislava: Alfa, 1981. 856 s.

FERENČÍK, M. 1989. *Imunochémia*. 2. vydanie. Bratislava: Alfa, 1989. 592s. ISBN 80-05-00043-X.

FERNANDES, G. – VELANGI, A. – WOLEVER, T. M. S. 2005. Glycemic index of potatoes commonly consumed in North America. In *British Journal of Nutrition*. 2005, roč. 105, s. 557-62. Dostupné na internete: http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FBJN%2FBJN94_06%2FS0007114505002837a.pdf&code=74122dc71f2abbab9ea5704c1f57a0b3

FRANCISCHI, M. L. - SALGADO, J. M. - DA-COSTA, C. P. 1994. Immunological analysis of serum for buckwheat fed celiac patient. In *Plant Foods for Human Nutrition*, vol. 46, 1994, p. 207-211.

FRANČÁKOVÁ, H. – ČUBOŇ, J. – MICHALCOVÁ, A. 2003. *Hodnotenie poľnohospodárskych produktov*. 2. vydanie. Nitra: SPU, 2003. 177s. ISBN 80-8069-287-4

FRIČ, P. 2006. Celiakální sprue. In *Gastroenterologie*, roč. 2, 2006, č. 12. s. 219-238.

FUCHS, M. 2005. Mouka – imunologické reakce přecitlivělosti. In *Alergie*, roč. 3, 2005, s. 209-216. Dostupné na internete: http://www.tigis.cz/alergie/Alergie%2003_2005/WEB/PDF%20web/25_Fuchs_web.pdf

GÁBORČÍK, N. 1994. *Cícer vo vegeatíánskej kuchyni*. Vrútky : Vega, 1994. 43 s. ISBN 80-85578-25-5.

GASS, J. - VORA, H. - BETHUNE, M. T. - GRAY, G. M. - KHOSLA, CH. 2006. Effect of barley endoprotease EP-B2 on gluten digestion in the intact rat. In *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, vol. 318, 2006, no. 3, p. 1178-1186.

GAŽAR, R. - BOJNANSKA, T. 2008. Hodnotenie reologických a pekárskech vlastností chleba obohateného pohánkou. In *Bezpečnosť a kvalita surovín a potravín : III. vedecká konferencia s medzinárodnou účasťou* [CD-ROM]. Nitra: SPU, 2008, s. 161 -165. ISBN 978-80-8069-997-0.

- GOLIAN, J. 1998. Ochorenia z potravín. Nitra : SPU, 1998. 128 s. ISBN 80-7137- 519-5.
- GONOR, K. V. – POGOZHEVA, A. V. – DERBENEVA, S. A. – MALTSEV, G. I. – TRUSHINA, E. N. – MUSTAFINA, O. K. 2006. The influence of a diet with including amaranth oil on antioxidant and immune status in patients with ischemic heart disease and hyperlipoproteidemia . In *Vopr Pitan*, roč. 75, 2006, č. 6, s. 3–30, ISSN: 0042-8833
- HABÁN, M., 2005: Amaranthus ako potravina. In *Záhradkár*, roč. 41, 2005, č. 3, s. 22-23.
- HAMPL, J. 1981. *Jakosti pekárenských a cukrárenských výrobků*. Praha: SNTL, 1981. 277s.
- HARELAND, G. A - MANTHEY, F. A. 2003. *Oats. Encyclopedia of Food Science and Nutrition*. 2nd ed. UK: Oxford University Press, 2003. p. 4213-4220.
- HAŠAŇA, R. 2009. Hnojenie pšenice na kvalitu. In *Naše pole*. ISSN 1335-2466,2009, roč. 13, č. 7, s. 16-17.
- HEMMUNG, H. 2002. *Zázrak jménem obiloviny*. Břeclav: Eko - konzult, 2002. 70 s. ISBN 80-89044-66-2.
- HILL, P. G. - McMILLAN, S. A. 2006. Anti-tissue transglutaminase antibodies and their role in the investigation of coeliac disease. In *Ann Clin Biochem*, roč. 43, 2006, s. 105-117.
- ILAVSKÁ, A. – KRÁTKY, A. 2006. Neznášam lepok! In *Diabetik*, roč. 5, 2006, č. 4, s. 10-14.
- IM, J. S. - HUFF, H. E. - HSIEH, F. H. 2003. Effect of processing conditions on the physical and chemical properties of buckwheat grit cakes. In *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 51, p. 659-666.

JABRI, B. – SOLLID, L. M. 2006. Small-intestinal recovery is fastest in young celiac disease patients. In *Nature Clinical Practice Gastroenterology and Hepatology*, roč. 3, 2006, č. 10, s. 516-525. ISSN 1743-4378. Dostupné na internete: <http://www.nature.com/nrgastro/journal/v3/n10/index.html>

JAKUBECOVÁ, H. 2004 Znovuobjavenie jačmeňa. In *Výživa a zdravie*. ISSN 0042-9406, 2004, roč. 48, č. 1, s. 28-29.

JANATUINEN, E. K. – KEMPPAINEN, T. A. – PIKKARAINEN, T. H. – HOLM, T. H. – KOSMA, V. L. – UUSITUPA, M. I. J. – MÄKI, M. – JULKUNEN, R. J. K. 2000. Lack of cellular and humoral immunological responses to oats in adults with celiac disease. In *Gut*, roč. 46, 2000, s. 327-331, ISSN 0017-5749

JENNINGS, J. – HOWDLE, P. 2003. New developments in celiac disease. In *Current Opinion in Gastroenterology*, roč. 19, 2003, č. 2, s. 118-129. ISSN 0267-1379. Dostupné na internete: <http://www.nature.com/nrgastro/journal/v3/n10/index.html>

JUAN, R. – PASTOR, J. – ALAIZ, M. – VIOQUE, J. 2007. Electrophoretic characterization of *Amaranthus* L. seed proteins and its systematic implication. In *Botanical Journal of the Linnean Society*, roč. 155, s. 57-63. DOI: 10.1111/j.1095-8339.2007.00665.x

JURÁŠEK, P. 1998. Ovsom nie sú len kone živé. In *Týždenné roľnícke novinky*, 5. 40, 1998, str. 14

JURGOŠ, Ľ. – KÚŽELKA, L. – HRUŠOVSKÝ, Š. et al. 2006. *Gastroenterológia*. Bratislava: Veda Vzdavateľstvo Slovenskej akadémie vied, 2006. 688s. ISBN 80-224-0893-X.

KADLEC, O. 1997. *Encyklopédia medicíny*. Bratislava: Asklepios, 1997. 400s. 4. zväzok, ISBN 80-7167-012-x.

KARABÍNOVÁ, M. - ADAMOVSÝ, F. - GROMOVÁ, Z. - HÚSKA, J. - ELLÉŠ, L. - MOLNÁROVÁ, J. 1997. *Špeciálna rastlinná výroba - obilniny*. Nitra: SPU, 1997. 204 s. ISBN 80-7137-344-3.

- KARABÍNOVÁ, M. - KULÍK, D. - PROCHÁDZKOVÁ, M. 1999. *Obilniny I: Pestovanie ozimných obilnín*. Nitra : ÚVTJP, 1999.110 s. ISBN 80-85330-63-6.
- KARABÍNOVÁ, M. - MOLNÁROVÁ, J. - ŽEMBERY, J. 2001. *Obilniny III. Pestovanie kukurice, ciroku, prosa a pohánky*. Nitra : KURIÉR plus REKLAMA, 2001. 91 s. ISBN 80-88843-23-5.
- KAYSEROVÁ, H. 2004. Potravinová alergia. In *Via Practica* [online]. 2004, roč. 1, č. 2, s. 90-94 [cit. 2008-24-03]. Dostupné na internete: <http://www.zdravcentra.cz/cps/rde/xrxa/zcA/ia_02_04.p ISSN 1336-4790.
- KOLEK, A., ZAPLETOLOVÁ, J., VENKÁČOVÁ, J. et al., 1997: Klinický obraz nově diagnostikované celiakie v létech 1980-1996. In *Celiakia jako „tichý společník“*. In *Pediatric*, roč. 52, 1997, č. 5, s. 316-319.
- KOLESÁROVÁ, E. 1996. Alergeny potravin. In *Výživa ozdravie*. ISSN 0042-9406, 1996, roč. 41, č. 2, s. 56-57.
- KOVÁČOVÁ, M. – PEKÁRKOVÁ, B. 1996. *Celiakia u detí*. Bratislava: Ústav zdravotnej výchovy, 1996. 42s. ISBN 80-7159-067-3
- KRAJČÍROVÁ, M. 2005. Skúsenosti s celiakálnou chorobou u detí. In *Celiakia*, roč. 1, 2005, č. 1, s. 11.
- KRAJČÍROVÁ, M. 2005. Život s celiakiou. In *Výživa a zdravie*, roč. 49, 2005, s. 14-15.
- KREMLER, L. 2005. *Život s bezlepkovou diétou*. Bratislava: VEDA, 2005. 168s. ISBN 80-224-0833-6.
- KRIVOSUDSKÁ, E. 2006. Vplyv postupnej dehydratácie na vybrané fyziologické parametre cícera baranieho (*Cicer arietinum* L.). In *Vliv abiotických a biotických stresorô na vlastnosti rastlín 2006 : zborník príspevků* [online]. 2006 [cit. 2008-24-03]. Dostupné na internete: <<http://www.vurv.cz/files/Publications/ISBN80-86555-85-2.pdf>>. ISBN 80-86555-85-2.
- KRKOŠOVÁ, B. – MACOVÁ, E. – ŠIMKOVÁ, M. 1998. *Technológia výroby potravín s profylaktickým účinkom*. Bratislava: NOI, 1998. 85s. ISBN 80-85-33-0-52-0.

- KULÍK, D. – CANDRÁKOVÁ, E. – ČERNÝ, I. – DANČÍK, I. – KARABÍNOVÁ, M. – MEČIAR, L. – MOLNÁROVÁ, J. – PAČUTA, V. – POLÁČEK, M. – ŽEMBERY, J. 2002. *Technológia rastlinnej výroby*. Nitra: SPU, 2002. 249s. ISBN 80-8069-089-8
- LEÓN, F. – SANCHÉZ, L. – CAMARERO, C. 2005. Immunopathogenesis of celiac disease. In *Immunologia*, roč. 24, 2005, s. 313-325.
- LOWICHIK, A. – BOOK, L. 2003. Pediatric celiac disease, clinicopathologic and genetic aspects. In *Pediatric and Developmental Pathology*, roč. 6, 2003, s. 470-483.
- LU, H. - ZHANG, J. - LIU, K. - WU, N. - LI, Y. - ZHOU, K. - YE, M. -ZHANG, T. - ZHANG, H. - YANG, X. - SHEN, L. - XU, D. - LI, Q. 2009. Earliest domestication of common millet (*Panicum miliaceum*) in East Asia extended to 10,000 years ago. In *Pnas* [online], roč. 106, 2009, č. 18, s. 7367-7372. Dostupné na internete: www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0900158106.
- LUOSTARINEN, L. 2003. *Neurological manifestation in coeliac disease*: Dissertation thesis. Tampere : UOT, 2003. 81 p.
- MACGREGOR, A. W. 2003. *Barley*. *Encyclopedia of Food Science and Nutrition*. Amsterdam : Academic Press, 2003, p. 379-382.
- MAREČEK, I. – HUČKO, M. 1993. *Receptár pre bezlepkovú diétu*. Vrútky: Vega, 1993. ISBN 80-85578-19-0.
- MARTYROSIAN, D. M. – MIROSHNICHENKO, L. A. – KULAKOVA, S. N. – POGOJEVA, A. V. – ZOLOEDOV, V. I. 2007. Amaranth oil application for coronary heart disease and hypertension. In *Lipids Health Disease*, doi:10.1186/1476-511X-6-1
- MAŘATKA, Z. 1988. *Klinická gastroenterologie*. 1. vyd. Praha: Avicenum, 1988. 156s.
- MEDVECKÁ, E. - JOMOVÁ, K. - GREGOROVÁ, E. - KRAIC, J. 2008. Alelická variácia zásobných bielkovín zrna genotypov pšenice z listiny registrovaných odrôd. In *Proteiny 2008 : sborník príspevků V. ročníku mezinárodní konference*. Zlín : Univerzita Tomáše Bati, 2008. ISBN 978-80-7318-706-4. s. 106-109.
- MICHALÍK, I. – BAUEROVÁ, M. 2001. Celiakálne ochorenie známe i neznáme. In *Výživa a zdravie*, roč. 46, 2001, č. 1, s. 10-12.

MICHALÍK, I. - GÁLOVA, Z. - SZABOVÁ, E. 2002. Návody na laboratórne cvičenia z biochémie. Nitra: SPU, 2002. 100s. ISBN 80-7137-988-3.

MICHALÍK, I. - GÁLOVÁ, Z. - URMINSKÁ, D. - KNOBLOCHOVÁ, H. 2006. Bielkovinový komplex zrna obilnín a pseudoobilnín. In *Výživná a technologická kvalita rastlinných produktov a ich potravinárske využitie*. Nitra: SPU, 2006, s. 68 - 101. ISBN 80-8069-780-9.

MICHALÍK, I. - UŽÍK M. - URMINSKÁ, D. - ŽOFAJOVÁ, A. 2007. Vplyv odrody a dusíkatej výživy na obsah a zloženie bielkovín zrna ovsa. In *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*. ISSN 0551-3677, 2007, roč. 53, č. 4, s. 175-182.

MICHALÍK, I. 1994. Charakteristika cereálnych bielkovín, ich výživná kvalita a vplyv na zdravotný stav. In *Výživa a zdravie*, roč. 39, 1994, č. 8, s. 159-160.

MICHALÍK, I. 1994. Charakteristika cereálnych bielkovín, ich výživná kvalita a vplyv na zdravotný stav. In *Výživa a zdravie*, roč. 39. 1994, č. 9, s. 185-186

MICHALÍK, I. 1999. Štruktúra a vlastnosti zásobných cereálnych bielkovín. In *51. Zjazd chemických spoločností, Zborník príspevkov 3*. Bratislava: Slovenská technická univerzita, 1999, s. 1-16. ISBN 80-227-1250-7.

MICHALÍK, I. 2002. Unifikovaná metóda diskontinuálnej frakcionácie bielkovinového komplexu zrna obilnín. In *Poľnohospodárstvo*, roč. 48, 2002, č. 7, s. 333-341.

MICHALÍK, I. 2005. Ovos v bezlepkovej diéte? Výskum hľadá odpoveď. In *Poľnohospodár*. ISSN 1336-2909, 2005, roč. 49, č. 9, s. 2

MÓROVÁ, E., 1992: Biologická hodnota zemiakov. In *Výživa a zdravie*, č. 3, s. 58-59.

MOUDRÝ, J. 2008. Nebojte se pěstovat oves. In *Úroda*. ISSN 0139-6013, 2008, roč. 56, č. 3, s. 21-22.

MOWAT, A. 2003. Coeliac disease- a meeting point for genetics, immunology, and protein chemistry. In *The Lancet*, roč. 361, 2003, s. 1290-1292.

- MUCHOVÁ, Z. - FRANČÁKOVÁ, H. - BOJŇANSKÁ, T. - BAJČI, P. 2008. Hodnotenie surovín a potravín rastlinného pôvodu. 5. vyd. Nitra : SPU, 2008. 217 s. ISBN 978-80-552-0127-6.
- MUCHOVÁ, Z. 2001. *Faktory ovplyvňujúce technologickú kvalitu pšenice a jej potravinárske využitie*. Nitra: SPU, 2001. 112s. ISBN 80-7137-923-9.
- MUCHOVÁ, Z. 2005. *Technológia spracovania cereálií*. Nitra: SPU, 2005. 194s. ISBN 80-8069-590-3.
- MURGOVÁ, R. 2001. *Tajomstvo zdravého života*. Prešov : Grafotlač Šoltýz, 2001. 198 s. ISBN 80-967523-5-9.
- MURRAY, J. A. – LOFTUS, C. G. 2003. Coeliac disease: diagnosis and management. In *Hospital Physician*, roč. 5, 2003, s. 45-55.
- MURRAY, J. A. 1999. The widening spectrum of coeliac disease. In *Am J Clin Nutr*, roč. 69, 1999, s. 354-365.
- O'CALLAGHAN, CH. - STEPHENSON, T. 2005. *Pediatric do kapsy*. Praha: Grada, 2005. 448 s. ISBN 80-247-0933-3.
- PAN, J. – ZHU, X. – JIANG, D. – DAI, T. – LI, Y. – CAO, W. 2006. Modeling plant nitrogen uptake and grain nitrogen accumulation in wheat. In *Field Crops Research*, roč. 97, 2006, č. 2-3, s. 322.336.
- PEKÁRKOVÁ, B. 2004. Primárny malabsorpčný syndróm v dospelosti. In *Kompendium medicíny-mimoriadna príloha zdravotníckych novín*, 2004. č.8, s. 4-6.
- PELIKÁN, L. 1981. Co je to celiakie. Olomouc: Ladislav Pelikán, 1981, 57s.
- PROHÁSKOVÁ, A. - DVOŘÁČEK, V. 2008. Effect of protein content, its fractions and HMW - Olu allelic blocs on technological parameters of grains in selected winter wheat landraces. In *Protein 2008 : sborník příspěvků V. ročníku mezinárodní konference*. Zlín : Univerzita Tomáše Bati, 2008. ISBN 978-80-7318-706-4. s. 151-156.
- PRUGAR, J. – HRAŠKA, Š. 1986. *Kvalita pšenice*. Bratislava: Príroda, 1986. 220s.

- RAUCHOVÁ, H. – RAUCH, P. 1996. Alergeny potravin. In Chemické listy [online]. 1996, roč. 91, s. 189-193. Dostupné na internete: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2008_05_327-337.pdf
- REPKA, J. – MICHALÍK, I. 1988. *Biochemicko-fyziologické základy šľachtenia rastlín*. Nitra: VŠP, 1988. 197s.
- RIHA, W.E. – IZZO, H.V. – ZHANG, J. – HO, C. T. 1996. Nonenzymatic deamidation of food proteins. In *Critical reviews in food science and nutrition*, roč. 36, 1996, č. 3, s. 225-255. ISSN 1040-8398
- ROBINSON, F. 2002. Potravinová alergia: správa pre zdravotníkov. 2. vyd. Nitra : ÚVTIP, 2002. 24 s. ISBN 80-89088-08-2.
- ROSTOM, A. – DUBE, C. – CRANNEY, A. 2005. The diagnostic accuracy of serologic tests for celiac disease. In *Gastroenterology*, roč. 5, 2005, č. 130, s. 38-46.
- RUJNAR, J. – CICKANSKÁ, B. A. 2006. *Bezlepková a bezmliečna diéta*. Praha: Computer Press, 2006. 108 s. ISBN 80-251-0775-2.
- SHAN, L. – MOLBERG, O. – PARROT, I. – HAUSCH, F. – FILIZ, F. – GRAY, G.M. – SOLLID, L.M. – KHOSLA, C. 2002. Structural basis for gluten intolerance in celiac sprue. In *Science*, roč. 297, 2002, s. 2275-2279. Doi:10.1126/science.1074129. Dostupné na internete: <http://www.sciencemag.org/cgi/content/abstract/297/5590/2275>
- SHEWRY, P. R. - D'OVIDIO, R. - LAFIANDRA, D. - JENKINS, J. A. -MILLS, E. N. C. - BEKES, F. 2009. Wheat Grain Proteins. In *Wheat : Chemistry and Technology*, 4th ed. USA : AACC International Press, 2009. ISBN 978-1-891127-55-7.
- SCHAAFSMA, G. 2000. The protein digestibility-corrected amino acid score. In *Journal of Nutrition*, roč. 130, 2000, č. 7, ISSN: 1541-6100
- SJÖSTRÖM, H. – LONDIN, K.E. – MOLBERG, O. – KOMER, R. – McADAM, S. N. – ANTHONSEN, D. – QUARSTEIN, H. – NORÉN, O. – ROEPSTORFF, P. – THORSBY, E. – SOLLID, L.M. 1998. Identification of a gliadin T-cell epitope in coeliac disease, General importance of Gliadin deamidation for intestinal T-cell

recognition. In *Scandinavian Journal of immunology* [online]. 1998, roč. 48, č. 2, s. 111-115. Dostupné na internete: <http://pt.wkhwalth.com/pt/re/scji/>

SKYLAS, D. J. - VAN DYK, D. - WRIGLEY, C. W. 2005. Proteomics of wheat grain. In *Journal of Cereal Science*, vol. 41,2005, no. 2, p. 165-179.

SOCHA, P. - RAŽDÍKOVÁ, A. - URMINSKÁ, D. 2010. Optimalizácia stanovenia prítomnosti celiakálne aktívnych bielkovín vcereáliách a pseudocereáliách. In *Potravinárstvo* [online], roč. 4, 2010, mimoriadne číslo, s. 497 - 508 [cit. 2010-03-10]. Dostupné na internete : <http://www.potravinarstvo.com/dokumenty/mc_februar_2010/pdf/5/Socha.pdf>.

SONTAG-STROHM, T. - LEHTINEN, P. - KAUKOVIRA-NORJA, A. 2008. Oat product and their current status in the celiac diet. In ARENDT, E. K. - DAL BELLO, F. 2008. *Gluten-free cereal products and beverages*. USA : Elsevier, 2008. 445 p. ISBN 978-0-12-373739-7.

STORSRUD, S. – MALMHEDEN, Y. – LENNER, R. A. 2003b. Gluten contamination in oat products naturally free from gluten. In *Eur Food Res Technol*, roč. 217, 2003, s. 481-485.

SZABOVÁ, E. - URMINSKÁ, D. - MICHALÍK, I. - PETR, J. 2003. Využitie pseudocereálií na prípravu potravín pre pacientov sceliakiou. In *Zborník vedeckých prác z J. medzinárodnej vedeckej konferencie - Rizikové faktory potravinového reťazca*. Nitra : SPU, 2003, s. 143 – 145.

ŠEDIVÁ, R., 1995: Bezlepková (bezgluténová) diéta. In *Revue profesionálnej sestry*, roč. 2, 1995, č. 4, s. 12.

ŠIMONČIČ, R. 1997. Neznášanlivosť niektorých potravín. In *Výživa a zdravie*, roč. 42, 1997.C. 2, s. 25-26.

TLÁSKAL, P. – BLATNÁ, J. 2006. Celiakia, bezlepková diéta zostáva. In *Moje zdravie*, roč. 4, 2006, č. 11, s. 52-53.

TOMČÍK, V. 1991. *Orientálna kuchyňa I*. Bratislava: AMOS, 1991. 175s. ISBN 80-85-209-04-9.

- TOMKA, M. - BRADOVÁ, J. - GÁLOVÁ, Z. 2010. Využitie esteráz ako bielkovinových markerov na diferenciáciu genotypov jačmeňa. In *Bezpečnosť a kvalita potravín : V. vedecká konferencia s medzinárodnou účasťou* [CD-ROM]. Nitra : SPU, 2010, s. 516-522. ISBN 978-80-8069-997-0.
- VADER, L. W. – de RU, A. – van der WAL, Y. – KOOY, Y. M. C. – BENCKHUIJSEN, W. – MEARIN, M. L. – DRIJFHOUT, J. W. – van VEELLEN, P. – KONIG, F. 2002. Specificity of tissue transglutaminase explain cereal toxicity in celiac disease. In *The journal od experimental medicine*, roč. 195,2002, č. 5, s. 643-649. doi:10.1084/jem.20012028. Dostupné na internete: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2193762>
- VANEKOVÁ, Z. – VANEK, G. 1991. *Skoré zemiaky*. Bratislava: Záhradka, 1991. 53s. ISBN 80-551-1091-3.
- WASZCZUK, E. - KOSIARA, M. - DOBOSZ, T. et al. 2007. Celiac disease and Diabetes mellitus. In *Advances in Clinical and Experimental Medicine*, vol. 16, 2007, no. 2, p. 297-301. ISSN 1230-025X.
- WIESER, H. - KOEHLER, P. 2008. The biochemical basis of celiac disease. In *Cereal Chemistry*, roč. 85,2008, č. 1, s. 1 - 14.
- WIESER, H. 2001. Comparative investigation of gluten proteins from different wheat species. III. N-terminal amino acid sequences of α -gliadins potentially toxic for celiac patients. In *Eur Food Res Technol*, roč. 213, 2001, s. 183-186.
- WIESER, H. 2004. Celiac disease. In *Encyclopedia of grain science*, roc. 1-3, 2004,s. 179-187.
- ZÁVODSKÝ, J., 1996: Celiakia a chlieb. In *Výživa a zdravie*, roč. 41, 1996, č. 1, s. 28-29.
- ZIMA, T. et al. 2008. *Laboratorní metody*. Praha : Společnost všeobecného lékařství ČLS JEP, 2008. 20 s. ISBN 978-80-86998-28-2.

ŽÁK, Š. - LEHOTSKÁ, Z - GAVURNÍKOVÁ, S. 2006. Energetická bilancia pestovania pšenice letnej f. ozimná v ekologickom a low - input systéme. In *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*. ISSN 0551-3677,2006, roč. 52, č. 1, s. 2-13.

URL zdroje:

URL 1: <<http://primar.sme.sk/c4117325/ako-funguje-imunitny-system.html>>

URL2:<<http://www.celi.sk/content/priznaky?sesside7ec52ac7ec897bf29f9e70f399b34c2=e0b941fe7f8cb59f4d72aab50b5b7230>>

URL 3: <<http://www.lf.upjs.sk/hygiena/celiakia.htm>>

URL 4: <<http://www.celi.sk/content/diagnoza>>

URL 5: < <http://www.polnoinfo.sk/clanok/413/zekonomiky/rastlinnavyroba/informacie-k-intervencnemu-nakupu-obilnin-a-kukurice/>>

URL 6: <<http://picasaweb.google.com/lh/photo/DcThGKNvm3sAhARPzJUJA>>

URL 7: <<http://www.biospotrebiteľ.sk/clanok/1517-ovos-nad-zlato.htm>>

URL 8: <<http://www.bedkerzdravia.sk/?main=article&id=701>>

URL 9: <<http://poljoprivredaiselo.com/2010/05/oskar-ozimi-tritikale/>>

URL 10: <http://zdravie.mojanitra.sk/subportals2/zdravie-potraviny-zname-nezname-pohanka-nitra.phtml?id_temy=819&action=clanky&id_clanku=21878&p_sekcia=>>

URL 11: <<http://mariaaseidl.blog.cz/1103/cicer>>

URL 12: <<http://www.aros.cz/sk/krmiva/proso-sete-cervene/>>

URL 13: <<http://www.bedkerzdravia.sk/?main=article&id=544>>

URL 14: <krv.fapz.uniag.sk/plodiny/Hrachor%20siaty.pdf>

- URL 15: <<http://www.wap.garten.cz/fe/sk/0001-lathyrus+vernus/>>
- URL 16: <<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/>>
- URL 17: <http://www.fda.gov/fdac/features/2000/300_soy.html>
- URL 18: <<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/557184/soybean>>
- URL 19: <http://www.ourthing.sk/soja/L_cithine_de_soja.jpg>
- URL 20: <<http://maize.agron.iastate.edu/ears.html>>
- URL 21: <<http://media-2.web.britannica.com/eb-media/97/84697-004-E90CCA29.jpg>>
- URL 22: <<http://www.celi.sk/gfx/images/logo-white.jpg>>
- URL 23: <http://dictionary.oed.com/cgi/entry/00299980?query_type=word&queryword=maize&first=1&max_to_show=10&sort_type=alpha&result_place=2&search_id=2K83-vPUJCp-982&hilite=00299980>
- URL 24: <<http://www.plus1den.sk/images/gallery/zdravie/2008/08/perex/zemiak.jpg>>
- URL 25: <<http://www.maggi.sk/getattachment/0c5f3db4-5623-4f70-89ef-5d9484eeee53/Ryza.aspx>>
- URL 26: <<http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=AMCR4>>
- URL 27: <http://botanika.wendys.cz/kytky/prew.php?../foto/O670_1.jpg>
- URL 28: <<http://www.zdravejedlo.sk/index.php?id=68>>
- URL 29: <<http://www.zdravejedlo.sk/index.php?id=68>>