

Stanovení vlákniny v cereálních výrobcích

Bc. Martina Jančárová

Diplomová práce
2009



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav potravinářského inženýrství

akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Martina JANČÁROVÁ**

Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**

Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Stanovení vlákniny v cereálních výrobcích.**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

- Charakteristika cereálních výrobků.
- Význam cereálních výrobků ve výživě.
- Význam vlákniny ve výživě.
- Metody stanovení vlákniny.

II. Praktická část

- Enzymatickou metodou stanovit vlákninu u vybraných cereálních výrobků.
- U vybraného cereálního výrobku provést srovnání výsledků stanovení vlákniny enzymatickou metodou a neutrálně detergentní zísakanou s použitím přístroje ANKON.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] VELÍŠEK, J. Chemie potravin 1, OSSIS, Tábor 1999.

[2] KALAČ, P. Soudobý pohled na vlákninu potravy, *Výživa a potraviny*, 2008, č. 6.

[3] KOVÁČIKOVÁ, E., VOJTAŠÁKOVÁ, A., MOSNÁČKOVÁ, J., PASTOROVÁ, J.,
HOLČÍKOVÁ, K., SIMONOVÁ, E., KOŠICKÁ, M. Vlákna v potravinách, Výzkumný ústav
potravinářský, Bratislava 2003.

[4] PŘÍHODA, J., SKŘIVAN, P., HRUŠKOVÁ, M. Cereální chemie a technologie I (Cereální
chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin), Vysoká škola
chemicko-technologická, Praha 2003.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Marta Severová

Ústav potravinářského inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

18. února 2009

Termín odevzdání diplomové práce:

31. května 2009

Ve Zlíně dne 31. května 2009

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
vedoucí katedry

ABSTRAKT

V teoretické části diplomové práce je uvedena charakteristika cereálií, cereálních výrobků a jejich význam ve výživě. Rovněž je zde popsána vláknina – její definice, dělení, chemické složení, metody stanovení a také význam ve výživě. Praktická část popisuje způsob stanovení vlákniny ve vybraných cereálních výrobcích enzymatickou a neutrálně detergentní metodou a srovnání těchto metod.

Klíčová slova: cereálie, cereální výrobky, vláknina, stanovení vlákniny

ABSTRACT

Theoretical part of the thesis is focused on the characterization of cereals, cereal products and their importance in nutrition. This part also describes the dietary fibre – its definition, division, chemical structure, methods of determination as well as the importance in nutrition. Practical part deals with the process of determination of dietary fibre in selected cereal products by using the enzymatic and the neutral detergent method and also the comparison of both.

Keywords: cereals, cereal products, dietary fibre, determination of dietary fibre

Poděkování

Chtěla bych poděkovat Ing. Martě Severové za odborné vedení, cenné připomínky a rady, které mi poskytovala v průběhu vypracování mé diplomové práce.

Prohlašuji, že jsem na diplomové práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uvedena jako spoluautorka.

Ve Zlíně

.....
Podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD.....	8
I TEORETICKÁ ČÁST.....	9
1 CEREÁLIE.....	10
1.1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA OBILNÉHO ZRNA.....	10
1.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ OBILOVIN.....	11
1.3 CEREÁLIE POUŽÍVANÉ PRO LIDSKOU VÝŽIVU.....	14
2 CEREÁLNÍ VÝROBKY VE VÝŽIVĚ ČR.....	19
2.1 ZÁKLADNÍ POJMY A DEFINICE PRO MLÝNSKÉ OBILNÉ VÝROBKY, PEKAŘSKÉ VÝROBKY A TĚSTOVINY DLE VYHLÁŠKY MZE ČR č.333/1997Sb.....	19
2.2 CEREÁLNÍ VÝROBKY NEJČASTĚJI ZASTOUPENÉ VE STRAVĚ.....	20
2.2.1 Mlýnské výrobky.....	20
2.2.2 Snídaňové cereálie.....	22
2.2.3 Těstoviny.....	23
2.2.4 Pekárenské výrobky.....	25
3 VÝZNAM CEREÁLNÍCH VÝROBKŮ VE VÝŽIVĚ.....	29
3.1 CELOZRNNÉ VÝROBKY.....	29
3.1.1 Definice pojmu celozrnný.....	29
3.1.2 Význam celozrnných výrobků.....	29
3.1.3 Výživová doporučení.....	30
3.1.4 Antinutriční látky.....	30
3.2 CEREÁLIE, CEREÁLNÍ VÝROBKY A JEJICH PŘÍNOS PRO ZDRAVÍ...31	
3.2.1 Energetická bilance.....	32
3.2.2 Glykemický index.....	32
3.2.3 Kardiovaskulární onemocnění.....	35
3.2.4 Diabetes.....	36
3.2.5 Rakovina.....	37
3.2.6 Choroby gastrointestinálního traktu.....	38
3.2.7 Hypertenze.....	38
3.2.8 Potravinové intolerance.....	39
4 VLÁKNINA POTRAVY.....	41
4.1 DEFINICE VLÁKNINY.....	41

4.2	STRUKTURA A CHEMICKÉ SLOŽENÍ VLÁKNINY.....	43
4.3	DĚLENÍ VLÁKNINY DLE ROZPUSTNOSTI.....	46
4.4	ZDROJE VLÁKNINY.....	48
4.5	DOPORUČENÝ PŘÍJEM VLÁKNINY.....	49
5	VÝZNAM VLÁKNINY POTRAVY VE VÝŽIVĚ.....	51
5.1	VLÁKNINA A GASTROINTESTINÁLNÍ TRAKT.....	51
5.2	VLÁKNINA A KARDIOVASKULÁRNÍ SYSTÉM.....	53
5.3	VLÁKNINA A DIABETES II. TYPU A OBEZITA.....	54
5.4	VLÁKNINA A JEJÍ VLIV NA NĚKTERÉ DALŠÍ NEMOCI.....	56
5.5	MOŽNÉ NEGATIVNÍ ÚČINKY VLÁKNINY.....	56
6	METODY STANOVENÍ VLÁKNINY.....	58
6.1	HISTORIE STANOVENÍ VLÁKNINY.....	58
6.2	METODY STANOVENÍ VLÁKNINY.....	59
6.3	ZDROJE CHYB PŘI STANOVENÍ VLÁKNINY.....	61
II	PRAKTICKÁ ČÁST.....	62
7	CÍL PRÁCE.....	63
8	MATERIÁL PŘÍSTROJE.....	64
8.1	VZORKY CEREÁLNÍCH VÝROBKŮ.....	64
8.2	POUŽITÉ CHEMIKÁLIE.....	65
8.2.1	Enzymatická metoda.....	65
8.2.2	Neutrálně detergentní metoda.....	65
8.3	POUŽITÉ PŘÍSTROJE A POMŮCKY.....	66
8.3.1	Enzymatická metoda.....	66
8.3.2	Neutrálně detergentní metoda.....	66
9	METODIKA PRÁCE.....	67
9.1	STANOVENÍ SUŠINY.....	67
9.1.1	Stanovení sušiny u vzorků: celozrnná mouka špaldová, pšeničná celozrnná biomouka, celozrnné špagety, celozrnné sušenky a cereální snídaně.....	67
9.1.2	Stanovení sušiny u vzorků: celozrnný chléb, pšenično-žitný chléb, vícezrnná bageta a tukový rohlík.....	68
9.2	STANOVENÍ VLÁKNINY ENZYMATICKOU METODOU.....	69
9.3	STANOVENÍ VLÁKNINY NEUTRÁLNĚ DETERGENTNÍ METODOU...	72
10	VÝSLEDKY A DISKUZE.....	74
10.1	STANOVENÍ SUŠINY.....	74

10. 2	STANOVENÍ VLÁKNINY ENZYMATICKOU METODOU.....	75
10. 3	STANOVENÍ VLÁKNINY NEUTRÁLNĚ DETERGENTNÍ METODOU...	77
10. 4	VYHODNOCENÍ POUŽITÝCH METOD.....	78
	ZÁVĚR.....	80
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	81
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	88
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	89
	SEZNAM TABULEK.....	90

ÚVOD

Cereálie (obiloviny) provázejí lidskou společnost od nepaměti. Pro lidskou výživu se přímo používá z obilovin výhradně zrna. Celá zrna cereálií jsou bohatá na řadu komponent, které jsou spojovány se snižováním rizika vzniku koronárních srdečních onemocnění, rakoviny, diabetu, chorob gastrointestinálního traktu, hypertenze, obezity a některých dalších chronických onemocnění. Jedná se zejména o látky jako jsou potravní vláknina, škrob, proteiny, antioxidanty, minerální látky, vitaminy, lignany či fenolové sloučeniny. Většina těchto protektivních složek se ale nachází v klíčku a otrubách, a jejich obsah se při běžném mlýnském zpracování snižuje. Přisun celých zrn prostřednictvím denní stravy však ani zdaleka nespĺňuje současná doporučení. Ke zvýšení konzumace celozrnných potravin by měla napomoci zdravotní tvrzení o celých zrnech současně s rozšiřováním informací o pyramidě zdravé výživy doporučující minimálně šest porcí cereálních potravin denně, z čehož tři by měly být výrobky celozrnné.

Jako vláknina byla tradičně označována ta součást potravy, která se nerozkládá ani vařením ve zředěné kyselině, ani ve zředěném louhu. Tato definice ovšem nepostihuje skutečné procesy, probíhající v lidském trávicím ústrojí, a proto byla vytvořena definice nová, podle níž termín vláknina zahrnuje všechny látky rostlinného původu, které nejsou rozkládány enzymy lidského trávicího ústrojí. Vláknina se dále rozděluje na nerozpustnou (především celuloza, hemicelulosa a lignin) a rozpustnou (zejména pektiny). Zdrojem vlákniny jsou potraviny rostlinného původu. Nejvíce vlákniny se získává z ovoce a zeleniny, dobrým zdrojem jsou i obiloviny, brambory a luštěniny.

Význam vlákniny pro lidský organismus spočívá především v její ochranné funkci proti některým civilizačním chorobám. Rozpustná vláknina ovlivňuje hladinu cukru v krvi a některé druhy (např. β -glukany) i hladinu krevního cholesterolu. Rozpustná vláknina rovněž zvětšuje svůj objem a vytváří v žaludku viskózní roztok, který prodlužuje pocit nasycení. Nerozpustná vláknina zlepšuje střevní peristaltiku, protože urychluje průchod potravy zažívacím traktem. Příjem obou typů vlákniny potravou je pro naše zdraví nezbytný.

Tématem diplomové práce bylo stanovení vlákniny ve vybraných cereálních výrobcích (mouka, chléb, pečivo, cereální snídaně, těstoviny, sušenky) a porovnání jejího obsahu v těchto výrobcích. Vláknina byla stanovena dvěma metodami: enzymatickou a neutrálně detergentní metodou.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CEREÁLIE

Cereálie čili obiloviny a cereální produkty jsou od nepaměti významnou složkou výživy obyvatelstva prakticky celé naší planety. Na základě historických poznatků se předpokládá, že náznaky pěstování obilovin v Asii byly již ve 12. až 10. tisíciletí před naším letopočtem. Výlučné postavení základní potraviny si obiloviny udržely v průběhu tisíciletí. Ve druhé polovině 20. století však dochází k poklesu přímé spotřeby výrobků z obilovin.[1, 2]

Cereálie přispívají z více než 60% k světové produkci potravin poskytujících pro výživu a zdraví potřebné proteiny, sacharidy, minerální látky, vitaminy a vlákninu. Výrazně tak ovlivňují výživovou bilanci populace a mají mezi ostatními zemědělskými plodinami výsadní postavení, a to nejen co do masovosti spotřeby. Pěstují se v první řadě pro zrno na konzum, na výživu zvířat, na průmyslové zpracování a na osivo. Jejich předností je, že jsou relativně dobře skladovatelné, je možné je bez větších těžkostí přepravovat na dlouhé vzdálenosti, nepodléhají sezónním výkyvům nabídky a poptávky, mají výhodné složení pro výživu člověka a zvířat a jako potravina jsou poměrně levné. [3, 4]

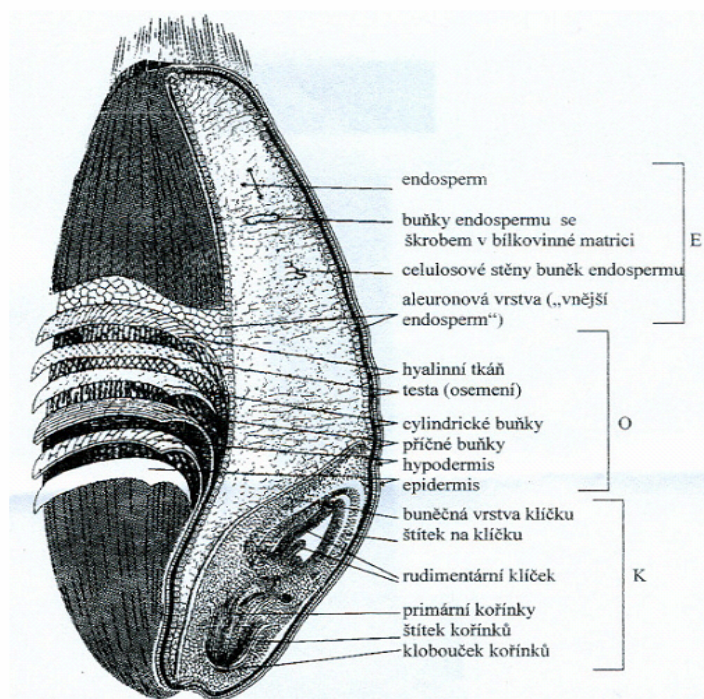
1.1 Obecná charakteristika obilného zrna

Pro lidskou výživu se z obilovin přímo využívá výhradně zrno. Morfologická skladba zrna všech obilovin je v zásadě stejná. Zrna se liší především tvarem, velikostí, hmotností a podílem jednotlivých vrstev. Tvary zrna jsou od tenkých protáhlých až po téměř kulatá, zastoupení a pořadí jednotlivých vrstev je však shodné. Charakteristické pro jednotlivé obiloviny je to, zda má zrno pluchy nebo je nahé, a tvar zrna. Absolutní rozměry zrna se mohou poněkud lišit i pro stejný druh obilovin v závislosti na odrůdě, klimatických podmínkách každého roku a lokality, kvalitě půdy a agrotechnice. Každá obilka se skládá z endospermu, klíčku a obalových vrstev. [5]

Nejvrchnější vrstvy zrna (oplodí), které jsou tvořeny nerozpustnými a obtížně bobtnajícími materiály, především celulosou, jsou určeny k ochraně zrna před mechanickým poškozením a krátkodobými účinky vody a škodlivých látek. V následujících podpovrchových vrstvách (osemení) jsou barviva určující vnější barevný vzhled zrna. Další vrstvy obsahují polysacharidické látky, schopné v různém stupni bobtnání a vázání vody, čímž do jisté míry přispívají k udržování rovnováhy vlhkosti zrna. Dohromady tvoří všechny dílčí vrstvy pevnou, houževnatou vrstvu, která při mletí zrna přechází do otrub.

Na rozhraní obalových vrstev a endospermu se nachází jednoduchá, měkká vrstva velkých buněk, tzv. aleuronová vrstva, obsahující vysoký podíl bílkovin (cca 30 %), který je téměř třikrát vyšší než v endospermu. Aleuronové buňky mají rovněž nejvyšší obsah minerálních látek, a proto se při vymílání aleuronové vrstvy výrazně zvyšuje obsah minerálních látek (popela) v mouce. Před mlýnským zpracováním zrna se broušením odstraňuje celý klíček, který by jinak velmi rychle podléhal oxidačním a enzymovým změnám a zhoršoval senzoričnou kvalitu výrobku. Pokud se klíčky dále zpracovávají pro potravinářské účely, musejí se přítomné enzymy během několika málo hodin inhibovat, jinak se již projeví příznaky chuťových a pachových změn. Podíl jednotlivých částí zrna je u některých obilovin značně rozdílný. [4]

Na Obr. 1 je znázorněn podélný řez pšeničným zrnem.



Obr. 1. Podélný řez pšeničným zrnem se znázorněním jeho morfologických vrstev (vrstva E přechází do mouky, vrstva O do otrub, vrstva K je odstraňována s klíčkem) [4]

1.2 Chemické složení obilovin

Chemické složení většiny cereálií se vzájemně příliš neliší. Zjištěné hodnoty obsahu složek jsou ale variabilní a údaje získané různými autory z různých zemí se často značně liší. [4]

Chemické složení různých druhů obilovin uvádí tabulka (Tab. 1).

Tab. 1. Obsah jednotlivých složek v obilovinách (v % hmot. při 15 % vlhkosti obilí) [2]

Obiloviny, zrniny	minerálie	bílkoviny	tuk	sacharidy	vláknina
Žito	1,7	9,0	1,7	70,7	1,9
Pšenice durum	1,7	13,2	2,4	65,0	2,5
Ječmen s pluchami	2,5	9,5	2,1	67,0	4,0
Oves s pluchami	3,2	10,3	4,8	56,4	10,3
Kukuřice	1,5	11,0	4,4	67,2	2,2
Proso loupané	1,8	11,5	3,9	68,1	2,3
Rýže Paddy	4,0	6,9	1,6	68,4	8,9

Daleko větší variabilita je ve složení mezi různými variantami jednoho druhu obilí. Značný vliv na chemické složení zrna mají rovněž půdní, klimatické a agrotechnické podmínky, které v některých případech ovlivňují vlastnosti jednotlivých složek.

Variabilitu v obsahu jednotlivých složek v pšeničném a žitném zru ukazuje tabulka (Tab. 2) . Rozdíly nejsou zapříčiněny chybou stanovení, ale skutečným kolísáním obsahu složek.

Tab. 2. Variabilita obsahu hlavních složek obilného zrna v % [4]

Složka	Pšenice	Žito
Bílkoviny	9,0 – 15,5	8,5 – 13,5
Sacharidy	75 – 82	78 – 86
Vláknina	1,9 – 3,2	1,9 – 3,2
Lipidy	2,0 – 2,8	1,6 – 2,7
Minerální látky	2,0 – 3,0	1,8 – 2,3

Obilné zru se skládá z dvou hlavních částí a to z vody a sušiny. Obsah vody se pohybuje přibližně od 12 do 15 %, zbytek do 100 % je sušina. Tu tvoří přibližně ze 75 % sacharidy, z 10-15 % proteiny a ze 2 % lipidy. Právě velký obsah sacharidů byl důvodem, proč se obilniny považovali za zdroj energie. Obilniny se dnes podílejí na krytí energie dodané potravou přibližně z 1/3. [3]

Největší podíl obilného zrna tvoří **sacharidy**, z nichž podstatnou částí je škrob. Monosacharidy a oligosacharidy se v normálním zdravém zru vyskytují pouze v nepatrném množství (1–3 %). Kromě škrobu obsahuje zru i další polysacharidy,

hemicelulosy, které jsou uloženy převážně v podobalových vrstvách a tvoří nestrávitelnou vlákninu potravy. Jejich hlavní složkou jsou pentosany heterogenního složení, s převahou arabinosy a xylosy. Rozpustná část hemicelulos má značnou aktivitu vázání vody a je schopna tvořit vysoce viskózní roztoky. Pentosany hrají významnou roli při tvorbě žitného těsta. Z chemického hlediska patří mezi polysacharidy i celulósa, která je součástí obalových vrstev a vlákniny potravy. V celozrnných moukách (resp. pekařských výrobcích) vykazuje celulósa příznivé účinky na fyziologii trávení a její konzumace zlepšuje nepříliš dobrou bilanci spotřeby vlákniny populace. Význam nestrávitelných, tzv. balastních látek v poslední době neustále vzrůstá. Kromě pentosanů a β -glukanů obsažených v cereáliích se k těmto látkám řadí rovněž pektiny.

Z technologického hlediska mají zvláštní význam **bílkoviny** zrna, a to zejména v pšenici. Největší podíl technologicky významných bílkovin je v endospermu uvnitř pšeničného zrna. Vypíráním pšeničné mouky vodou se získává pružný a tažný hydratovaný gel – lepek, který je z 80–95 % v sušině tvořen pšeničnou bílkovinou. Mokrý lepek obsahuje asi 66 % hm. vody, po vysušení se získá tzv. suchý lepek. Obsah mokrého lepku je hlavním jakostním kritériem pekařské jakosti pšeničné mouky a obvykle i kritériem pro roztřídění pšenic na potravinářské a ostatní. Kvalita lepku je charakterizována jeho pružností, tažností a bobtnavostí ve slabém roztoku kyseliny mléčné. Pšeničný lepek není jednotná bílkovina, na základě rozpustnosti ji lze rozdělit na gliadin (rozpustný ve zředěném ethanolu) a glutenin (glutelin pšenice), rozpustný v 0,2 % roztoku KOH. Lepková bílkovina je charakterizována vysokým obsahem kyseliny glutamové, resp. glutaminu (až 35 % veškerých aminokyselin obilného zrna) a prolinu (více než 10 %). Na druhé straně ale má lepková bílkovina velmi nízký obsah esenciální aminokyseliny lyzinu (1–2 %). Z ostatních obilovin v zásadě podobný gel vyprat nelze. [4]

Tuky tvoří malý hmotnostní podíl obilného zrna. Tuk je obsažen především v klíčku a v aleuronové vrstvě. Tuky chlebových obilovin jsou nažloutlé olejovité kapaliny, které obsahují nasycené mastné kyseliny v množství 18 – 25 %, kyselinu olejovou 16 – 18 %, kyselinu linolovou 48 – 57 % a kyselinu α -linolenovou - 5 %. Tuk obsažený v obilce nemá větší technologický význam. V případě nevhodného skladování mouky může však dojít k hydrolýze tuku a nežádoucímu zvyšování kyselosti mouky. Žluknutí je podmíněno vyšší vlhkostí obilí a rozvojem plísní produkujících lipasy. [2]

Obiloviny je možno považovat i za zdroj **vitaminů** skupiny B. Thiamin (vitamin B₁) a riboflavin (B₂) se vyskytují v obalových vrstvách většiny obilovin a v klíčcích. Ve světlých moukách zbývá podle stupně vymletí jen cca 10 - 20 % původního obsahu vitaminů B

skupiny v zrně. V tmavých moukách může být zachováno až 40 % původního obsahu. Kyselina nikotinová a nikotinamid, další z vitamínů skupiny B, jsou ve vyšších množstvích přítomny v pšenici a ječmeni. Z ječného sladu se dostávají do piva, které je jejich bohatým zdrojem. Z lipofilních vitamínů je třeba se zmínit o vitamínu E – tokoferolu, který se ve vysoké koncentraci vyskytuje v pšeničných klíčcích, z nichž se izoluje například při výrobě vitamínových preparátů ve farmaceutickém průmyslu.

Obsah **popela** v celých zrnech se pohybuje v rozmezí cca 1,25 – 2,5 %, přičemž jeho koncentrace je nejvyšší v obalových vrstvách a nejnižší v endospermu. Obsah popela v mouce proto vzrůstá se stupněm vymletí. Popel obilovin je tvořen převážně oxidem fosforečným, nejhodnějšími kovy jsou hořčík, vápník a železo. V popelu se často objevují i minerální kontaminanty, zejména těžké kovy.

Obiloviny dále obsahují některé složky v miniaturním množství. Tři z těchto složek mohou být přesto velmi významné. Například kyselina fytová má schopnost vázat na 1 svou molekulu 6 atomů vápníku, hořčíku či dvojmocného železa. Tyto sloučeniny nejsou v lidském organismu rozložitelné a tudíž takto vázané kovy nejsou již využitelné. Další složkou je cholin. Má velký význam pro nervomotorickou činnost našeho organismu. Jeho výhodným zdrojem je i nízkovymletá mouka, neboť je v obilném zrně rozložen dosti rovnoměrně. Poslední z těchto látek je kyselina paraaminobenzoová. Je totiž významným růstovým faktorem a je nejvíce obsažena v obalových vrstvách zrna. [5]

Zásadní pro zajištění stability zrna a zmenšení posklizňových ztrát na minimum je vhodné skladování. Klíčovým faktorem je především obsah vlhkosti, dále teplota a délka skladování. [6].

1.3 Cereálie používané pro lidskou výživu

Po tisíciletí tvořily obiloviny základ potravy člověka. V podmínkách mírného pásma Evropy mají z pěstovaných obilnin zásadní význam pšenice, žito, ječmen a oves. Z celosvětového hlediska jsou však nejdůležitější rýže a kukuřice. Ostatní druhy obilnin jsou méně rozšířené, ale získávají stále větší význam v racionální výživě člověka. Do této skupiny obilnin zařazujeme pohanku, amarant, proso, triticales, čirok. [7]

Z obilnin pěstovaných v našich podmínkách má z potravinářského hlediska největší význam pšenice a žito. Pšeničná i žitná mouka se vyznačují vysokým obsahem lepku, což je proteinový komplex, který dává těstu bobtnavost, soudržnost, lepkavost a tím schopnost

kynutí při rozpínání plynnými bublinami z kvasnic nebo kypřících prášků. Ostatní obiloviny jsou na lepek chudé. [7] **Pšenice** je dnes na celém světě po rýži druhou nejpěstovanější plodinou. Taxonomicky je řazena k rodu *Triticum*, pěstuje se v mnoha odrůdách, přičemž komerčně nejdůležitější je *Triticum aestivum* (pšenice setá) a *Triticum durum* (pšenice tvrdá), která se používá téměř výhradně pro výrobu těstovin. [4, 8] Většina produkované pšenice je určena pro lidskou spotřebu a vzhledem k jejím jedinečným vlastnostem se z ní vyrábí celá řada nejrůznějších ingrediencí a potravin. Pšenice tedy jako nejdůležitější chlebová plodina představuje základní zdroj lidské výživy. Její zrna se využívá na výrobu chleba, pečiva, těstovin, krup a v cukrářství. Pšeničné šroty a otruby představují vysoce koncentrované krmivo, vhodné pro všechny druhy hospodářských zvířat. [3, 4] Potravinářská hodnota pšenice je podmíněná technologickými vlastnostmi zrna ve spojení s kvalitními senzoryckými vlastnostmi. Pšenice je tedy hlavně zdrojem energie díky vysokému obsahu škrobu (50 – 70 %), který je lehce stravitelný. Obsah hrubé vlákniny je nízký (1,6 – 2,0 %). Nachází se v obalech, které při zpracování pro výživu lidí obvykle přecházejí do otrub. Obsah bílkovin v zrna je 8 – 13 %. Obsah zásobních bílkovin lze ovlivnit agrotechnickými zásahy. Zásobní bílkoviny gliadin (prolamin) a glutenin s vodou vytvářejí lepek. Vysoký obsah lepku pozitivně ovlivňuje pekárenské vlastnosti pšenice. Obsah tuku je nízký (1,5 – 3 %), nachází se v něm velké množství nenasycených mastných kyselin, kyseliny olejové a linolové. Ty způsobují, že tuk snadno podléhá oxidaci. Nutriční hodnota je také určena obsahem esenciálních aminokyselin (lyzin, metionin, tryptofan), jejichž zastoupení v pšenici je poměrně nízké. Z vitamínů jsou v pšeničném zrna obsaženy hlavně vitaminy skupiny B, vitamin E a v menším množství také β -karoten. Z minerálních látek je nejvíce zastoupen fosfor. [3, 9]

Další potravinářsky významnou obilninou je **žito**. Žito seté (*Secale cereale*) je odolná, nenáročná rostlina pěstovaná obvykle v oblastech s chladným, drsnějším klimatem, kde se jiným cereáliím nedaří. Ve světovém měřítku žito zdaleka nedosahuje významu pšenice. Žitná mouka se využívá na výrobu chleba, perníků a perníkových produktů, na přípravu těstovin, vloček či vegetariánských jídel. Kromě mouky se do jistého druhu křehkého chleba používají celá žitná zrna. Pražená žitná semena se prodávají jako tzv. žitovka nebo jsou základem tmavé kávoviny (melty). Mlýnské vedlejší produkty (otruby a krmné mouky) se využívají jako krmivo. V Americe se ze žita destiluje žitná whisky, u nás je žitný destilát známý pod názvem „režná“. [3, 4] Ve farmakologii se žito využívá k získávání námelových alkaloidů z porostů, které se námelem (houba paličkovice nachová) uměle infikují. [8] Z nutričního hlediska je vnější vrstva endospermu žita

(aleuronová vrstva) bohatá na proteiny, minerální látky a vitaminy, zvláště skupiny B (tiamin, riboflavin, niacin, pyridoxin). Žito obsahuje jen asi 9 % dusíkatých látek, z toho většinu tvoří zásobní bílkoviny gliadin (prolamin) a gluteniny. Hlavní živinou žitného zrna je škrob, ale obsahuje také další polysacharidy – xylany a arabinoxylany v podobě žitných slizů. Tuhy jsou z velké části lokalizované v klíčku. Žito je poměrně dobrým a bohatým zdrojem minerálních látek (draslík, hořčík, zinek, mangan). Je rovněž zajímavým zdrojem potravinové vlákniny. Množství vlákniny v žitné chlebu je asi 3x vyšší než v bílé pšeničné mouce. Kromě toho, zrna žita obsahují významné množství lignanů jako i jiných fenolových sloučenin (například tanin nebo kyselina fytová). [3, 9]

Dalšími významnými obilninami u nás pěstovanými jsou ječmen a oves. Ani jedna z těchto obilnin nedosahuje významu pšenice a žita, ale přesto jsou důležitou součástí lidského jídelníčku. Mají vysokou biologickou hodnotu a jsou významné ve výživě dětí a v dietologii. [7] **Oves setý** (*Avena sativa*) patří k nenáročným, odolným obilovinám, které jsou vhodné pro sušší a zejména chladnější oblasti s relativně chudou půdou. Pěstuje se doposud převážně jako krmivo. Oves se zpracovává hlavně na vločky, jejichž spotřeba má stále stoupající tendenci. Dále se vyrábí ovesná mouka, která se uplatňuje v dětské výživě či při výrobě sníadaňových cereálií, ovesných koláčků aj. Mouka se přidává do pekařských výrobků, které jsou pak jemnější, trvanlivější, ale drobivější a méně objemné. Dalšími produkty z ovsu jsou ovesná rýže, kroupy, otruby, proteinové izoláty (vznikají extrakcí bílkovin z ovsu), expandované obilky a extrudované produkty, jedlé oleje, plnidla do jogurtu, ale i řada kosmetických výrobků. [4, 8] Z hlediska lidské výživy se jedná o velmi hodnotnou obilovinu, s vysokou biologickou hodnotou, která splňuje zásady racionální výživy člověka. Oves a ovesné produkty tak patří ke zdravotně nejzajímavějším cereáliím, proto se také ovsu a ovesným výrobkům věnuje v poslední době stále větší pozornost. V porovnání s jinými cereáliemi má oves nejvyšší obsah bílkovin s vysokou biologickou hodnotou, která je dána především přítomností esenciálních aminokyselin lyzinu a methioninu, značným množstvím lehce stravitelných sacharidů, vysokým obsahem vlákniny a obsahem tuku s příznivým poměrem nasycených a polynenasycených mastných kyselin. Známé jsou i antioxidační účinky ovsu a schopnost snižovat hladinu cholesterolu díky přítomným β -glukanům (rozpuštěná vláknina). [4, 6] Minerální látky jsou v ovsu také obsaženy ve vyšším množství, hlavně draslík, fosfor, křemík a hořčík. Vápníku má oves rovněž více než většina obilovin. Obsah vitaminů skupiny B je také vyšší než v jiných obilovinách. Vzhledem k tomu, že kořen ovsu má velkou schopnost vázat na sebe nežádoucí látky, může být v rostlinách a v zrně vyšší obsah nežádoucích těžkých kovů

(především kadmia, niklu a rtuti). Proto je kladený důraz nejen na výběr druhu ale i lokality pro pěstování ovsa. [3, 9]

Poslední ze čtveřice potravinářsky nejvýznamnějších obilovin v ČR je **ječmen**. Všechny kulturní ječmeny představují jeden diploidní druh ječmen setý (*Hordeum vulgare* L.) dále členěný podle uspořádání klasu na ječmeny dvouřadé, resp. víceřadé (čtyřřadý a šestiřadý). V současné době se ječmen využívá především na krmení hospodářských zvířat, potravinářské využití představuje pouze menší část (v 90. letech cca 20 – 25 % z celé produkce). [4] Hlavní podíl potravinářského ječmene se zpracovává na slad, dále se z něj vyrábějí kroupy a krupky, které se přidávají do polévek a dušených jídel. Kromě běžných krup se produkují ječné celozrnné vločky, lupínky, ječná mouka se přidává do těstovin, knedlíků, zavářek, kroket, omáček, cukrářských výrobků, pudinků a krémů. Ječmen není chlebovinou, obsahuje málo lepku, ale používá se na pečení plochých chlebů a placek. Pro zvýšení svěžesti je možné ječnou mouku až do 20 % přidávat do mouky na přípravu různého pečiva. Z ječmene se dále připravuje náhražka kávy – melta. V poslední době dochází díky novým vědeckým poznatkům k obnovení zájmu o potravinářský ječmen, což se projevuje nejenom rozšiřováním pěstebních ploch, ale i sortimentu ječných výrobků. Nutriční hodnota ječmene spočívá vedle obsahu některých vitaminů komplexu B, vitaminu E a antioxidantů zejména v přítomnosti neškrobových polysacharidů, které společně s ligninem tvoří ječnou vlákninu s β -glukanovou (rozpustnou) složkou, která má schopnost snižovat hladinu cholesterolu v krvi. U ječmene (resp. ječných výrobků) byly rovněž zjištěny antivirové či protirakovinové schopnosti, uplatňují se i při léčbě vředových žaludečních chorob nebo pro celkové posilování organismu proti stresovým zátěžím. Ječné zrna jsou především zdrojem sacharidů (75 – 85 %) a bílkovin (11 – 13 %), v menší míře pak tuků (cca 2 – 3 %) a dalších látek. Důležitý je i obsah minerálních látek, z nichž převažují fosfor s draslíkem. [4, 8]

Celosvětově nejvýznamnější obilninou je **rýže**. Rýže má semeno obalené kožovitou slupkou, která se odstraňuje obrušováním a leštěním. S ní odpadávají i biologicky hodnotné povrchové vrstvy, takže tržní druhy loupané rýže jsou na vitaminy skupiny B velmi chudé. U nás se rýže většinou konzumuje jako příloha.

Podobně jako rýže je velmi významnou světovou obilninou **kukuřice**. Pro potravinářské účely slouží vybrané odrůdy kukuřice, a to dle způsobu užití. Kukuřice se u nás přidává jako kukuřičná mouka do řady potravinářských výrobků, konzumuje se v podobě popcornu, vařená, nebo sterilovaná. [7]

Díličními doplňky potravinářské produkce běžných obilovin jsou **maloobjemové cereálie**. Pozornost k nim je z důvodu orientace významné části populace na tzv. racionální výživu upřena v celé Evropě. V posledních desetiletí dochází v České republice k renesanci pěstování pohanky a prosa a začíná se uplatňovat nahý oves, pšenice špalda, amarant a další. Všeobecně lze uvedené plodiny charakterizovat jako méně prošlechtěné, s nižšími produkčními schopnostmi, poměrně tolerantní k méně příznivým podmínkám prostředí, málo náročné na vstupy. Současně lze u nich konstatovat vyšší hodnoty standardních parametrů kvality, vyšší nutriční hodnotu i obsah některých specifických, zdravotně významných látek. Výrobky z nich rozšiřují potravní spektrum, uplatňují se ve sféře tzv. racionální výživy, ve zdravotních dietách nebo ve farmacii. [10] Kromě šesti základních, výše uvedených obilnin se tak v obchodech s racionální výživou můžeme běžně setkat s křížencem pšenice a žita, tzv. **triticale** a dále s původní a velmi hodnotnou odrůdou pšenice tzv. **pšenicí špaldou**. Obě dvě plodiny se vyznačují vyšší biologickou hodnotou než klasické odrůdy pšenice a zaslouhují si pozornost, jako součást racionální výživy člověka. Dalšími plodinami, které náleží do této skupiny jsou tzv. pseudocereálie (neboli nepravé obiloviny). K nejvíce používaným a zkoumaným pseudocereáliím patří pohanka, amarant a quinoa (merlík chilský). **Pohanka** je obilnina, která u nás začíná prodělavat svou renesanci. Loupaná pohanka je chutná a výživná strava. Většinou se připravuje v podobě různě ochucených kaší. Z pohanky se rovněž vyrábí krupky a nebo mouka pro výrobu nudlí. Pohanka má nepatrně nahořklou chuť, která se zmírní varem. Oproti základním obilninám má vyšší obsah esenciálních aminokyselin a obsahuje rutin. Je lehce stravitelná. Další, u nás relativně nová a perspektivní obilovina, je **amarant**. Její význam spočívá především v tom, že na rozdíl od ostatních obilovin neobsahuje lepek. Proto hraje důležitou úlohu v bezlepkových dietách, kde nahrazuje mouku klasických obilovin. V prodejnách s racionální výživou je již k dostání řada výrobků, jejichž součástí je amarant. Tyto výrobky splňují zásady racionální výživy a zpestřují jídelníček osob postižených celiakií. [4, 7]

Produkcí nutričních látek zaostávají tyto plodiny za běžnými obilovinami (pšenicí), vzhledem k nízkému výnosu. Kvalitou (spektrum a obsah aminokyselin, vyšších mastných kyselin i koncentrací minerálních látek) je ale předčí. Proto tyto alternativní plodiny mají své opodstatnění v racionální výživě. [10]

2 CEREÁLNÍ VÝROBKY VE VÝŽIVĚ ČR

Cereální výrobky hrají ve výživě obyvatel ČR velmi významnou roli. I přes mírně stoupající spotřebu těstovin, mají rozhodující podíl výrobky pekárenské. Nezastupitelnou úlohu mají rovněž v celkové bilanci rostlinných a živočišných zdrojů bílkovin a energie, protože spotřeba dalšího významného zdroje rostlinných bílkovin – luštěnin – je u nás relativně nízká. [4]

2.1 Základní pojmy a definice pro mlýnské obilné výrobky, pekařské výrobky a těstoviny dle vyhlášky Mze ČR č. 333/1997 Sb.

V praktické části diplomové práce bylo analyzováno 9 vzorků cereálních výrobků, které vyhláška Mze ČR č. 333/1997 Sb. pro mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky, cukrářské výrobky a těsta v platném znění deklaruje takto:

1. Mlýnské obilné výrobky

Z mlýnských obilných výrobků byla v diplomové práci analyzována mouka (pšeničná celozrnná biomouka a celozrnná špaldová mouka) a snídaňové cereálie. Pro účely této vyhlášky se rozumí:

- *moukou* - mlýnský obilný výrobek získaný mletím obilí a tříděný podle velikosti částic, obsahu minerálních látek a druhu použitého obilí,
- *instantními mlýnskými obilnými výrobky* – výrobky získané tepelnou úpravou,
- *müsli* - směs mlýnských obilných výrobků, upravených vločkováním, extrudováním nebo jinou vhodnou technologií, k nimž jsou přidány další složky, zejména jádra suchých plodů, sušené nebo jinak zpracované ovoce a látky upravující chuť, vůni nebo konzistenci.

2. Pekařské výrobky

Z pekařských výrobků bylo v diplomové práci analyzováno 5 výrobků - celozrnný chléb, pšenično-žitný chléb, vícezrnná bageta, tukový rohlík a celozrnné sušenky. Pro účely této vyhlášky se rozumí:

- *běžným pečivem* - tvarovaný pekařský výrobek, vyrobený z pšeničné nebo žitné mouky, přísad a přídatných látek, který obsahuje méně než 8,2 % bezvodého tuku a méně než 5 % cukru, vztaženo na celkovou hmotnost mlýnských obilných výrobků,

- *pšeničnožitným chlebem nebo pšeničnožitným pečivem* - pekařský výrobek, v jehož těstě musí být podíl pšeničných mlýnských výrobků nejméně 50 % a žitných mlýnských výrobků vyšší než 10 % z celkové hmotnosti mlýnských výrobků,
- *celozrnným chlebem nebo celozrnným pečivem* - pekařský výrobek, jehož těsto musí obsahovat z celkové hmotnosti mlýnských obilných výrobků nejméně 80 % celozrnných mouk nebo jim odpovídající množství upravených obalových částic z obilky,
- *vícezrnným chlebem nebo vícezrnným pečivem* - pekařský výrobek, do jehož těsta jsou přidány mlýnské výrobky z jiných obilovin než pšenice a žita, luštěniny nebo olejiny v celkovém množství nejméně 5 %,
- *sušenkami* - výrobky získané upečením těsta, zejména chemicky kypřeného.

3. Těstoviny

Z těstovin byly v diplomové práci analyzovány pouze celozrnné špagety. Pro účely této vyhlášky se tedy rozumí:

- *těstovinami celozrnnými* - těstoviny vyrobené z pšeničné celozrnné mouky. [11]

2.2 Cereální výrobky nejčastěji zastoupené ve stravě

Cereální výrobky hrají v řadě zemí klíčovou úlohu a pro většinu světové populace jsou hlavní potravinou denní spotřeby. Většina z těchto cereálních výrobků by měly být výrobky celozrnné. Poměrně značný podíl živin dodávaných cereálními výrobky je ovšem výsledkem i prováděné povinné fortifikace (železo, vápník, thiamin, niacin) pšeničné mouky (s výjimkou celozrnné), resp. dobrovolné fortifikace snídaňových cereálií. Cereální výrobky se řadí mezi potraviny s vysokým stupněm inovace, mnohem vyšším než v kterémkoliv jiném potravinářském odvětví. Vývoj nových výrobků reflektuje jednak požadavky spotřebitelů, ale v současné době především názory nutricionistů a lékařů a snaží se tak přispívat k řešení zdravotních problémů populace. [4, 12]

2.2.1 Mlýnské výrobky

Prvním typem cereálních výrobků jsou mlýnské výrobky. Získávají se narušením obilných zrn. Patří sem mouka, krupice, kroupy, loupaná rýže, vločky. Při mletí se obilné zrna

zbavuje obalových vrstev a vzniká mouka. Zrno se nejprve čistí, odstraňují se klíčky, pluchy a rozrušuje se celistvost zrna. Zrno se mele na válcovacích stolicích.

Podle stupně vymletí se rozlišuje mouka:

- *vysokovymletá* - obsahuje více povrchových částí zrna, je tmavší, méně trvanlivá, hůře stravitelná, má vyšší biologickou hodnotu,
- *nízkovymletá* - je lépe stravitelná, má světlejší barvu, energeticky bohatá, má delší trvanlivost, obsahuje převážně škrob, neobsahuje vitaminy a tuk.

Základní druhy mouky a krupice jsou:

1. pšeničná mouka

U pšeničné mouky rozlišujeme mouku: hrubou, polohrubou, hladkou, hladkou 00 Extra, celozrnnou, chlebovou, výražkovou, škrobárenskou aj.

2. pšeničná krupice

U pšeničné krupice rozlišujeme krupici: hrubou, jemnou, jemně dehydrovanou a semolina.

3. žitná mouka - používá se při výrobě tmavého chleba, perníků.

4. ostatní druhy mouky

Zde patří následující druhy: rýžová mouka, kukuřičná mouka, ječná mouka a pohanková mouka.

Krupařské výrobky

Mezi mlýnské výrobky patří také krupařské výrobky jako například: ječné kroupy, pšeničné kroupy, ovesné kroupy. Jednotlivé druhy krup se liší granulací.

Vločky

Dalším typem mlýnských výrobků jsou vločky. Vyrábí se z očištěných zrn, které se oloupou, napaří, listují na válcích a suší. Na trhu jsou vločky ovesné, pšeničné, žitné, ječné pro poměrně vysoký obsah tuků (z klíčků) snadno žluknou. [13]

Pufované výrobky

Dalším druhem jsou pufované výrobky. Vyrábí z loupané rýže, kukuřice a pšenice. Obilovina se uzavře v tlakové nádobě, kde se ohřívá. Voda v obilce se mění v páru a rychlým snížením tlaku se vodní pára v obilce rozepne, tím se zvětší povrch obilky a zvýší se její pórovitost. Při pufování se předem propaří obilní zrna, umístí se do pufovacího děla a vystřelují se do sítě, přičemž zrna expandují a ztuhnou. Takto se připravují například z rýžových zrn Burizony, dále Arizony (ochucená loupáná rýže), či Racio-celozrnné chlebičky. [13, 14]

Extrudované výrobky

Posledním typem mlýnských výrobků jsou extrudované výrobky. Extruze spočívá ve stlačování materiálu pomocí šneků v uzavřeném prostoru a jeho vytlačení (extruzi) pod vysokým tlakem do okolní atmosféry. Při vysokém tlaku v extrudéru dochází k mnohonásobnému zvětšení objemu a vysoké pórovitosti výrobku. V prodeji jsou křupky, křehký chléb, pochoutky s vlákninou či pražené extrudované vločky. [13, 14]

2.2.2 Cereální snídaně

V posledních letech se čím dál více uplatňují různé přesnídávkové směsi připravované z obilnin pod názvem „*Breakfest cereals*“ (snídaňové cereálie) obsahující sušenou obilnou kaši, instantní ovesné vločky, vločkované výrobky jiných obilovin a komplexní suché směsi, připravované ředěním s vodou nebo mlékem. Dále jsou to také „*Corn flakes*“ výrobky na bázi kukuřičné krupice s cukrem, solí a ochucovadly. Ze směsí jsou na válci připravovány vločky, které jsou restovány a konzumují se s mlékem. Známé jsou rovněž směsi různých materiálů s obsahem balastních látek (vlákniny), nutričně hodnotné, ale s nízkým energetickým obsahem. Patří sem směsi *Müsli* obsahující vločky ovesné, žitné, cukr, hrozinky, sladový extrakt, fruktosu, sušené ovoce, čokoládu, med, ořechy, obilné klíčky, otruby, jádra olejin, amarantová semena atd. Výroba snídaňových cereálií se stala jednou z hlavních oblastí zpracování obilovin s perspektivou výrazného a nepřetržitého růstu, a to především v evropských zemích, kde se neustále rozšiřuje jejich sortiment, a to i co do luxusnosti provedení. Vyrábějí se nejrůznější druhy s etnickým charakterem, s přísadami pseudocereálií, s tropickým ovocem aj. [2, 4]

Snídaňové cereálie jsou jedním z důležitých zdrojů vitaminů a dalších nutrientů zejména pro děti a představují tak důležitou kategorii pro potravinářský vývoj a výrobu. Na druhou stranu je však velice důležité pozorně si na obalu daného výrobku přečíst, zda je skutečně tak „zdravý“ jak se na první pohled tváří. Podle internetového portálu Test (Testy pro dobré nákupy: objektivně – nezávisle – bez reklam) zdaleka ne všechny dětské cereální snídaně poskytují dětem to, co opravdu potřebují. Výrobci se snaží zlákat děti a jejich rodiče k nákupu kreslenými postavičkami na obalech, někteří i dárky uvnitř balení. Někteří se sice snaží informovat spotřebitele o doporučených denních dávkách jednotlivých živin pomocí „semaforů“ znázorňujících procento doporučené denní dávky. Nedělají to ovšem všichni, někteří se pouze „vychloubají“ poměrem vitaminů a na cukry a tuky jako by zapomněli, jiní to činí mravenčím, nečitelným písmem. Test odhalil, že některé dětské

snídaňové cereálie rozhodně nejsou vhodnou snídaní. Ačkoliv se honosí všemi možnými prohlášeními o zdravých složkách, jako jsou „celozrnné cereálie, vitaminy a minerály“, nezmiňují se příliš o obsahu cukru, který je často nevhodně vysoký. Navíc, některé z nich obsahují příliš mnoho nasycených tuků. Dohromady s cukrem se tak z proklamované zdravé snídaně stává nezdravá kalorická nálož. Ani s obsahem vlákniny na tom některé výrobky nejsou slavně, což je v protikladu s tvrzeními uvedenými na obalech. Sebevíc vlákniny přelázané, cereálie zdravými nečiní, i kdyby byly stokrát celozrnné nebo ovesné. [4, 15]

Obdobný výzkum provedla MF DNES, pro kterou analyzovali většinu výrobků ve Státním veterinárním ústavu v Praze. Naprostá většina dětských cereálií patří mezi takzvané extrudované výrobky, jejichž význam pro výživu je sporný. Jsou na bázi rýžové, kukuřičné či pšeničné mouky s vysokým glykemickým indexem a hojně oslazené cukrem. Jejich výrobní náklady jsou velmi nízké, přesto jsou dražší než nutričně mnohem vhodnější výrobky z kategorie "dospělých". Spotřebitel platí v této ceně reklamní kampaně a možná i mnohdy zbytečně drahé obaly. Mnohem přínosnější z hlediska výživy jsou müsli, tedy směsi ovesných vloček, sušeného ovoce a případně ořechů. Jenže ani ty nejsou úplně ideální. Ideální by byly, pokud by neobsahovaly přidaný cukr. [16]

2.2.3 Těstoviny

Těstoviny jsou výrobek s mnohostranným využitím, jsou relativně levné, vyznačují se dlouhou dobou skladovatelnosti, jednoduchou a rychlou přípravou pro rozmanitý sortiment jídel studené i teplé kuchyně a lehkou stravitelností při vyváženém nutričním složení jako je: nízký obsah sodíku, prakticky žádný tuk, žádný cholesterol a odpovídající množství sacharidů. [4, 5] Jsou to polotvary z nekypřeného těsta konzervované sušením. Tradičně se vyrábí z mouky (semoliny) z tvrdé pšenice (*Triticum durum*), která má sytě zabarvená zrna (vysoký podíl žlutých a oranžových karotenových barviv) s vysokým obsahem bílkovin (12–16 %), resp. mokrého lepku (36–50 %). Semolinová mouka (krupice) se získává jednorázovým plochým mletím tvrdých odrůd pšenice. Těstoviny z ní se nerozvářejí a jsou chutnější. Některé speciální druhy těstovin se vyrábějí z jiných druhů mouky (celozrnné, rýžové, kukuřičné aj.). [2, 4, 13] K výrobě těstovin se tedy používá pšeničná mouka, voda a přísady (vejce, zelenina, sojová mouka). Tuhé těsto se tvaruje válcováním, které se dále řeže na tvary (široké nudle, fleky aj.). Nebo se těsto lisováním protlačuje přes profilované matice na různé tvary (makarony, špagety, mušle). Nakonec se provádí sušení teplým

vzduchem. Vytvarované těstoviny se suší na obsah vlhkosti 12 – 13 %. [2, 13]

Těstoviny lze dělit:

- *podle složení* - vaječné (např. trojvaječné, pětivaječné..) a bezvaječné,
- *podle délky* - dlouhé (200 - 500 mm př. špagety, makarony), střední (10 - 100 mm př. kolínka, široké nudle, fleky aj.) a krátké (3 - 8 mm př. flíčky, kroužky, mašličky, abeceda aj.),
- *podle použití* - zavářkové (př. nudle, drobení, flíčky aj.) a přílohové (př. špagety, makarony, kolínka, penne aj.),
- *podle použitých přísad*, které obohacují výživovou hodnotu např. vitaminy B₁ a B₂, mikrořasou Spirulinou, s přísadou kukuřičné mouky, kurkumy aj.,
- *podle tvarování* – lisované (protlačované) a válcované (řezané),
- *podle sušení* – sušené a nesusšené (čerstvé)
- *speciální druhy* - bezlepkové těstoviny Ekros, biotěstoviny, celozrnné, barevné, rýžové aj. [5, 12]

Těstoviny jsou stejně jako rýže a brambory v zásadě škrobnaté potraviny. Obsahují ale mnohem více proteinu, jsou dobrým zdrojem potravní vlákniny a některých důležitých minerálních látek (železo) a vitaminů (A, B₁, B₂, niacin). S obsahem vajec (u těstovin vyrobených z mouky z pšenice (*Triticum aestivum*)) stoupá jejich biologická hodnota ale i nežádoucí cholesterol. [2, 4]

Rozdíly v obsahu základních živin mezi těstovinami běžnými a celozrnnými ukazuje tabulka (Tab. 3).

Tab. 3. Obsah nutrietů v běžných a celozrnných těstovinách [4]

Živina	Bílé (vařené)	Celozrnné (vařené)
Energie (kcal/kJ)	104/442	113/485
Proteiny (g)	3,60	4,70
Sacharidy (g)	22,20	23,20
Celkové cukry (g)	0,50	1,30
Škrob (g)	21,70	21,90
Tuk (g)	0,70	0,90
Neškrobové polysacharidy (g)	1,20	3,50
Thiamin (mg)	0,01	0,02
Niacin. ekvivalent (mg)	1,20	2,30
Železo (mg)	0,50	1,40
Vápník (mg)	7,00	11,00

Z výše uvedené tabulky je zřejmé, že celozrnné těstoviny obsahují především větší množství nutričně hodnotných neškrobových polysacharidů a rovněž některých minerálních látek a vitaminů v porovnání s běžnými těstovinami. Proto je vhodné zvýšit spotřebu celozrnných těstovin na úkor běžných těstovin. [4]

2.2.4 Pekárenské výrobky

Pekárenské výrobky jsou hlavním zdrojem sacharidů a rostlinných bílkovin. Pro jejich výrobu jsou základními surovinami mouka, voda, sůl, droždí, enzymové přípravky, mléčné výrobky, cukr, tuky a emulgátory, vejce. Mouky jsou nejdůležitější pekárenskou surovinou, poněvadž ve většině těst tvoří až 70 % hmotnosti všech surovin. Rozhodující význam má pšeničná mouka, žitná mouka se používá výhradně k výrobě chleba, výjimečně do některých druhů pečiva (dalamánky). Mezi pekárenské výrobky patří: chleba - světlý, tmavý a speciální pečivo. [2, 13]

Chléb

Chléb je jednou ze základních potravin, jehož výroba se datuje již od prehistorické doby, kdy se semena trav drtila na hrubou mouku, z které se za přídavku vody připravovalo těsto a v různých formách tepelně zpracovávalo. Vyrábí se z mouky, kypřicím prostředkem je kvas, přidává se voda, sůl a podle druhu přísady. [6, 13]

Základní druhy chleba jsou následující:

1. světlý

- *konzumní* - je vyráběn ze stejného dílu pšeničné a žitné mouky s přísadou kmínu,
- *pšeničný* - vyráběn z pšeničné mouky chlebové,
- *výražkový* – se připravuje z pšeničné mouky hladké a výražkové žitné mouky s přísadou kmínu,

2. tmavý

- *konzumní* - směs žitné a pšeničné mouky v různém poměru podle receptur,
- *samožitný* - je vyráběn ze žitné mouky s přísadou pšeničné a kmínu,

3. speciální druhy chleba

- *žitný* - chléb Vita (z žitné mouky s podílem 10% pšeničných klíčků),
- *samožitný* - tmavý (moskevský) je směs žitné mouky chlebové a celozrnné,
- *celozrnný* - pšeničný chléb Graham je z hladké pšeničné mouky a celozrnné mouky

pšeničné, kypřený droždím,

- *šrotový* - chléb Gravit se vyrábí z pšeničné škrobové mouky, pšeničné mouky, suchého kvasu a přísad,
- *diabetický* - chléb se vyrábí z pšeničné mouky chlebové, suchého kvasu, lepku, soli, droždí, stolního margarínu, kmínu. [13]

V současné době se vedle základních druhů chleba vyrábí nepřehledné množství speciálních chlebů pro nejrůznější formy stravování a typy diet (vícezrnné, s přidavkem olejnatých semen, se zvýšeným obsahem vlákniny dodávané formou otrub, ovesných vloček, psyllia, luštěninové mouky a dalších rostlinných materiálů, s prodlouženou životností, konzervované atd.). V poslední době se prosazují především chleby celozrnné a etnické. Mezi funkční potraviny, které nabývají na významu, se může řadit kupříkladu chléb s přidavkem inulinu. Pokud se týká výroby, uplatňují se ve značné míře hotové moučné směsi či zmrazené a předpečené polotovary, které umožňují nepřetržitý prodej čerstvě pečeného chleba. Pakliže uvážíme všechny možnosti kombinací surovin, přísad, technologických postupů aj. může počet druhů chleba dosáhnout i více než 1000. Pokud se týká etnického chleba, nabývají na oblibě „ploché“ chleby s nízkým objemem, většinou nekynuté nebo pouze částečně kynuté, vyráběné nejrozmanitějšími technologiemi. Z hlediska naší legislativy sice tyto výrobky definici chleba neodpovídají, mezi spotřebiteli ale označení „plochý chléb“ již víceméně zdomácnělo. Mezi nejznámější ploché chleby patří kupř. egyptský chléb balady, arabský chléb (pita, tannouri, mafrood aj.) ve světlé a tmavé (z mouky s 90–95% vymletí) verzi, íránský chléb barbari, indický chapati, mexické tortilly, severský křehký chléb a další druhy vyráběné extruzní technologií. Základem recepturního složení je sice ve většině případů pšeničná mouka (případně kukuřičná), často i celozrnná; používají se ale i mouky méně obvyklé, např. mouka čiroková nebo prosná (chléb senesen a některé další egyptské chleby), rýžová, cizrnová nebo fazolová (indický chléb dosai), některé egyptské chleby obsahují přídavek mouky z ibišku atd.

Průměrná spotřeba chleba v zemích EU je v současné době zhruba 20 dkg na osobu a den. Základem sice stále zůstávají pšeničnožitné chleby (necelých 45 %), jejich podíl ale rok od roku klesá a naopak roste podíl vícezrných (20 %) a toastových chlebů (14 %).

Průměrný obsah živin v bílém pšeničném, tmavém a celozrnném chlebu uvádí tabulka (Tab. 4). Pokud se týká makroživin, chléb obsahuje asi 40 % sacharidů, 8–9 % proteinu a poměrně malé procento tuku (méně než 3 g na 100 g chleba). Především obsah vlákniny je výrazně vyšší u celozrnného chleba, ale i u tmavého v porovnání bílým. [4]

Tab. 4. Průměrný obsah živin ve 100 g chleba (bílého, tmavého a celozrnného) [4]

Živina	Bílý chléb	Tmavý chléb	Celozrnný chléb
Energie (kcal/kJ)	219/931	207/882	217/922
Proteiny (g)	7,90	7,90	9,40
Sacharidy (g)	46,10	42,10	42,00
Celkové cukry (g)	3,40	3,40	2,80
Škrob (g)	42,70	38,70	39,30
Tuk (g)	1,60	2,00	5,50
Neškrobové polysacharidy (g)	1,90	3,50	5,00
Thiamin (mg)	0,24	0,22	0,25
Niacin. ekvivalent (mg)	3,60	4,90	6,10
Foláty (μg)	25,00	45,00	40,00
Železo (mg)	1,60	2,20	2,40
Vápník (mg)	177,00	186,00	106,00

Pečivo

Základní surovinou pro jeho výrobu je nízkovymletá pšeničná mouka. Výrobky mají různý tvar a složení. U běžného a jemného pečiva dochází ke značným změnám v sortimentu. Zejména v kategorii běžného pečiva se prosazují výrobky celozrnné, vícezrnné, s přísadami olejnatých semen v těstě i k dekoraci povrchu, se sníženým energetickým obsahem, zvýšeným obsahem vlákniny, nejrůznějších tvarů a gramáže. Úloha jemného pečiva a sušenek se v poslední době poněkud mění. Tyto výrobky se konzumují během dne a jsou považovány spíše za snacky, což se odráží i v požadavcích na jejich velikost, balení, konzistenci aj. Velmi oblíbené jsou kupř. koblihy, vdolky, listové pečivo aj., a to rovněž i v celozrnné verzi. Ve spotřebě se projevují dva zdánlivě rozporné trendy – na jedné straně zájem o výrobky odpovídající zdravé výživě, a na druhé straně neklesající spotřeba cukrářských výrobků s relativně vysokým energetickým obsahem. [4]

Základní rozdělení tržních druhů pečiva je následující:

- *běžné pečivo* - mají různý tvar – patří sem rohlíky, housky, žemle, špičky, večky, dalamánky aj. Podle použitých surovin rozlišujeme běžné pečivo vodové, tukové, mléčné a máslové.
- *Jemné pečivo* - vyrábí se s přísadkou nejméně 10 % tuku nebo cukru a dalších přísad (náplně, rozinky, mandle).

Jemné pečivo se dále rozděluje na :

- *tukové* - obsahuje potravinový tuk (vánočky, mazance, buchty, makovky, koblihy),
- *máslové* - obsahuje máslo (např. vánočky, bábovky, mazance, koláče, štola, veka),
- *speciální* - sem patří např. meruňkový motýlek, čokoládový závitek aj.,
- *polotrvanlivé* - př. šumavské koláčky,
- *trvanlivé* - různé druhy tyčinek, sucharů, preclíky.

3 VÝZNAM CEREÁLNÍCH VÝROBKŮ VE VÝŽIVĚ

Cereálie výrazně ovlivňují výživovou bilanci světové populace a mezi ostatními zemědělskými produkty mají výsadní postavení. Jsou zdrojem celé řady makro- a mikronutrientů. V názorech na konzumaci cereálií a cereálních výrobků došlo v poslední době k převratným změnám. Poté, co bylo řadou vědeckých studií a experimentů prokázáno, že ta část zrna, která se původně při vymílání odstraňovala jako nevhodná, je z hlediska zdravé výživy a možné prevence civilizačních chorob velmi cenná, se koncem minulého století začala na rozdíl od dřívější doby propagovat konzumace co nejméně zpracovaných cereálních surovin (tzn. celozrnných výrobků). [12]

3.1 Celozrnné výrobky

3.1.1 Definice pojmu celozrnný

Univerzální, po všech stránkách zcela vyhovující definice termínu celozrnný dosud nebyla přijata. V současné době se v odborných kruzích diskutuje o nejvhodnější podobě definice, přijatelné jak pro potřeby vědy, výzkumu a výroby, tak zejména pro spotřebitele. Současná definice formulovaná AACC (American Association of Cereal Chemists), která je rozhodující pro vývoj nových výrobků a jejich průmyslovou výrobu považuje za celozrnný takový produkt, který by „měl obsahovat intaktní, drcenou nebo vločkovanou obilku, jejíž základní anatomické složky – škrobový endosperm, klíček a otruby – jsou ve stejných relativních proporcích jako v původní intaktní obilce“. [4]

3.1.2 Význam celozrnných výrobků

Navzdory všeobecně uznávané důležitosti celozrnných výrobků ve výživě je povědomí spotřebitelů o výhodách příjmu celozrnných výrobků nízké. Celozrnné výrobky jsou hodnotným zdrojem různých nutričních látek scházejících ve výživě lidí jako je například vláknina, vitaminy skupiny B, vitaminu E, selenu, zinku, mědi a hořčíku. Po mnoho let se věřilo, že vitaminy, minerální látky, esenciální mastné kyseliny a vláknina v celozrnných cereáliích jsou zodpovědné za jejich zdravotní prospěch, nicméně nedávné studie naznačují, že rovněž i kombinace jejich bioaktivních látek má vliv na pozitivní působení

celozrnných cereálií na zdraví. Většina z těchto bioaktivních látek se nachází v klíčku a v otrubách. Ve většině případů zůstává nutriční hodnota celozrnných výrobků zachována i během zpracování. [17, 18]

Přesný mechanismus spojující celozrnné cereální výrobky s prevencí před různými nemocemi není znám, nicméně rozsáhlé studie provedené v nedávné době prokázaly, že pravidelná spotřeba celozrnných cereálních výrobků může snížit nebezpečí onemocnění srdce a krevního oběhu, některých druhů rakoviny a diabetu II. typu až o 30 %.

Ochranný účinek celozrnných potravin proti rakovině se vztahuje především na rakovinu tlustého střeva. Celozrnné výrobky představují bohatý zdroj sacharidů, které může střevní mikroflóra fermentací přeměnit na mastné kyseliny s krátkým řetězcem. Tyto mastné kyseliny mohou snižovat aktivitu různých rakovinotvorných činitelů. Přítomná vláknina rovněž zvětšuje objem stolice a váže karcinogenní látky, které jsou tak z těla odstraňovány dříve, než mohou být příčinou vzniku různých problémů. [17, 19]

3.1.3 Výživová doporučení

Celozrnné cereální výrobky je všeobecně doporučováno přijímat jako součást zdravé výživy. Tyto výrobky, jako jsou různé druhy chleba, celozrnné cereální snídaně, hnědá - neloupaná rýže a různé sušenky se v západních zemích konzumují v poměrně malém množství. Zvýšení jejich konzumace by představovalo významný přínos pro celou populaci. Zdravá strava se zvýšeným množstvím celozrnných potravin s vysokým obsahem rozpustné, resp. nerozpustné vlákniny, může snižovat krevní tlak a napomáhat redukování tělesné hmotnosti. Realizace je poměrně snadná, spočívá totiž v postupné změně spotřebních zvyklostí, tedy omezení spotřeby bílé mouky ve prospěch celozrnných výrobků. Jedná se tedy o jednoduchou náhradu bílé mouky z pšenice moukou celozrnnou, bílé rýže hnědou rýží a standardních cereálií ječnými nebo pšeničnými celozrnnými cereáliemi. Spotřeba celozrnných potravin je rovněž spojována s nižší tělesnou hmotností žen středního věku ve srovnání s těmi, které dávaly přednost potravinám z bílé mouky. [19, 20, 21]

3.1.4 Antinutriční látky

Antinutriční látky jsou složky potravy, které mohou mít na výživu organismu negativní vliv tím, že zhoršují využitelnost živin nebo je rozkládají či jinak mění. Cereálie obsahují

relativně značné množství fytátů. Kukuřice obsahuje (v sušině) 0,89 % , měkká pšenice 1,13 % , hnědá rýže 0,89 % , ječmen 0,99 % a oves 0,77 % fytátů. Ve většině obilovin se fytát koncentruje v aleuronové vrstvě, v menší míře i v klíčku. [4]

Přestože tedy celozrnné cereálie nabízejí značné zdravotní výhody, tak jejich nadměrný příjem, zvláště tepelně neupravených, jako jsou například otruby, nelze doporučit. Právě vláknina obilných zrn, která je při mletí většinou odstraněna, obsahuje výše zmiňované fytáty, které snižují schopnost organismu absorbovat a využívat některé minerální složky, včetně vápníku a zinku. To znamená, že v průběhu mlýnského zpracování se hladina fytátů snižuje, a kupříkladu v bílé mouce je jeho obsah prakticky nulový. Většina fytátů je také rozložena enzymy z kvasnic používaných při výrobě pečiva, stejně tak jako vlivem vysokých teplot při výrobních procesech. Míra ovlivnění nutriční hodnoty v důsledku těchto reakcí závisí na řadě faktorů, včetně množství hydrolyzovaného fytátu během zpracování, množství fytátu degradovaného v zažívacím traktu, koncentraci fytátů a minerálních látek v potravě, způsobu stravování a celkového nutričního stavu jedince. Pro většinu lidí nepředstavují fytáty v potravě žádný problém, pouze osoby s extrémně vysokým příjmem obilovin bez tepelné úpravy by měly svoji stravu doplňovat minerálními látkami. [4, 19]

3.2 Cereálie, cereální výrobky a jejich přínos pro zdraví

V současné době přetrvává v České republice vysoký, v řadě případů předčasný, výskyt neinfekčních onemocnění hromadného výskytu, a to zejména aterosklerózy s různými orgánovými komplikacemi, hypertenze, nádorů (především plic a tlustého střeva), obezity, diabetu II. typu, dny, osteoporózy a dalších chorob, které zvyšují nemocnost a zejména pak úmrtnost naší populace proti jiným zemím. Z řady příčin, které vedou k tomuto stavu, má největší význam nesprávná výživa. Volba životního stylu zahrnující výživu bohatou na celozrnné cereálie může ovlivnit nejen množství nemocných, kteří každoročně podlehnou jednotlivým onemocněním, ale navíc může významně přispět k prevenci proti těmto onemocněním. [18, 22]

Obezita se stává globální hrozbou a vyžaduje pozornost. Nadváha (BMI nad 25) a obezita (BMI nad 30) spolu s nízkou tělesnou aktivitou zvyšují riziko kardiovaskulárního onemocnění, diabetu a některých forem rakoviny. Jinými problémy, které jsou spojeny s obezitou jsou potíže s dýcháním a pohybem, projevují se i psychickými poruchami či

změnami pokožky postižených osob. Stále jasněji se ukazuje, že hlad není jediný světový problém výživy. Podle údajů WHO více než miliarda dospělých na celém světě má nadváhu a přinejmenším 300 milionů osob je klinicky obézních. V ČR má nadměrnou hmotnost více než 52 % dospělých. Možná, že nejvíce alarmující je rychlý vzestup dětské obezity. V některých zemích stoupl v uplynulých 20 letech počet dětí s nadváhou více než 3x a dosáhl epidemických rozměrů. A právě výživovou bilanci populace obiloviny výrazně ovlivňují. Navíc se v poslední době ukazuje, že klíčem ke zdraví mohou být právě celozrnné cereálie s nízkým glykemickým indexem. Je v zájmu všech porozumět roli cereálií ve výživě lidí a poznat jejich vliv na zdraví. Některé z prací zabývajících se cereáliemi se zaměřují především na celozrnné výrobky, protože lidé, kteří jedí celozrnné výrobky mají výrazně lepší celkový nutriční stav. [6, 12]

3.2.1 Energetická bilance

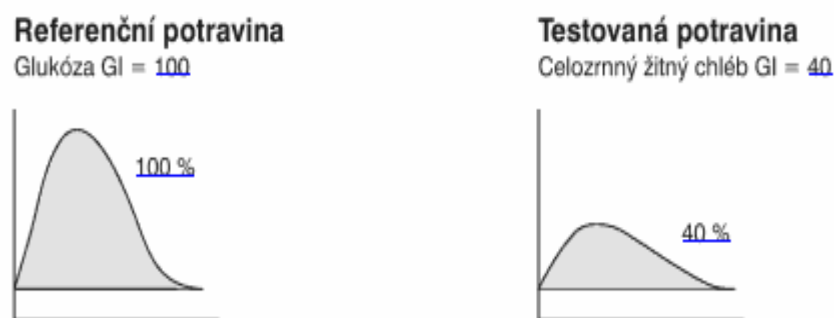
Celozrnné cereální výrobky mají relativně nízkou energetickou hladinu a mohou tak při vysokém obsahu celých zrn vzhledem ke své poměrně značné objemnosti napomáhat při zahánění hladu a rovněž vykazují jistý účinek na regulaci tělesné hmotnosti prostřednictvím působení na hormonální faktory. Zvýšením jejich přísunu se může dosáhnout snížení spotřeby jiných potravin a redukovat tak i přívod tuku. Například bylo zjištěno, že začleněním 60 g snídaňových cereálií do každodenní stravy se sníží průměrný přívod energie z tuku o 5,4 %, přičemž se v podobné míře zvyšuje energetický příspěvek ze sacharidů. Ranní strava s vysokým obsahem vlákniny a sacharidů má vyšší sytící účinek, což vede k nižší konzumaci potravin během dalšího dne. Zpráva Výboru expertů WHO/FAO týkající se výživy a chronických onemocnění z roku 2003 konstatuje, že vysoký přísun neškrobových polysacharidů (NSP) může být ochranným faktorem proti nadváze a obezitě. [12]

3.2.2 Glykemický index

V poslední době se potraviny a sacharidy v nich posuzují i podle tzv. glykemického indexu (GI). Pojem glykemický index byl prvně použit v 80. letech 20. století, když bylo zjištěno, že odlišné potraviny obsahující stejné množství sacharidů nemají stejný vliv na hladinu krevního cukru. Například 30 g sacharidů pocházejících z chleba nemá ten samý efekt jako 30 g sacharidů po požití ovoce či těstovin. [23] Podle jedné z definic udává glykemický

index schopnost 50 g konkrétních sacharidů v potravine nebo čistých sacharidů zvýšit hladinu glukosy v krvi v porovnání k 50 g sacharidů standardu, které pojme tatáž osoba. Čím vyšší je GI dané potraviny, tím vyšší je její schopnost zvýšit hladinu krevní glukosy. Hodnota GI není absolutní, ale relativní a vyjadřuje srovnání se schopností standardu ovlivnit hladinu krevní glukosy. Hodnota GI u standardu je 100 a jako standardy se obvykle volí glukosa nebo sacharidy bílého pšeničného chleba. Hodnota GI tedy udává, do jaké míry je potravina obsahující sacharidy schopna zvýšit hladinu cukru v krvi. Zvýšení hladiny cukru v krvi (glykémie) podněcuje slinivku břišní k vyplavení hormonu inzulínu. Čím více hladina cukru po jídle vzroste, tím více inzulínu je zapotřebí, a v důsledku toho dochází ke střídání vysoké a nízké glykémie, což představuje pro organismus velký nápor. Trvalá konzumace potravin s vysokým GI zvyšuje riziko vzniku kardiovaskulárních chorob, diabetu II. typu a některých typů rakoviny. Mimoto vede k nadměrnému ukládání tuku, potažmo obezitě. Prudké zvýšení hladiny cukru v krvi po jídle vede rovněž k poklesu HDL-cholesterolu, zvýšení hladiny triacylglycerolů v krvi a stoupá riziko tvorby nebezpečných krevních sraženin. Objasnění mechanismů souvisejících s GI vysvětluje, proč navzdory oblíbenosti nízkotučných potravin neustále vzrůstá počet lidí s nadváhou a obezích a stoupá i počet diabetiků. Na tomto trendu se totiž podílí obliba potravin s vyšším glykemickým indexem. Potraviny s vyšším GI mají negativní dopad i na psychiku citlivějších lidí, kterých není zanedbatelný počet. Nadměrný pokles hladiny cukru v krvi u nich způsobuje hypoglykémii, která je doprovázena nepříjemnými pocity podrážděnosti, nervozity nebo hladu a vede k další konzumaci potravin, a to většinou sladkých. [24, 25, 26]

Glykemický index se stanovuje experimentálně a to tak, že se sledovaným osobám určí glykémie nalačno a pak se podá testovaná potravina, která obsahuje 10 – 50 g sacharidů. Poté se každých 15 minut v první hodině a po 30 minutách ve druhé hodině sleduje hladina cukru v krvi. Hodnoty se vynesou do grafu a porovnejí s referenční potravinou (glukosa nebo bílý chléb) a získá se hodnota glykemického indexu. Již v roce 1997 byl WHO schválen GI jako metoda kategorizace sacharidů podle jejich metabolického vlivu. GI by měli sledovat zejména lidé obezích, diabetici a osoby s rodinnou anamnézou srdečně cévních onemocnění. [26]



Obr. 2. Hladina cukru v krvi za 2 hodiny po konzumaci potraviny s vysokým a nižším glykemickým indexem [26]

Podle glykemického indexu se mohou potraviny rozdělit do tří kategorií – s nízkým GI (pod 55), středním GI (56–70) a vysokým GI (nad 70). Většinou platí, že čím více potravina obsahuje vlákniny, tím nižší je její GI. GI potravin závisí na řadě faktorů, jako jsou např. typ škrobu (poměr amylosy a amylopektinu), velikost jeho částic ovlivňující mazovatění, již zmíněný obsah vlákniny nebo tuku v potravine, způsob kuchyňské přípravy apod. I když má teorie glykemického indexu i své odpůrce, jeho význam to nijak zásadně nesnižuje. Nízký glykemický index potravin snižuje glykémii, strava s nízkým GI napomáhá při snižování tělesné hmotnosti a lepší kompenzaci diabetu, snižuje inzulínovou rezistenci, udržuje déle pocit nasycení a prodlužuje tělesnou aktivitu při zvýšené námaze. Strava s vysokým GI usnadňuje doplnění zásob sacharidů po fyzické zátěži. Na stravu s nízkým glykemickým indexem je možno přejít zařazením celozrnných ovesných a ječných snídaňových cereálií, preferováním celozrnného chleba a pečiva, snížením množství konzumovaných brambor a zvýšením spotřeby zeleniny a ovoce. [12]

Existují tedy důkazy, že potraviny s nízkým glykemickým indexem snižují riziko rozvoje jiných nemocí (diabetes, srdeční onemocnění, rakovina) a mohou být užitečné při jejich léčbě. Kvalita těchto důkazů se ovšem liší. Nejlépe jsou na tom potraviny s nízkým glykemickým indexem pokud jde o diabetes. Méně už ovlivňují riziko vzniku srdečních onemocnění a nejméně potom snižují riziko vzniku rakoviny. [25]

Hodnoty glykemických indexů (GI) vybraných cereálních potravin uvádí tabulka (Tab. 5). Referenční hodnotou je glukosa s GI = 100. Z tabulky vyplývá, že nejnižší glykemický index mají především celozrnné a tmavé výrobky. Poměrně vysoký glykemický index naproti tomu mají Corn flakes a sladké snídaňové cereálie.

Tab. 5. Glykemické indexy některých cereálních potravin [12]

Potravina	GI	Potravina	GI
Glukosa	100	Bílá dlouhozrná rýže	60
Rýžová mouka	95	Slané sušenky	55
Burisony	95	Máslové sušenky	55
Předvařená rýže	90	Vařené těstoviny	55
Corn flakes	85	Pohanková mouka	50
Popcorn (bez cukru)	85	Rýže basmati	50
Mouka pšeničná	85	Rýže hnědá (natural)	50
Bageta	85	Chléb otrubový	45
Chipsy	80	Celý bulgur (vařený)	45
Sladké (snídaňové) cereálie	70	Špagety vařené al dente	45
Sacharosa	70	Chléb tmavý (německý)	40
Kukuřice	70	Chléb žitný celozrnný	40
Předvařená rýže	70	Těstoviny celozrnné	40
Těstoviny, nudle	70	Planá (indiánská) rýže	35
Celozrnný chléb	65	Amarant	35
Krupice	65	Quinoa (vařená)	35

3.2.3 Kardiovaskulární onemocnění

V průmyslově vyspělých zemích je koronární srdeční onemocnění (CHD, Coronary Heart Disease) jednou z hlavních příčin úmrtí a na různé srdeční choroby umírá v západním světě téměř 40 % populace. Díky pokroku ve vývoji léků a lékařské techniky se riziko koronárních srdečních onemocnění snižuje, ovšem léky jsou často velmi nákladné a mohou mít závažné vedlejší účinky. Stále čtenější studie ukazují, že nejlepší cesta ke snížení rizika srdečních onemocnění je tělesné cvičení a zdravá, nutričně vyvážená strava, jejímž základem by měly být celozrnné potraviny. [12]

Existují vědecké důkazy spojující konzumaci celozrnných cereálních výrobků s redukcí nebezpečí vzniku srdečních onemocnění. Z hlediska potenciálního příznivého účinku na zdraví srdce se zkoumá stále větší počet cereálií. Převážná většina výzkumů dokazuje, že tři porce celozrnných cereálií denně mohou snížit riziko výskytu srdečních onemocnění o 25–36 %. Při uvážení všech rozdílností životního stylu, věku, pohlaví či rasy je možno

obecně konstatovat, že lidé, kteří konzumují většinu cereálií v celozrnné formě trpí srdečními onemocněními méně než ti, kteří celozrnné potraviny jedí minimálně. Vlákna, především viskózní, jako je v celozrnných cereáliích (zejména v ovsu a ječmeni) snižuje sérový inzulin, redukuje sérové lipidy a snižuje celkový cholesterol, což jsou všechno faktory podporující vznik srdečních onemocnění. Nadto obsahují celá zrna další cenné komponenty jako jsou antioxidanty, vitamin E, tokotrienoly, tokoferoly, rostlinné steroly a fytoestrogeny, které mohou napomáhat snižování rizika vývoje srdečních onemocnění. Pro toto ochranné působení spojené s vyšším příjmem celých zrn a nižší konzumací rafinovaných cereálních výrobků existuje řada možných vysvětlení. Celá zrna obsahují v porovnání s rafinovanými mnohem více nutrientů, jako jsou foláty, hořčík a draslík, spojovaných se snížením rizika kardiovaskulárního onemocnění. [12, 17]

3.2.4 Diabetes

Diabetes mellitus II. typu je nejčastější metabolickou chorobou vyznačující se relativním nedostatkem inzulinu (inzulin je nezbytný pro štěpení cukrů a škrobu na využitelnou energii), který vede v organismu k nedostatečnému zacházení s glukosou projevujícím se hyperglykemií. Na rozdíl od diabetu I. typu se nejedná o zánik schopnosti syntetizovat inzulin. Diabetes II. typu je charakterizován kombinací porušené sekrece inzulinu a jeho působení v cílových tkáních, přičemž kvantitativní podíl obou poruch může být rozdílný. Nezbytným předpokladem vzniku diabetu II. typu je přítomnost obou poruch, na nichž se podílejí jak faktory genetické, tak i faktory zevního prostředí. Vznik diabetu II. typu je přímo spojen se špatnou stravou a nedostatkem tělesného cvičení. Celozrnné potraviny mohou být jedním z nejvhodnějších typů potravin pro prevenci diabetu II. typu. Přestože na vzniku diabetu se podílí řada faktorů včetně tělesné hmotnosti, pohybu a stravy, bylo mnoha studiemi prokázáno, že u těch, kteří konzumují vyšší množství celozrnných cereálií je riziko vzniku diabetu o 27 % nižší než u těch, kteří jich konzumují minimum, a to bez ohledu na další faktory. Mechanismus působení celozrnných cereálií na prevenci diabetu není zcela objasněn, předpokládá se ale, že celá zrna zvyšují inzulinovou senzitivitu, napomáhají snižování krevního tlaku a zpomalují metabolismus sacharidů. Navíc, jak již bylo zmíněno, ovesná a ječná vlákna redukuje sérový inzulin a sérové lipidy. Všechny tyto jevy mohou být protektivními faktory diabetu.

V otázce diabetu hraje rovněž nezanedbatelnou úlohu GI potravin. Nedávné studie ukázaly, že u pacientů s diabetem došlo po náhradě potravin s vysokým GI potravinami

s nízkým GI (celozrnné, minimálně rafinované cereálie) ke zlepšení glykemické kontroly. Potraviny, které jsou nejvíce spojeny se zvýšeným rizikem diabetu II. typu jsou brambory (vařené nebo smažené), bílá rýže, bílý chléb a sycené nápoje. [12]

3.2.5 Rakovina

Existuje řada vědeckých důkazů o tom, že při běžné konzumaci celozrnných cereálií se snižuje riziko vzniku rakoviny. Výsledky analýzy věnované spotřebě celých zrn a její souvislosti s rakovinou ukázaly protektivní účinek celozrnných cereálií ve 46 z 51 případů. Jednalo se o případy rakoviny tlustého střeva, pankreatu, zažívacího traktu a některých dalších typů rakoviny. Celá zrna byla konzumována nejčastěji ve formě celozrnného chleba a celozrnných těstovin.

Epidemiologické studie ukazují, že vyšší hladina sérového inzulínu bývá spojena se zvýšeným rizikem rakoviny tlustého střeva, prsu a pravděpodobně i jiných druhů rakoviny. Snížení hladiny tohoto inzulínu prostřednictvím konzumace celozrnných cereálií může být jedním z nepřímých způsobů omezení rizika výskytu rakoviny. Dietní faktory jako je přísun vlákniny, vitamínu B6 a fytoestrogenů, resp. faktory životního stylu jako cvičení, kouření či pití alkoholu, jejichž vliv byl v kombinaci s celozrnnými cereáliemi posuzován v řadě epidemiologických studií, protektivní účinek celozrnných cereálií na rakovinu podle získaných výsledků v zásadě nepodporují, takže pozitivní vliv na snižování rizika rakoviny vykazují pravděpodobně především celá zrna. Pro vysvětlení protektivních účinků celozrnných cereálií existuje několik teorií. Vzhledem ke komplexnímu složení celých zrn přichází v úvahu několik mechanismů, které by mohly být za tyto účinky odpovědné. Vláknina pozitivně ovlivňuje objem stolice a zkracuje dobu jejího setrvání v zažívacím traktu, selen obsažený v celých zrnech (v různé koncentraci v závislosti na obsahu selenu v půdě) prokazatelně snižuje výskyt rakoviny, resp. úmrtnost na tuto chorobu a to především pokud se jedná o rakovinu plic, prostaty, kůže, tlustého střeva dalších typů rakoviny. Selen funguje jako kofaktor glutathionperoxidasy, což je enzym chránící proti oxidačnímu poškození tkání. Ve vysokých dávkách může selen potlačovat buněčné bujení. Vitamin E, který se nachází v celých zrnech, je považován za inhibitor rakoviny, jehož účinek tkví v zabraňování tvorbě karcinogenů. Celá zrna obsahují rovněž několik antinutrientů jako jsou proteasové inhibitory, kyselina fytová, fenoly a saponiny, které byly donedávna považovány za látky s pouze negativními nutričními účinky. Některé z těchto antinutričních sloučenin ale mohou působit i jako

inhibitory rakoviny prostřednictvím blokování interakcí karcinogenů s buňkami. Jiný potenciální mechanismus spojovaný u celých zrn s možným snižováním rizika rakoviny je vliv potravní vlákniny, resistantního škrobu a oligosacharidů (v celém zrně bohatě zastoupených) na tlusté střevo a konečník, dále přítomné antioxidanty, změny v hladině krevní glukosy, hmotnostní úbytky, hormonální vlivy a účinky četných biologicky aktivních sloučenin. [12]

3.2.6 Choroby gastrointestinálního traktu

Pro zdraví gastrointestinálního traktu je důležitou součástí stravy nerozpustná vláknina, která se nachází v řadě potravin včetně cereálií. Nerozpustná vláknina absorbuje tekutiny a zvětšuje objem stolice, rovněž podporuje růst a aktivitu střevních bakterií, které mohou střevní trakt pozitivně ovlivňovat. Světový fond pro výzkum rakoviny uvádí neškrobové polysacharidy (NSP), resp. vlákninu jako možný faktor snižování rizika kolorektální rakoviny. V rámci prováděných výzkumů vlivu různých druhů vlákniny na zdraví zažívacího traktu nebyl žádný ze zdrojů vlákniny výrazně účinnější, ovšem výsledky ukazují, že u populace s nízkým průměrným přívodem potravní vlákniny se při zdvojnásobení množství celkové vlákniny z konzumovaných potravin může riziko kolorektální rakoviny snížit až o 40 %. Cereální vláknina příznivě ovlivňuje i další střevní problémy. Vysoká absorpční schopnost nerozpustné vlákniny se např. s úspěchem využívá při léčbě zácpy. Strava s vysokým obsahem vlákniny se ještě donedávna považovala za běžný způsob léčby syndromu dráždivého střeva, v současné době se přechází k aplikaci vlákninových frakcí ve stravě v závislosti na individuálních symptomech. Celozrnná strava s vysokým obsahem vlákniny může rovněž snižovat riziko rakoviny pankreatu a pozitivně ovlivňovat díky obsahu lignanu některé typy rakoviny související s hormonálním systémem (rakovina prsu, rakovina prostaty). Fytoestrogeny cereálií – lignany jsou totiž modifikovány střevními bakteriemi tak, že jsou strukturálně mnohem podobnější savcím lignanům. Vlivu celozrnných cereálií na gastrointestinální trakt se ve světě věnuje řada projektů. [12, 17]

3.2.7 Hypertenze

Hypertenze neboli vysoký krevní tlak, je hlavním rizikovým faktorem pro kardiovaskulární a ledvinové choroby. Vlivu stravy na hypertenzi byla věnována řada

výzkumných prací, mezi něž se řadí i studie, která se zabývala výhradně vlivem potravní vlákniny na krevní tlak, přičemž byly sledovány účinky β -glukanů a celozrnného ovsa. Zejména u celozrnného ovsa došlo k významnému pozitivnímu působení na krevní tlak. Na základě výsledků prováděných studií je doporučována strava s celozrnnými cereáliemi současně se změnami životního stylu, mezi něž se řadí dosažení odpovídající tělesné hmotnosti, pravidelná fyzická aktivita, omezení spotřeby alkoholu a přestat kouřit. Vedle toho, že napomáhají snížení krevního tlaku, mohou tato doporučení pozitivně působit i v řadě dalších oblastí zdraví. [12]

3.2.8 Potravinové alergie a intolerance

Problematika potravinových reakcí se stále více dostává do povědomí laické veřejnosti, která velmi často hledá příčinu svých zdravotních obtíží v potravinách. Byla proto navržena klasifikace škodlivých účinků potravin podle patogenetického mechanismu. Základní rozdělení je na reakce toxické a netoxické. Toxické reakce se objeví u každého jedince, který požije dostatečnou dávku toxické látky. Netoxické reakce se u zdravého jedince běžně neobjevují, závisí na individuální přecitlivělosti a vyskytují se pouze u osob s určitou vrozenou dispozicí. Netoxické reakce se dělí na potravinové alergie a potravinové intolerance. Potravinové alergie jsou reakce zprostředkované imunitním mechanismem (patří sem především potravinová alergie zprostředkovaná protilátkami IgE). Potravinové intolerance jsou vyvolané neimunitním mechanismem. V roce 2001 došlo k zrevidování existujícího názvosloví a navržení termínu potravinová přecitlivělost jako zastřešující pojem pro reakce zprostředkované imunitním mechanismem (potravinové alergie) i reakce zprostředkované neimunitním mechanismem. Pro reakce vyvolané neimunitním mechanismem se navrhuje používat místo označení potravinová intolerance označení nealergická potravinová přecitlivělost.

Asi nejznámějším a současně nejrozšířenějším typem potravinové přecitlivělosti je **celiakie**, závažné chronické zánětlivé onemocnění trávicího ústrojí vyvolané nesnášenlivostí lepku (glutenu), resp. proteinových frakcí v cereáliích, zejména gliadinové frakce pšenice, prolaminů žita a ječmene a pravděpodobně i aveninů v ovsu. Konzumace těchto proteinů vede k zánětům sliznice tenkého střeva, které nejsou-li léčeny mohou poškodit strukturu zažívacího traktu a vyústit v malabsorpci živin jako je železo, kyselina listová, vápník a vitaminy rozpustné v tucích. V současné době je v podstatě

jediným účinným opatřením celoživotně a striktně dodržovaná dieta, kterou se lepek zcela vyloučí ze stravy. Nicméně dodržování bezlepkové diety může být značným problémem, protože lepek je přítomen v celé řadě potravin jako jsou polévky, masné výrobky, snídaňové cereálie, cereální tyčinky, omáčky, náplně do pečiva, dezerty či cukrovinky. Bezlepková dieta musí vyloučit potraviny vyrobené z mouky z pšenice, žita, ječmene, triticales, pšenice špaldy a ova, stejně jako vedlejší produkty zpracování těchto obilovin, včetně karamelového barviva (někdy vyráběného z ječmene), dextrinu (obvykle vyráběný z kukuřice, ale někdy rovněž z pšenice), sladu nebo sladové aroma (obvykle vyráběné z ječmene), sladového octu nebo modifikovaného potravinářského škrobu z neidentifikovatelných zdrojů. [12]

Cereálie jsou základní potravou a důležitým zdrojem energie, sacharidů, proteinů a vlákniny. Rovněž obsahují nezanedbatelné množství mikronutrientů jako je například vitamin E, některé z vitaminů skupiny B, sodík, hořčík a zinek. Díky fortifikaci některých cereálních produktů, jsou současně i významným zdrojem vápníku a železa. Existují nezpochybnitelné důkazy, že pravidelná konzumace cereálií, zvláště celozrnných, může hrát roli v prevenci různých chronických onemocnění. [6]

4 VLÁKNINA POTRAVY

Vláknina potravy patří v širokém povědomí spotřebitelů mezi významné zdravotně prospěšné složky potravin. Obsah tohoto termínu však prošel v minulých letech značnými změnami, na které osvěta o výživě dosud reagovala jen málo. [27]

4.1 Definice vlákniny

Pojmem vláknina se tradičně označovala ta část potravy, která je odolná vůči hydrolyze v tenkém střevě člověka. Nejčastěji se pod pojem vláknina dříve zařazovaly celulóza a lignin, které tvořily skupinu tzv. hrubé vlákniny (angl. crude fibre). Jestliže se k této skupině přidaly ještě hemicelulózy a pektiny, pak se mluvilo o tzv. potravinové vláknině (angl. dietary fibre). Pod názvem vláknina se dnes skrývají i jiné více či méně známé složky, kam patří např. rostlinné gumy, slizy, různé skupiny oligosacharidů apod. [28]

Termín vláknina potravy, příp. potravní vláknina byl poprvé použit v roce 1953. HIPSLEY tak pojmenoval nevyužitelné sacharidy rostlinného původu nestrávené a neresorbované v horní části lidského trávicího ústrojí (tj. v žaludku a tenkém střevě). V roce 1972 byla formulována TROWELLOVA definice, která pod pojmem vláknina potravy zahrnuje zbytky rostlinných buněčných stěn, které nejsou štěpeny trávicími enzymy člověka. Tato definice byla v roce 1976 rozšířena o látky vyskytující se i mimo buněčnou stěnu (některé zásobní polysacharidy a látky vylučované v místech porušené struktury – pryskyřice a slizy). Následovala řada dalších definic, které vesměs vycházely z postupů analytického stanovení. Různé postupy zahrnují různé složky, takže i uváděné hodnoty se liší a v souvislosti s tím i doporučovaný a zjišťovaný příjem v různých zemích. Proto v posledních letech došlo mezi odborníky ke shodě, že pojem musí být vymezen na fyziologickém základě, nikoli podle metody stanovení. Klíčovým bodem se stala nestravitelnost vlákniny. To znamená, že termín zahrnuje látky, které nejsou štěpeny a vstřebávány, ale ani vstřebávány přímo bez štěpení, v tenkém střevu a přecházejí do střeva tlustého. I tady však jde o určité zjednodušení, protože například u rezistentního škrobu – jedné ze složek vlákniny – je míra stravitelnosti různá u jednotlivců a závisí i na účinnosti žvýkání a rychlosti průchodu trávicím traktem. [27, 29]

V roce 1998 komise American Association of Cereal Chemists (AACC) po rozsáhlé odborné diskuzi navrhla a schválila novou definici vlákniny zahrnující i její příznivé

účinky: „Vlákninu potravy tvoří jedlé části rostlin anebo analogické sacharidy, které jsou odolné vůči trávení a absorpci v lidském tenkém střevě a jsou úplně anebo částečně fermentované v tlustém střevě. Vláknina potravy zahrnuje polysacharidy, oligosacharidy, lignin a další rostlinné složky. Vláknina potravy vykazuje prospěšné fyziologické účinky: laxativní, snižující hladinu cholesterolu v krvi, anebo snižující hladinu glukosy v krvi.“

Složky potravinové vlákniny byly definované následovně:

1. neškrobové polysacharidy a rezistentní oligosacharidy

- a) celuloza,
- b) hemiceluloza – arabinoxylany, arabinogalaktany,
- c) polyfruktosany – inulin, oligofruktosany
- d) galaktooligosacharidy,
- e) gumy,
- f) slizy,
- g) pektiny,

2. analogické sacharidy

- a) nestravitelné dextriny – rezistentní maltodextriny (z kukuřice a jiných zdrojů), rezistentní dextriny brambor,
- b) syntetické sloučeniny na bázi sacharidů – polydextrosa, methylceluloza, hydroxypropylmethylceluloza, nestravitelný (rezistentní) škrob,

3. lignin

4. složky doprovázející komplexy neškrobových polysacharidů a ligninu v rostlinách

- a) vosky,
- b) fytáty,
- c) saponiny,
- d) taniny aj. [28]

V roce 2008 vydala Komise Evropských společenství směrnici 2008/100/ES, kterou se mění směrnice Rady 90/496/EHS o nutričním označování potravin, pokud jde o doporučené denní dávky, převodní faktory pro energetickou hodnotu a definice. Definice vlákniny by měla brát v úvahu příslušnou práci výboru Codex Alimentarius a prohlášení o potravní vláknině vydané dne 6. července 2007 vědeckou komisí pro dietetické výrobky, výživu a alergie při Evropském úřadu pro bezpečnost potravin. [30] Vláknina podle této nejnovější definice zahrnuje i další uhlovodíkové polymery, které nejsou stravitelné a v přijímané potravě se přirozeně nevyskytují. Látky spadající pod definici musí

vykazovat jeden nebo více prospěšných fyziologických účinků, mezi které patří např. zkrácení doby průchodu střevy, zvýšení objemu stolice, zkvasitelnost mikroflórou tlustého střeva, snižování celkového krevního cholesterolu, snižování krevní hladiny LDL-cholesterolu, snižování krevní glukosy nebo snižování hladiny krevního inzulinu. Nejnovější vědecké důkazy dokládají, že takových fyziologických účinků lze dosáhnout i prostřednictvím látek nevyskytujících se přirozeně v rostlinné stravě. Kromě toho jsou zahrnuty uhlovodíkové polymery rostlinného původu, které jsou úzce svázány s ligninem nebo dalšími složkami a které nejsou na bázi uhlovodíků (např. s fenolovými sloučeninami, vosky, saponiny, fytázami, kutinem, fytosteroly). Tyto látky, které jsou při analýze vlákniny extrahovány společně s uhlovodíkovými polymery, lze považovat za vlákninu. Jsou-li však tyto látky od uhlovodíkových polymerů odděleny a přidány do potravy, za vlákninu se nepovažují. [31]

Do směrnice 90/496/EHS je pak doplněna nová příloha II, která zní: *Definice materiálu představujícího vlákninu a analytické metody*. Pro účely této směrnice se vlákninou rozumí uhlovodíkové polymery s třemi nebo více monomerními jednotkami, které nejsou tráveny ani vstřebávány v tenkém střevu lidského organismu a náleží do těchto kategorií:

- jedlé uhlovodíkové polymery přirozeně se vyskytující v přijímané potravě,
- jedlé uhlovodíkové polymery, které byly získány z potravních surovin fyzikálními, enzymatickými nebo chemickými prostředky a které mají prospěšný fyziologický účinek prokázaný obecně uznávanými vědeckými poznatky,
- jedlé uhlovodíkové polymery, které mají prospěšný fyziologický účinek prokázaný obecně uznávanými vědeckými poznatky. [30, 31]

4.2 Struktura a chemické složení vlákniny

Strava je plnohodnotná tehdy, když obsahuje v přiměřeném množství základní a doplňkové, výživné a aromatické látky. Mezi základní živiny patří bílkoviny (proteiny), tuky (lipidy) a cukry (sacharidy). Sacharidy jsou nejvýznamnější energetickou složkou většiny rostlinných potravin, jako je ovoce, zelenina, brambory, luštěniny, výrobky z obilnin, rýže aj. Potravinová vláknina patří mezi sacharidy, v závislosti od struktury poskytuje velmi malé množství energie (cca 8 kJ/g). Pod všeobecně rozšířeným pojmem potravinová vláknina se tedy rozumí především nevyužitelné polysacharidy (dříve označované za balastní a to z toho důvodu, že enzymový aparát pro jejich trávení u

člověka a dalších monogastrických živočichů chybí - neštěpí se sacharasy trávicího ústrojí). Mezi tyto nevyužitelné polysacharidy se řadí: celulóza, hemicelulózy a pektin, dále polysacharidy používané jako aditivní látky (polysacharidy mořských řas, mikrobiální polysacharidy, rostlinné gummy a slizy, modifikované polysacharidy) a lignin, z živočišných polysacharidů chitin. Za využitelné polysacharidy se považují rostlinné škroby (hlavní energetický zdroj) a živočišný glykogen. [28, 32]

Z chemického hlediska lze složky vlákniny rozdělit do těchto tří skupin:

- a) polysacharidy mimo škrob – sem patří celulóza, hemicelulózy, pektiny, β -glukany, chitin, gummy a slizy,
- b) složky příbuzné sacharidům – zejména rezistentní škroby a modifikované škroby,
- c) lignin a doprovodné látky – jako např. kutin, třísloviny aj. [27]

Jednotlivé složky vlákniny jsou tedy následující:

Celulóza - je v přírodě nejrozšířenější organická sloučenina. Je základní stavební složkou buněčných stěn vyšších rostlin. Tvoří ji nerozvětvené řetězce tisíců molekul glukosy ve formě nerozpustných vláken (mikrofibril) odolných vůči trávicím enzymům člověka. Je běžná v ovoci, zelenině a obilovinách. Tvoří podstatnou část obilných otrub. Představuje asi třetinu vlákniny v zelenině a kolem čtvrtiny v ovoci a obilí. Dále se také nachází v zelených řasách, houbách a výjimečně i ve stěnách buněk jednoduchých mořských bezobratlých živočichů.

Hemicelulózy - jsou necelulosové polysacharidy buněčných stěn rostlin přítomné v rozpustné i nerozpustné formě. Obě formy jsou součástí potravinové vlákniny. Jedná se o skupinu polysacharidů vystavěných z několika monosacharidů (xylozy, arabinosy, mannosy, galaktosy, aj.). Hemicelulózy doprovázejí celulózu v buněčných stěnách rostlin, jejich molekuly jsou menší než celulóza, nerozvětvené i větvené. Tvoří asi třetinu vlákniny zeleniny, ovoce a luštěnin. [27, 28, 32]

β -glukany - se řadí mezi hemicelulózy, jejich stavební jednotky jsou stejné jako u celulózy, tedy β -glukosa. Tvoří však podstatně menší molekuly s rozvětvenými řetězci. Jsou proto rozpustné ve vodě a vytvářejí viskózní roztoky. Tvoří hlavní skupinu polysacharidů buněčných stěn obilí ovesa a ječmene, zatímco v pšenici a žitu je jich málo. Proto byly oves i ječmen označeny jako účinné potraviny pro snižování hladiny LDL-cholesterolu u lidí a zvířat. Tento efekt je spojen právě s obsahem β -glukanů. V několika provedených studiích bylo zkoumáno, zda záleží na tom, z jakého botanického zdroje (oves či ječmen) β -glukany pochází. Výsledkem bylo, že β -glukany z obou zdrojů

ovlivňují hladinu cholesterolu ve stejné míře. Nejvíce prozkoumaný a zdokumentovaný je však nutriční přínos β -glukanů pro regulaci hladiny glukosy v krvi. [27, 33, 34] β -glukany mají tedy poměrně široké pole působnosti v lidském i živočišném organismu. Kromě uvedených účinků jsou rovněž velmi účinným aktivátorem imunitních procesů. β -glukany jsou zčásti rozpustnou, částečně nerozpustnou vlákninou potravy. Nerozpustné jsou β -glukany vázané na proteiny. β -glukany ovesa a ječmene snižují biologickou využitelnost krmiv, což se projevuje nižšími hmotnostními přírůstky u drůbeže. β -glukany jsou významné zejména v pivovarské technologii, kde negativně ovlivňují schopnost extrakce sladu – hlavně filtrovatelnost a pěnivost piva. Jejich zvýšený obsah způsobuje vznik sraženin, které negativně ovlivňují kvalitu a skladovatelnost výsledného produktu. [32, 35]

Pektiny - jsou hlavní složkou rozpustné vlákniny. Tyto stavební polysacharidy jsou tvořeny především kyselinou galaktouronovou, přičemž jednotky galaktouronové kyseliny jsou do různého stupně esterifikovány methanolem. Nacházejí se prakticky ve všech druzích ovoce a zeleniny. Jejich obsah však nebývá vysoký, v ovocné dužnině kolísá okolo 1 %. Více pektinu se nachází v jablkách, rybízu, angreštu a kdoulích. Ze zelenin obsahují nejvíce pektinu rajčata a mrkev či cukrová řepa. Pektiny zpevňují zejména nezralé ovoce. Během zrání, posklizňového skladování a zpracování podléhají pektinové látky enzymové a neenzymové degradaci, což vede k měknutí plodů a ztrátě želírující schopnosti pektinu. Představují však rovněž asi pětinu vlákniny zeleniny a luštěnin. Za horka jsou rozpustné ve vodě, za studena vytvářejí gel. Přidávají se proto jako želírující přísada do džemů a marmelád. Pro tyto účely se izolují z nezralého ovoce (jablek, citrónů, angreštu aj.), či cukrové řepy. Významnou mírou se podílejí na snižování cholesterolu v krvi a ovlivnění metabolismu glukosy.

Chitin - je v přírodě po celulóse druhou nejčastěji se vyskytující organickou sloučeninou. Nachází se převážně v živočišné říši, kde je hlavním polysacharidem schránek korýšů, hmyzu a dalších bezobratlých živočichů. Obsahují jej též některé řasy, houby, kvasinky a bakterie. Hlavním zdrojem chitinu v potravě jsou především vyšší houby, např. žampióny. Chitin je totiž stavebním polysacharidem buněčných stěn hub. Stavební jednotkou je chitosamin. Ve vodě není rozpustný a je prakticky nestravitelný, neboť střevní mikroflóra člověka neobsahuje štěpící enzymy. Pouze ve slinách a v žaludku se částečně hydrolyzuje.

Gumy a slizy - skupina polysacharidů pro níž je charakteristická schopnost již při nevelkém přídávku upravovat konzistenci potravin. Používají se jako želírující, zahušťující i emulgační přísady. Mezi gumy (klovatiny) patří např. arabská, a guarová guma, karaja, tragant, aj. získávané z různých subtropických a tropických rostlin. Z mořských řas

pocházejí agar, algináty či karagenany. Rostlinné gumy a slizy jsou vysoce hydrofilní, ve vodě dobře rozpustné polysacharidy.

Rezistentní škrob - je definovaný jako suma škrobu a meziproductů, které vzniknou rozkladem škrobu v tenkém střevě. Jsou to škroby, které jsou částečně anebo úplně nestravitelné pro hostitelské enzymy a zařazují se tak mezi nevyužitelné polysacharidy, které tvoří vlákninu.

Rezistentní škroby se člení na čtyři skupiny:

- a) RS1: jedná se škrob mechanicky nepřístupný trávicím enzymům – např. v semenech luštěnin, která mají silné buněčné stěny, či v nahrubo rozmělněných obilkách,
- b) RS2: škrob s prostorovým uspořádáním znemožňujícím štěpení – např. v syrových bramborách, nezralých banánech či v obilkách s vysokým zastoupením amylosy,
- c) RS3: retrogradovaná amylasa v tepelně zpracovaných potravinách – např. ve vychladlých uvařených bramborách, rýži, luštěninách, pohance, ale i v chlebu,
- d) RS4: škrob pozměněný chemickými úpravami. [27, 28, 32]

Lignin - je jednou z hlavních komponent dřevní hmoty. Nepatří mezi sacharidy. Je to polymer fenypropanových jednotek a patří k strukturním materiálům stěn rostlinných buněk. Zpevňuje v nich především hemicelulose. Vyskytuje se zejména ve vnějších vrstvách obilky (v otrubách kolem 8 %) a v některých druzích zeleniny, zejména v mrkvi, kedlubnách, ředkvičkách a celeru. Významná množství ligninu jsou však obsažena v těchto druzích teprve až se stanou dřevnatými. [27, 32, 36]

Syntetické deriváty polysacharidů -do této skupiny se řadí deriváty celulosy, např. karboxymethylcelulosy či methylcelulosy, které se používají jako zahušřovadla potravin. Neúplným štěpením škrobu se získávají rezistentní dextriny, používané např. do některých cukrovinek. [28]

4.3 Dělení vlákniny dle rozpustnosti ve vodě

Podle rozpustnosti ve vodě se rozeznává vláknina:

- rozpustná
- nerozpustná

K rozpustné vláknině se řadí určitý podíl hemicelulos. Rozpustné jsou také pektiny, rostlinné slizy, polysacharidy mořských řas, modifikované škroby a modifikované celulosy. Rozpustná vláknina zvyšuje viskozitu obsahu žaludku a střev, zpomaluje

promíchávání jejich obsahu, omezuje přístup pankreatických amylas a lipas k substrátům a tím vstřebávání živin střevní stěnou. Tím se zpomalí průchod střevního obsahu sníží se difúze živin, váží se minerální látky (zejména ionty vápníku, železa, mědi a zinku) a modifikuje se tak jejich dostupnost. Část vázaných kationů se uvolní při fermentaci v tlustém střevě. Vlákna, která po rozpuštění ve vodě zvětší svůj objem, navíc přispívá ke změkčení střevního obsahu a tím napomáhá snazšímu vyprazdňování. Nezbytnou podmínkou je však dostatečný přísun tekutin do organismu, protože v opačném případě může dojít ke vzniku zácpy. [32, 37]

Hlavní složkou nerozpustné vlákniny je celulóza, určitý podíl hemicelulos a dále lignin. Nerozpustná vlákna zvětšuje objem potravy, zkracuje dobu jejího průchodu zažívacím traktem a zlepšuje střevní peristaltiku.

Rozpustná vlákna je částečně štěpena trávicími enzymy již v horní části zažívacího traktu. Nerozpustná vlákna odolává působení enzymů v tenkém střevě a je spolu s rozpustnou vlákninou více nebo méně metabolizována pouze mikroorganismy tlustého a slepého střeva. Konečnými produkty jsou plyny (oxid uhličitý a vodík, často i methan) a využitelné nižší mastné kyseliny (octová, propionová a máselná). [32]

Rozdíly v množství rozpustné a nerozpustné vlákniny ve vybraných potravinách uvádí tabulka (Tab. 6).

Tab. 6. Množství rozpustné a nerozpustné vlákniny v potravinách [32]

Potravina	Vlákna (% sušiny)	
	rozpustná	nerozpustná
Cereální výrobky		
Pšeničná mouka bílá	2,0	1,2
Pšeničná mouka celozrnná	2,6	7,7
Chléb pšeničný	1,6-2,7	1,1-2,9
Chléb žitný	6,7	6,6
Kukuřičné lupínky	0,2-0,4	0,5
Ovoce		
Jablka	5,6-5,8	7,2-7,5
Broskve	4,1-7,1	3,4-6,4
Jahody	5,1-7,7	6,8-10,6
Pomeranče	6,5-9,8	3,9-5,2

Pokračování Tab. 6. Množství rozpustné a nerozpustné vlákniny v potravinách [32]

Potravina	Vláknina (% sušiny)	
	rozpustná	nerozpustná
Zelenina		
Mrkev	4,4-14,9	10,4-11,1
Zelí	13,5-16,6	4,2-20,8
Rajčata	0,8-3,5	3,2-12,8
Zelený hrášek	5,9	15,0
Luštěniny		
Fazole	7,2-12,4	9,1-9,6
Brambory		
syrové	2,8-3,5	2,4-3,2
vařené	4,8	2,5

4.4 Zdroje vlákniny

Vláknina se vyskytuje v naprosté většině poživatin rostlinného původu. Pro člověka se jako významné zdroje uplatňují hlavně obilí, luštěniny, zelenina, ovoce, brambory a pochopitelně i výrobky z nich, jako je mouka, kroupy, vločky, chléb, pečivo, ovocné, zeleninové a luštěninové výrobky aj. Vláknina z různých zdrojů nemá stejné složení a je v nich obsažena v různém množství. Některé poživatiny obsahují podle výsledků chemických rozborů dosti velké množství vlákniny. Někdy jsou však zdroje v nich pro člověka nevyužitelné, neboť se v organismu nemohou uplatnit (např. zrníčka některých druhů ovoce: vinná réva, angrešt, rybíz, na lignin bohaté skořápky ořechů atd.). Obilné zrna obsahuje vlákninu v povrchových vrstvách, takže tmavá, vysoce vymílaná mouka nebo dokonce celozrnná mouka obsahuje větší množství vlákniny než málo vymletá mouka bílá. Totéž samozřejmě platí o výrobcích z mouky, případně i dalších mlýnských produktech. Otruby, celozrnná mouka, celozrnný chléb, dalaťanky, ovesné vločky, celozrnné suchary jsou dobrým zdrojem vlákniny. [38]

Pro rozlišení mezi rozpustnou a nerozpustnou vlákninou lze říci, že dobrými zdroji nerozpustné vlákniny jsou zejména celozrnné pečivo, semínka, ořechy, pšeničné, rýžové a kukuřičné otruby nebo neloupaná rýže, zatímco rozpustnou vlákninou je např.

hemicelulosa ze slupky obilných zrn či pektin obsažený v dužině jablek, hrušek a v luštěninách (fazole, hrášek). Dalšími dobrými zdroji rozpustné vlákniny jsou také ječmen, psyllium či sojové produkty. [39]

Při cíleném hledání hlavních zástupců vlákniny v konkrétních potravinách, lze najít např. pektiny zejména v různých druzích zeleniny a ovoce, zatímco v obilí i v luštěninách je jich velmi málo. Lignin je obsažen zejména v obalech plodů, celulosa je součástí rostlinné buněčné stěny, β -glukany jsou součástí otrub obilí, psyllium je obsaženo v semenech *Plantago ovata* a guarová guma je produkt z rostliny *Cyamopsis tetragonobola*. [38]

Při konzumaci potravin s vysokým obsahem vlákniny je však třeba dodržovat pitný režim, protože jedině tak může vláknina plnit svoji úlohu. [40]

V následující tabulce (Tab. 7) je uveden obsah vlákniny ve vybraných druzích potravin.

Tab. 7. Obsah vlákniny ve 100 g vybraných druhů potravin [41]

Potravina 100 g	Obsah vlákniny [g]	Potravina 100 g	Obsah vlákniny [g]
Pšeničné otruby	39,6	Fazole černé	23,4
Ovesné vločky	17,3	Čočka	8,9
Sojová mouka	13,3	Zelí	2,9
Dalamánek	7,1	Mrkev	2,6
Těstoviny	5,1	Brambory	1,6
Pšeničné pečivo	4,3	Borůvky	6,6
Rýže natural	3,8	banán	3,1
Corn flakes	3,4	Jablka	2,2
Celozrnný chléb	8,5	Pomeranč	1,3

4.5 Doporučený denní příjem vlákniny

Stanovení jednoznačného doporučení pro denní příjem vlákniny je problematické. Vláknina, jak již bylo uvedeno výše, není jednotnou látkou, ale komplexem různých složek, které plní různé funkce a většinou nejsou vzájemně zastupitelné. Doporučenou dávku je proto obtížné vyčíslit, proto se často uvádějí orientační hodnoty. A to i z důvodu použití nejednotné metody pro stanovení obsahu vlákniny v potravinách. Pro státy Evropské unie bylo v rámci projektu Dietary fibre intakes in Europe stanoveno doporučení

v rozmezí 21 – 25,3 g vlákniny za den, přičemž v jednotlivých státech se uvádí následující doporučení:

- Velká Británie: 18 g za den (pro dospělé),
- Dánsko: 20 – 30 g za den pro osoby starší 4 let,
- Německo: od 13 do 60 let věku se doporučuje asi 30 g vlákniny za den, u osob nad 65 let se doporučuje nad 30 g vlákniny za den,
- Portugalsko: 9,2 – 12 g vlákniny za den,
- Řecko: 15 – 20 g vlákniny za den pro osoby nad 19 let věku,
- Itálie: 19 g vlákniny za den,
- Japonsko: 20 – 25 g vlákniny za den.

Značnou rozdílnost v jednotlivých doporučeních lze vysvětlit zejména různými analytickými metodami stanovení. V České republice existuje doporučení uvedené ve výživových doporučeních publikovaných v roce 2005, a to na úrovni 25 – 30 g vlákniny za den, přičemž doporučený poměr rozpustné a nerozpustné vlákniny je 3 : 1. Současná konzumace vlákniny u nás se však odhaduje na pouhých 10 – 15 g za den.

Na druhou stranu však není žádoucí ani nadměrný příjem vlákniny vysoce převyšující doporučené množství. Rostlinné zdroje vlákniny totiž obvykle obsahují i látky, které snižují resorpci některých minerálních látek – zejména vápníku, železa, zinku, hořčíku aj. Strava s vysokým obsahem vlákniny u některých jedinců může rovněž způsobit nadýmání, bolesti břicha a průjemy. Za rizikový příjem se považuje příjem vlákniny vyšší než 60 g za den. [24]

5 VÝZNAM VLÁKNINY POTRAVY VE VÝŽIVĚ

Úloha vlákniny, případně jejich jednotlivých složek, se stala předmětem podrobného studia. Pozornost vzbudila kromě jiného i skutečnost, že deficitní obsah vlákniny v potravě přímo souvisí se zvýšeným rizikem civilizačních chorob jako jsou například poruchy cévního systému, nádorové onemocnění gastrointestinálního traktu, hlavně tlustého střeva, žlučníku, vznik diabetes mellitus apod.

Jako první upozornili na souvislosti mezi příjmem vlákniny a rozličnými nemocemi BURKITT a TROWELL. Prováděli totiž pozorování zaměřené na složení potravy domorodého obyvatelstva afrického kontinentu, kde výskyt nemocí zažívacího ústrojí, nemocí srdce, výskyt maligních chorob zvláště tlustého střeva byl ve výrazném nepřímém poměru s vysokým obsahem vlákniny v základní potravě. To přivedlo oba autory k hypotéze, že vysoký příjem vlákniny v potravě je jakousi ochranou před zmiňovanými nemocemi. I sledování hladiny cholesterolu v krvi je přivedlo k poznatku, že u obyvatelstva oblastí, kde se konzumuje méně rafinovaná potrava, je hladina cholesterolu nižší než u obyvatelstva oblastí, kde je potrava bohatá na proteiny, tuky a rafinované cukry. [42]

Nicméně zájem o problematiku vlákniny pokračoval, rozšířil se téměř po celém světě a přetrvává do dnešních dní. Potravinová vláknina získala důležité místo mezi složkami potravin, které podporují zdraví. Její význam ve výživě člověka je i v současnosti často diskutovanou problematikou a spočívá především v její ochranné funkci. [28]

5.1 Vláknina a gastrointestinální trakt (GIT)

Účinek rostlinných zbytků na trávicí ústrojí je nejdéle známým působením vlákniny potravy, zmiňuje se o něm již ve 4. st. př.n.l. Hippokrates, který pozoroval, že „lidské tělo rozlišuje, zda je chléb dělaný z jemné či hrubé mouky, zda obsahuje otruby či nikoliv. Celozrnných chléb čistí střevo a prochází jako exkrement. Bílý chléb je výživnější a dělá méně stolice“. [29]

Některé fyziologické účinky vlákniny se tedy projevují na celém těle nebo na organismu jakožto celku, jiné jsou zřetelné pouze na trávicí ústrojí, zejména na střevě. Vláknina například zvyšuje rychlost průchodu tráveniny trávicím traktem, zejména tlustým střevem, kde je zdržení největší a také ovlivňuje žádoucím směrem konzistenci a hmotnost stolice,

čímž usnadňuje defekaci. Dostatečný příjem vlákniny může rovněž snižovat výskyt zácpy, ale také vředového zánětu tlustého střeva. [27, 43]

V **ústech** vyžaduje strava s větším obsahem vlákniny vydatnější a delší žvýkání, což je většinou ku prospěchu. Především osobám s nadměrnými zásobami tělesného tuku se doporučuje, aby jedli pomalu, vydatně a dlouho žvýkali, takže snědí menší množství jídla, přijímají menší energetickou hodnotu a mají dříve pocit nasycenosti. Pokud jde o **žaludek**, tak tráveninou s větším obsahem vlákniny se žaludek více zaplní, což rovněž přispívá k častějšímu pocitu nasycení při poměrně malé energetické hodnotě. Účinek vlákniny na **tenké střevo** není vždy stejný a závisí na řadě podmínek, např. na rozpustnosti a na schopnosti vázat vodu. Důležitý je účinek na sacharidy a za významnou se považuje zejména schopnost zpomalovat vstřebávání jednoduchých cukrů, především řepného. Vstřebávání živin sliznicí střevní je pomalejší, je-li živina přijata v původní buněčné struktuře, než-li po jejím rozrušení. Např. po celém jablku je produkce inzulínu menší než po jablku strouhaném nebo jablečném pyré, či šťávě. Důležitou úlohu má v souvislosti s vlákninou **tlusté střevo**. [43] Tlusté střevo je totiž osídleno obrovským počtem různorodé mikroflóry, především bakteriemi. Mnoho z přítomných bakterií je zdravotně žádoucích, jiné – zejména hnilobné – jsou však vzhledem k produkovaným látkám škodlivé. Některé složky vlákniny, které dorazí do tlustého střeva, jsou těmito bakteriemi zkvašeny na těkavé mastné kyseliny – octovou, propionovou a máselnou - a na kyselinu mléčnou, ale také střevní plyny (vodík, methan, oxid uhličitý) a vodu. Vznikající kyseliny okyselí prostředí tlustého střeva, čímž znevýhodní nežádoucí skupiny bakterií. Tím se omezí tvorba škodlivých produktů rozkladu některých složek potravy a jejich vstřebávání. Kyselina máselná slouží zejména jako zdroj energie pro růst a obnovu buněk tlustého střeva. To pomáhá udržovat příznivý zdravotní stav této části trávicího traktu. Ostatní vytvořené kyseliny jsou vstřebávány do krevního oběhu a stávají se zdrojem energie, byť nevelkým. Právě kombinace účinků fermentačního procesu a utvořených vedlejších produktů příznivě ovlivňuje zdraví. Byly prokázány i další příznivé účinky fermentace – mj. oslabení alergických reakcí a zvýšené vstřebávání minerálních látek z potravy. Čistá vláknina podléhající této fermentaci – zejména inulin a většina rezistentních škrobů – se označují jako prebiotika. Stupeň štěpení závisí na druhu vlákniny, na jejím tepelném a mechanickém zpracování, na době, kterou je vláknina vystavena působení bakteriální flóry (doba pasáže tlustým střevem) a na dalších okolnostech, jako je např. předchozí konzum vlákniny, na který se může bakteriální flóra adaptovat. [27, 29, 44]

Dalším působením vlákniny je vliv na nádorová onemocnění zažívacího traktu. Vláknina

při průchodu GIT na sebe jednak váže karcinogenní látky, a jednak urychlením střevní pasáže umožní odstranění škodlivin z traktu, a tím zkrátí dobu, po kterou mohou tyto škodliviny působit na střevní sliznici. Přesný vliv vlákniny ovlivňující transformaci buněk není dokonale známý, ale jsou popsány některé možné principy. Navíc není ani jasné, které druhy vlákniny a v jakém množství se mohou jako protektivní faktor uplatnit. Důkazy pro vztah mezi nízkým příjmem vlákniny a nádorovými onemocněními zažívacího traktu jsou pouze nepřímé a vyplývají z epidemiologických studií. Tyto studie ukázaly nízký výskyt těchto nádorů u populací přijímajících vysoký podíl vlákniny v potravě, ve srovnání s populacemi s nízkým přívodem této komponenty. Rozdíly mezi těmito srovnávanými skupinami, pokud jde o výskyt kolorektálního karcinomu nelze však vysvětlit jen rozdíly v přívodu vlákniny. U většiny populací tzv. vyspělých zemí se pravděpodobně negativně uplatňuje i nadměrný přívod bílkovin živočišného původu. Bakterie v tlustém střevě totiž mění nevstřebané dusíkaté zbytky na nitrosaminy, považované za karcinogenní. V poslední době se však v literatuře objevují publikace zpochybňující vliv vlákniny v prevenci kolorektálního karcinomu. [29, 37, 38]

5.2 Vlákna a kardiovaskulární systém

Vlákna svým působením v lidském organismu snižuje riziko kardiovaskulárních onemocnění. Způsob, jakým vlákna potravy může toto riziko snižovat není ještě zcela znám. Vlastní princip snížení kardiovaskulárního rizika je tedy pravděpodobně nepřímý, ovlivněním rizikových faktorů, a to zejména snížením hladiny celkového a LDL-cholesterolu a dále snížením hladiny glykémie. [38, 44]

Vlastní princip snížení sérové hladiny cholesterolu není rovněž přesně znám. V literatuře jsou nejčastěji zmiňované dvě teorie. Dle první dochází ve střevním traktu k vazbě žlučových kyselin (degradačního produktu cholesterolu) na vlákninu. Vlastní vazba na vlákninu je ovlivněna vlastnostmi vlákniny, její viskozitou a molekulovou hmotností. Žlučové kyseliny kolují v tzv. enterohepatálním oběhu. Z jater jsou vylučovány do žluči a následně do střeva, odkud jsou zpět resorbovány do portálního oběhu a dostávají se zpět do jater. Přerušením tohoto oběhu vazbou žlučových kyselin na vlákninu vzniká deficit žlučových kyselin v játrech, které musí být syntetizovány z cholesterolu, který je jaterními buňkami následně vylučován z krevního oběhu a dochází ke snížení jeho sérové hladiny. Nejnovější pokusy uvádějí i vazbu vlastního cholesterolu na vlákninu. Druhou variantu

principu ovlivnění hladiny cholesterolu uvádí např. ANDERSON a CHEN. Podle nich dochází v tlustém střevě k fermentaci některých druhů vlákniny, např. pektinu. Tímto procesem vznikají krátké mastné kyseliny, které jsou následně opět vstřebávány do portálního řečiště a do jater, kde nahrazují hepatální syntézu cholesterolu. [38]

Při srovnání různých studií bylo zjištěno, že z komponent vlákniny je účinný především pektin. Přitom i mezi pektiny z různých zdrojů existují výrazné rozdíly v jejich hypocholesterolemickém účinku, v závislosti na stupni methylace. Nejúčinnější se jeví pektiny ovocného původu, které jsou methylovány téměř úplně, méně účinné jsou pektiny zeleniny, u nichž je methylace přibližně třetinová. [37]

5.3 Vláknina a diabetes mellitus II. typu a obezita

Od druhé poloviny sedmdesátých let se rovněž intenzivně pracuje v oblasti úlohy vlákniny v prevenci a léčbě cukrovky. Bylo zjištěno, že rozpustná vláknina může zpomalovat trávení a absorpci sacharidů a tak snižovat vzestup hladiny glukosy v krvi, po požití potravy bohaté na sacharidy. Lidé trpící cukrovkou tak mohou lépe ovlivňovat hladinu glukosy v krvi. [3, 45]

Jako nedostatek teorie o účasti deficitu vlákniny na vzniku diabetu II. typu se uvádí to, že nevysvětluje nízký výskyt cukrovky u Eskymáků, kteří prakticky žádnou vlákninu nekonzumují, a u některých menších etnických skupin, kde paralela mezi vlákninou a prevencí diabetu není zjistitelná. Jde však vesměs o malé skupiny se specifickým životním stylem a způsobem stravování, takže se na ně nebere takový ohled. V posledních letech se objevují práce, které zdůrazňují hlavně rychlost štěpení a resorpce využitelných sacharidů. Ukazuje se různá glykemická odpověď a inzulinová sekrece v závislosti nejen na obsahu vlákniny v potravě, ale i na kvalitě škrobu přítomného v potravině, na způsobu mechanického a tepelného zpracování potravin a na interakci s jinými živinami a na přítomnost antinutrientů. Tyto nálezy poněkud snižují předpokládané důležité postavení vlákniny v regulaci metabolismu sacharidů a význam její účasti při vzniku diabetu.

Cukrovka II. typu je velice úzce spojena s **obezitou**. Oba stavy mají řadu podobných rysů, vyskytují se velmi často společně a také v působení vlákniny na oba stavy se předpokládají některé stejné mechanismy. Během několika posledních dekad došlo k značnému rozmachu obezity. Obezita je činitel, který se považuje za nejtěsněji spjatý se vznikem

diabetu II. typu. Uplatňuje se rovněž i při řadě dalších onemocnění hlavně v rozvinutých zemích. V terapii cukrovky se až do nedávné doby v celém západním světě doporučovala dieta s omezením sacharidů, především sacharosy jednoduchých cukrů, ale i celkové dávky sacharidů. Většina dobře doložených studií zaznamenává však při této dietě zlepšení jen u pacientů, kteří dosáhli ztráty tělesné hmotnosti. Přínos omezené dávky sacharidů tkví především v redukci energetického zdroje, ale nemá zřejmě jiné specifitější kladné metabolické účinky. Pro těsný vztah diabetu II. typu k tělesné nadváze se za prvořadé považuje redukovat tělesnou hmotnost, tedy snížit energetickou hodnotu potravy a zvýšit výdej energie zvětšením pohybové aktivity. Poměr jednotlivých živin v dietě, množství sacharidů a vlákniny se však ještě diskutuje. Většinou se uznává názor, že diabetická dieta má obsahovat vyšší dávku sacharidů než byla doporučována dříve, za předpokladu, že jsou sacharidy podávány ve formě málo zpracovaných potravin, které nejsou ochuzovány o vlákninu. [29, 46]

Důvody pro použití vlákniny v léčbě obezity jsou následující:

1. nízká energetická hodnota,
2. nutnost delšího žvýkání – prodloužení chuťových pocitů z jídla, větší vylučování slin,
3. větší naplnění žaludku a jeho pomalejší vyprázdnění – snížení pocitu hladu a větší pocit nasycení,
4. mírné snížení resorpce tuků,
5. změny v sekreci některých gastrointestinálních hormonů,
6. snižování hladin anabolicky působícího inzulínu,
7. příznivé působení na některé metabolické odchylky – inzulínorezistence, hyperlipoproteinémie,
8. prevence zácpy při redukční dietě.

Vcelku je přidavek vlákniny v léčbě obézních pacientů s cukrovkou i bez ní považován za výhodný, a to formou farmaceutických přípravků i zařazením přirozených potravin s vysokým obsahem vlákniny do diety. Zvyšování spotřeby ovoce, zeleniny, celozrnných cereálií a luskovin a v nich obsažené vlákniny je tedy zásadním krokem v zastavení rozvoje obezity v rozvinutých zemích. [29, 47]

5.4 Vlákna a její vliv na některé další nemoci

Varixy žil dolních končetin, hluboká žilní trombóza, hemeroidy, plicní embolie - tyto choroby se rovněž diskutují v souvislosti s nedostatkem vlákniny v potravě. Zastánci teorie, že se na jejich patogenezi podílí nedostatek vlákniny, opírají svůj názor o epidemiologická zjištění, která prokazují malý výskyt těchto chorob v oblastech kde se konzumuje hodně vlákniny, a naopak jejich vysoký výskyt v zemích, kde je spotřeba vlákniny nízká. Předpokládaný mechanismus, kterým se může uplatnit vláknina potravy, je vliv na kvalitu stolice. Nadměrné zvyšování tlaku při vyprazdňování tuhé stolice, které se přenáší na žíly dolních končetin, vede k opačnému proudění krve a dále k inkompetenci chlopní žil a k rozvoji varixů. Výskyt hemeroidů zhruba odpovídá co do geografického rozložení výskytu varixů žil dolních končetin. Hluboká žilní trombóza a plicní embolie jsou další onemocnění častá v západních průmyslově rozvinutých zemích a velmi vzácná v rozvojových zemích. Zvýšený příjem vlákniny může rovněž přispívat jako prevence hypertenze. Snížení diastolického krevního tlaku spojené s užíváním vlákninových doplňků je poměrně skromné avšak může být klinicky významné. [29, 48] V nedávné době byl dokonce popsán vztah mezi nízkým příjmem vlákniny a nárůstem sebevražd. Nicméně autor této teorie uvedl, že neexistuje žádná biologická možnost, která by vysvětlila, jak může příjem vlákniny ovlivnit následné sebevražedné pokusy. Příjem potravní vlákniny je pravděpodobně ukazatel pro jiné nutriety, které mohou potenciálně ovlivnit chování. [49] Mimo účinků jež byly diskutovány výše, vláknina potravy rovněž upravuje odezvy a akce střevních hormonů např. cholecystokininu, který může zprostředkovat účinek viskózní vlákniny na metabolismus glukosy. [47]

Pro získání všech zmíněných výhod je důležité střídat zdroje vlákniny v potravě. Strava využívající ovoce, zeleninu, luštěniny a celozrnné obiloviny obsahuje nejen dostatek vlákniny a i mnoho dalších živin a složek nezbytných pro zajištění dobrého zdravotního stavu. [45]

5.5 Možné negativní účinky vlákniny potravy

Potenciální negativní účinky nadměrného příjmu potravní vlákniny zahrnují snížené vstřebávání vitaminů, minerálních látek, proteinů a energie. Je nepravděpodobné, že

zdravý dospělý člověk, který konzumuje potravní vlákninu v množství, které je v doporučeném rozmezí, bude mít problémy se vstřebáváním zmiňovaných nutrietů. Nepříznivý účinek stravy bohaté na vlákninu je možné předpokládat hlavně u starších osob a malých dětí, jejichž příjem minerálních látek je nízký. Pozor by si měli však dávat také osoby konzumující převážně rostlinnou stravu. Strava s vysokým obsahem vlákniny může u některých jedinců rovněž způsobit nadýmání, bolesti břicha a průjem. Tyto těžkosti bývají většinou přechodné a objevují se na začátku diety s vyšším obsahem vlákniny. Postupně ustupují. [28, 50]

Pokud jde o vlákninu získávanou z cereálií, tak využívání okrajových částí zrna s sebou přináší pochopitelně, i určité riziko kontaminace těžkými kovy, radioaktivními prvky a rezidui pesticidů použitých v průběhu vegetace či při zpracování a skladování. Úměrně se zvyšováním obsahu vlákniny v cereálních výrobcích narůstá i podíl kyseliny fytové, která vytváří s vápníkem a hořčíkem, ale i se železem, zinkem a mědí, nerozpustné komplexy a tak nepříznivě ovlivňuje jejich využitelnost.

Jak je vidět, problematika potravinové vlákniny není ani zdaleka dokonale vyřešená a názory na její úlohu v lidské výživě nejsou jednoznačné. Co je však možné v poslední době považovat za jednoznačné, je názor odborníků, že pro zdravou výživu, která se obrací hlavně na ječmen a oves je důležitý především obsah rozpustných neškrobových polysacharidů vlákniny reprezentovaných skupinou β -glukanů. Je třeba si také uvědomit, že choroby, které se dávají do souvislosti s potravinovou vlákninou jsou zaviněné celou řadou faktorů, známých i neznámých. Nedostatek potravinové vlákniny je jen jedním z nich. I to je však důvod k jejímu přiměřenému konzumování. Je dokázané, že změnou stravovacích návyků a zvýšením fyzické aktivity je možné mnohým civilizačním chorobám předcházet. Potraviny, v kterých je přítomná vláknina však ani neléčí, ani nezabraňují vzniku onemocnění. [3, 28]

6 METODY STANOVENÍ VLÁKNINY

Současně s vývojem poznatků o složkách a účincích potravinové vlákniny se vyvíjí i analytické metody jejího stanovení. Ideální metoda, která by vyhovovala definici vlákniny potravy, poskytovala komplexní kvantitativní i kvalitativní výsledky a zároveň byla rychlá, laciná a jednoduchá, neexistuje. [28]

6.1 Historie stanovení vlákniny

První modifikaci metody stanovení vlákniny na principu hydrolýzy rostlinných krmiv provedl už v roce 1806 H. EINHOF. V roce 1814 se tím samým problémem zabýval H. DAVY ale s tím rozdílem, že vláknitý zbytek z krmiva izoloval vyvařením ve vodě a alkoholu. V roce 1832 SPRENGEL použil na stanovení celulosy oxidační hydrolýzu v prostředí kyseliny, hydroxidu draselného a chlorové vody. V roce 1857 SCHULZE stanovoval vlákninu oxidační hydrolýzou v prostředí kyseliny dusičné a chlorečnanu draselného. V roce 1859 HENNEBERG spolu s STOHMANNEM usoudili, že ani jeden z těchto způsobů není vhodný na analýzu krmiv rostlinného původu a proto vypracovali mírnější způsob hydrolytické metody na principu dvoustupňové hydrolýzy krmiva v slabě kyselém a v slabě zásaditém prostředí. Předpokládali, že produktem tohoto postupu bude čistá celuloza. Zjistili však, že kromě celulosy nezhydrolyzovaný podíl obsahoval ještě další látky různé povahy (dusíkaté látky, hemicelulosa, minerální látky, lignin). Tento nezhydrolyzovaný zbytek krmiva nazvali v roce 1864 **hrubá vláknina**. V roce 1931 pak navázal SCHARRER a KURSCHNER na oxidační metody izolace rostlinných strukturních polysacharidů. Vypracovali analytický způsob stanovení, který kromě toho, že byl časově méně náročný, tak i v konečném výsledku dával při některých surovinách hodnoty přibližně shodné s metodou kyselé a alkalické hydrolýzy podle Henneberg – Stohmanna. Původní pracovní postup byl mezitím několikrát upraven. Jednou z modifikací je i metoda, kterou popsal v roce 1974 VON LENGGERKEN. Produktem oxidační hydrolýzy směsi kyseliny octové a dusičné byla celuloza s proměnlivým obsahem kontaminujících složek.

Koncem padesátých let se objevil nejen nový pohled na vlákninu, ale i nové modifikace analytických metod jejího stanovení, které úspěšně konfrontují štěpení strukturních polysacharidů v zažívacím ústrojí. Tyto poznatky vedli k pokusům o separaci

nestravitelného podílu krmiv rostlinného původu jiným, lehčím způsobem, který by dával dobře definovatelný výsledek. První pokus v tomto směru uvedl v roce 1959 WALKER. Sledování se provádělo na krmivech, které podroboval jednoduché hydrolyze v kyselém nebo neutrálním prostředí. S cílem po méně empiricky a technicky více dokonalé metodě VAN SOEST se spolupracovníky zavedl v roce 1963 do analýzy strukturních polysacharidů rostlinného původu (vlákniny) tenzidy v kyselém nebo neutrálním prostředí. Po přezkoušení celé řady tenzidů v různém prostředí, nejmenší podíl reziduálních dusíkatých látek ve vyšetřovaném vzorku dávala reakční směs cetyltrimethylamonium bromid v roztoku kyseliny sírové. Tento způsob vedl k tzv. **acido-detergentní vláknině**. Výsledek hydrolyzy v prostředí neutrálního roztoku tenzidu, jehož podstatu tvořil laurylsulfát sodný upravený na pH 7, dával reziduum, které nazvali **neutrálně-detergentní vláknina**. Metody stanovení vlákniny tenzidy našli uplatnění i v analýze potravin.

Poté došlo i k rozvoji enzymatických metod, jejichž principem je šetrná postupná degradace rostlinných materiálů celulólytickými, amylolytickými a proteolytickými enzymy. Jedná se tedy o simulaci průběhu trávení v zaživacím ústrojí. [42] Roku 1935 jako první začali využívat enzymy WILLIAMS a OLMSTED. Pro odstranění škrobu a proteinu byl použit pankreatin, následovala kyselá hydrolyza a stanovení jednotlivých cukerných frakcí. V roce 1975 HELLENDORF a kol. užíval pepsin pro hydrolyzu proteinu a pankreatin pro následnou hydrolyzu škrobu. Dále to byly metody využívající celulasu pro hydrolyzu celulosy. Např. IZRAELEN (1978), ASP (1977) používal, pro separaci vlákniny pepsin, pankreatin a teplotně stabilní α -amylasu. Základním problémem enzymatických metod byla nízká selektivita používaných enzymů, které atakovaly i vlákninový komplex a snižovaly tak jeho návratnost. V současné době lze již vyrobit velmi čisté preparáty, které zajišťují vysokou selektivitu. Díky tomu se stává použití enzymů velmi atraktivní. V roce 1984 PROSKY a kol. vyvinul enzymatickou metodu na stanovení celkové vlákniny potravy (TDF-Total Dietary Fibre). Tato metoda zahrnuje i vodorozpustnou složku vlákniny. Princip je založen na rozpuštění jednoduchých cukrů 78% etylalkoholem a odstranění škrobu pomocí proteasy. [51]

6.2 Metody stanovení vlákniny

Metody stanovení vlákniny potravy prodělaly v posledních letech rozsáhlý rozvoj.

V současnosti je nejvíce používaná enzymaticko-gravimetrická oficiální AOAC metoda (PROSKY a kol., 1988) schválená jako právoplatná a doporučovaná metoda nejméně v 10 státech (např. i USA) a enzymaticko-chemická Englystova metoda doporučovaná jako oficiální metoda ve Velké Británii. Englystův postup stanovuje množství vlákniny potravy jako neškrobové polysacharidy a ignoruje stanovení ligninu. [52, 53]

Metody stanovení vlákniny lze rozdělit do tří skupin:

1. *neenzymaticko-gravimetrické*,
2. *enzymaticko-gravimetrické*,
3. *enzymaticko-chemické*, které zahrnují
 - a) enzymaticko-kolorimetrické
 - b) enzymaticko-chromatografické (GLC/HPLC).

U většiny potravin starší **neenzymaticko-gravimetrická** metoda nezachytávala značnou část potravinové vlákniny. Stanovovala se pomocí ní hrubá vláknina, kterou tvoří celuloza, a lignin a částečně hemicelulosa. Neenzymaticko-gravimetrické metody tedy zahrnují tzv. Weende-metodu, která kvantifikuje hrubou vlákninu (celulosu + lignin) a Van Soest-metodu, která je úspěšně používána při stanovování jednak neutrálně-detergentní vlákniny (celuloza, hemiceluloza a lignin), tak acido-detergentní vlákniny (celuloza + lignin). Gravimetrické metody užívají ke stanovení množství vlákniny vážení zbytku po extrakci některými činidly.

Enzymaticko-gravimetrická metoda byla vyvinutá v 80. letech. Touto metodou se stanovovala suma rozpustných a nerozpustných polysacharidů, které tvoří celuloza, hemiceluloza, pektin, jiné neškrobové polysacharidy, část rezistentního škrobu a lignin a tato suma byla považovaná za celkovou potravinovou vlákninu. Enzymaticko-gravimetrické metody využívají tři enzymy: termostabilní α -amylasu, proteasu a amyloglukosidasu. [28, 29, 54] Při stanovení jsou vzorky vařeny při 95 – 100 °C s termostabilní α -amylasou, aby došlo k zgelovatění, hydrolýze a depolymeraci škrobu, Dále jsou vzorky inkubovány při 60 °C s proteasou pro rozpuštění a depolymeraci proteinů a také s amyloglukosidasou pro hydrolýzu fragmentů škrobu na jednotky glukosy. Po enzymatickém rozkladu se k vzorkům přidá přibližně čtyřnásobek hmotnosti ethanolu, aby došlo k vysrážení rozpustné vlákniny a odstranění depolymerizovaných proteinů a glukosy. Zbytek je zfiltrován, promyt 75 % ethanolem, 95 % ethanolem a acetonem, sušen a zvážen. Jeden duplikát je použit pro stanovení bílkovin, druhý pro stanovení popela.

Celková vláknina je potom hmotnost zfiltrovaného a vysušeného zbytku po odečtení podílu bílkovin a popela. [55]

Enzymaticko-chemickými metodami se škrob stanovuje enzymaticky a cukry jsou analyzované kolorimetricky, anebo plynovou (GLC) či vysoko účinnou kapalinovou chromatografií (HPLC). Kolorimetrické metody stanoví na základě barevných reakcí celulosu, necelulosové polysacharidy, lignin, uronové kyseliny i jednotlivé hexosy a pentosy uvolněné při rozštěpení složitějších polysacharidů. Vysokotlakou kapalinovou chromatografií se stanovují jednotlivé monomerické složky vlákniny. [28, 29]

6.3 Zdroje chyb při stanovení vlákniny potravy

Zdroje chyb, které mohou vzniknout při stanovení vlákniny jsou následující:

- 1) Nezařazení proteasy do postupu – mnoho navržených enzymaticko-gravimetrických metod provádí v rámci postupu hydrolyzu proteinů. Někteří autoři však nepovažují tento krok za nutný. Nicméně proteiny jsou pevně svázané se složkami potravní vlákniny stejně jako jiné složky potravy.
- 2) Ethanolické srážení rozpustné vlákniny – ethanolické srážení je běžný krok mnohých moderních analytických metod. Toto srážení v sobě zahrnuje dva možné zdroje chyb: buď nastane případ, že se vysráží i složky, které nejsou součástí vlákniny, nebo dojde k nekompletnímu vysrážení některých složek rozpustné vlákniny (např. pektinů).
- 3) Zohlednění obsahu popela, bílkovin a slepého pokusu ve zbytku vlákniny.
- 4) Stanovení ligninu – enzymaticko-chemické metody stanovují množství ligninu jako zbytek získaný po kyselé hydrolyze nerozpustné vlákniny. Někteří autoři však tvrdí, že tento zbytek tvoří pouze lignin, ale rovněž obsahuje i další kyselou hydrolyzou nerozložené složky jako například kutin, polyfenoly, aj. [52, 53]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo stanovení a porovnání obsahu vlákniny ve vybraných cereálních výrobcích.

V teoretické části formou literární rešerše zpracovat charakteristiku cereálních výrobků, jejich dělení a význam ve výživě. Dále popsat význam vlákniny ve výživě a metody jejího stanovení.

V praktické části provést stanovení vlákniny ve vybraných cereálních výrobcích enzymatickou metodou a porovnat tyto výsledky s výsledky získanými při stanovení vlákniny neutrálně detergentní metodou provedenou s použitím přístroje ANKOM.

8 MATERIÁL A PŘÍSTROJE

8.1 Vzorky cereálních výrobků

V diplomové práci bylo analyzováno 9 druhů cereálních výrobků:

Mouka:

- CELOZRNNÁ MOUKA ŠPALDOVÁ JEMNĚ MLETÁ BIO HARMONIE
VÝROBCE: PRO – BIO, obchodní společnost s.r.o.
- BIOMOUKA PŠENIČNÁ CELOZRNNÁ JEMNĚ MLETÁ
VÝROBCE: Pro TOP BIO, a.s. vyrábí: BIOMLÝN, s.r.o.

Chléb:

- CHLÉB CELOZRNNÝ 500g
VYRÁBÍ: HEINRICH LEUPOLDT KG D – 95163 WEISSENSTADT,
GERMANY, VITA STAR pro Kaufland
- CHLÉB KONZUMNÍ KULATÝ S KMÍNEM PŠENIČNO-ŽITNÝ 500 g
VÝROBCE: PENAM, a.s.

Pečivo:

- BAGETA FITNESS, vícezrné pečivo, 120 g
VÝROBCE: DISTRIBUČNÍ STŘEDISKO KAUF LAND
- ROHLÍK TUKOVÝ, běžné pečivo pšeničné, 45 g
VÝROBCE: PENAM, a.s.

Těstoviny:

- CELOZRNNÉ ŠPAGETY PŠENIČNÉ – CHUŤ ITÁLIE, 500 g
ZEMĚ PŮVODU: ITÁLIE
VYROBENO pro: PRO – BIO, obchodní spol. s.r.o.

Speciální cereální výrobky:

- DOBRÁ VLÁKNINA – NOVÁ CEREÁLNÍ SNÍDANĚ
VYRÁBÍ: PRAGOSOJA spol. s.r.o., BONA VITA
- CELOZRNNÉ SUŠENKY MELASKY
VÝROBCE: BIO NEBIO, s.r.o.

8.2 Použité chemikálie

8.2.1 Enzymatická metoda

Pro stanovení byly použity následující chemikálie:

- MES-TRIS směsný roztok pufru (pH 8,2),
- 0,561 M HCl,
- 5 % NaOH,
- 5 % HCl,
- Enzymy: α -amylasa, proteasa, amyloglukosidasa,
- 95 % ethanol,
- aceton,
- 98 % H₂SO₄,
- H₂O₂,
- směsný katalyzátor (NaSO₄ + CuSO₄ v poměru 10:1),
- 13 % NaOH,
- 30 % NaOH,
- 2 % H₃BO₃,
- 0,1 mol.l⁻¹ HCl,
- indikátor Tashiro.

8.2.2 Neutrálně detergentní metoda

Pro stanovení byly použity následující chemikálie:

- aceton,
- NDČ (Neutrálně detergentní činidlo obsahující – disodnou sůl kyseliny ethylendiamintetraoctové, tetraboritan sodný dekahydrát, hydrogenfosforečnan sodný a laurylsulfát sodný): 120 g činidla + 20 ml triethylenglykolu do 2 l,
- NDR (Neutrálně detergentní roztok): 2 l NDČ + 20 g siřičitanu sodného + 4 ml α -amylasy,
- α -amylasa.

8.3 Použité přístroje a pomůcky

8.3.1 Enzymatická metoda

Pro stanovení byly použity následující přístroje a pomůcky:

- Erlenmayerovy baňky (100 ml),
- magnetická míchačka MR 1000 (Heidolph),
- vodní lázeň s třepacím nástavcem (Memmert),
- vodní lázeň,
- vodní vývěva,
- laboratorní sušárna (Venticell, BMT ČR),
- elektrická pec (Elektrické pece Svoboda),
- mineralizátor Bloc Digest 12,
- Automatická destilační jednotka Pro- Nitro 1430.

8.3.2 Neutrálně detergentní metoda

Pro stanovení byly použity následující přístroje:

- ANKOM technology Fiber analyzer,
- laboratorní sušárna (Venticell, BMT ČR),
- elektrická pec (Elektrické pece Svoboda).

9 METODIKA PRÁCE

Před vlastním stanovením byly jednotlivé vzorky (kromě celozrnné mouky špaldové a pšeničné celozrnné biomouky) rozmělněny v mixéru či třecí misce na částice přibližně stejné velikosti (síto průmětu 1 mm). U všech vzorků byla stanovena sušina. Vlastní stanovení vlákniny bylo provedeno s použitím dvou metod a to enzymatické metody za pomoci enzymů, které simulují průběhu trávení v zažívacím ústrojí (α -amylasa, proteasa, amyloglukosidasa) a neutrálně detergentní metodou za pomoci přístroje ANKOM.

9.1 Stanovení sušiny

9.1.1 Stanovení sušiny u vzorků: celozrnná mouka špaldová, pšeničná celozrnná biomouka, celozrnné špagety, celozrnné sušenky a cereální snídaně

Do čisté a zvážené hliníkové misky předem vysušené při 105 °C bylo naváženo na analytických vahách 5 g vzorku, který byl, pokud to bylo potřeba, před stanovením rozmělněn (u vzorku celozrnných špaget, celozrnných sušenek a cereální snídaně). Vzorek byl rozprostřen pomocí skleněné tyčinky do stejnoměrné vrstvy a miska byla umístěna v sušárně předehřáté na teplotu 105 °C. Vzorek byl sušen při této teplotě do konstantního úbytku hmotnosti. Po vychladnutí v exsikátoru byla miska znovu zvážena na analytických vahách.

Obsah vlhkosti v % (w/w) byl vypočten pomocí vzorce:

$$v = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \cdot 100$$

kde: m_0 - hmotnost vysušené prázdné misky [g]

m_1 - hmotnost misky s navážkou vzorku před vysušením [g]

m_2 - hmotnost misky se vzorkem po vysušení [g]

Sušina v % (w/w) byla vypočtena pomocí vzorce:

$$S = 100 - v$$

9.1.2 Stanovení sušiny u vzorků: celozrnný chléb, pšenočno-žitný chléb, vícezrnná bageta, tukový rohlík

Stanovení vlhkosti u těchto vzorků bylo provedeno ve dvou krocích. Navážené množství vzorku (100 g s přesností 0,01 g) bylo nejprve předsušeno při teplotě 45 °C. Po vychladnutí byl předsušený vzorek opět zvážen s přesností 0,01 g a poté byl rozemlet na jemnou krupici. Dосуšení proběhlo při teplotě 105 °C. Do čisté a zvážené hliníkové misky předem vysušené při 105 °C bylo naváženo na analytických vahách 5 g vzorku. Vzorek byl rozprostřen pomocí skleněné tyčinky do stejnoměrné vrstvy a miska byla umístěna v sušárně předehřáté na teplotu 105 °C. Vzorek byl sušen při této teplotě do konstantního úbytku hmotnosti. Po vychladnutí v exsikátoru byla miska znovu zvážena na analytických vahách.

Obsah vlhkosti odstraněné předsušením vzorku Y v % (w/w) byl vyhodnocen pomocí vzorce:

$$Y = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \cdot 100$$

kde: m_0 - hmotnost suché prázdné misky [g]

m_1 - hmotnost misky se vzorkem před předsušením [g]

m_2 - hmotnost misky se vzorkem po předsušení [g]

Vlhkost předsušeného vzorku X v % (w/w) byla vypočtena pomocí vzorce:

$$X = \frac{m_4 - m_5}{m_4 - m_3} \cdot 100$$

kde: m_3 - hmotnost suché prázdné vysoušečky [g]

m_4 - hmotnost vysoušečky se vzorkem před sušením [g]

m_5 - hmotnost vysoušečky se vzorkem po sušení [g]

Celková vlhkost původního vzorku φ v % (w/w) byla vypočtena pomocí vzorce:

$$\varphi = Y + X$$

9.2 Stanovení vlákniny enzymatickou metodou

Metoda použitá pro stanovení celkové, rozpustné a nerozpustné vlákniny je zjednodušenou modifikací AACC 32-05 metody (pro stanovení celkové vlákniny) a AACC 32-21 metody (pro stanovení rozpustné a nerozpustné vlákniny). Pro analýzu byl použit set enzymů Megazyme TDF Test Kit (výrobce Megazyme International Ireland Ltd.). Hlavní výhodou tohoto setu je, že obsahuje vysoce čisté enzymy (termostabilní α -amylasu, proteasu a amyloglukosidasu), přičemž aktivita těchto enzymů je standardizována. Jednotlivé enzymy jsou dodávány ve stabilizované, tekuté formě připravené k okamžitému použití. Použitá metoda pro stanovení celkové, rozpustné a nerozpustné vlákniny je vhodná pro analýzu cereálních výrobků, ovoce a zeleniny. [55]

Do jednotlivých baněk byl na analytických vahách navážen 1 g vzorku. Při prvním stanovení byl stanoven i slepý pokus a získané hodnoty byly použity u všech následujících stanovení. Do každé z těchto baněk bylo přidáno 40 ml MES-TRIS směšného roztoku pufru (pH 8,2) a baňky byly umístěny na magnetickou míchačku, aby došlo k úplnému dispergování vzorku v roztoku. Poté bylo přidáno 50 μ l α -amylasy a směs byla důkladně zamíchána. Baňky byly po přikrytí hliníkovou folií vloženy do třepací vodní lázně vyhřáté na teplotu 95 – 100 °C a byly inkubovány 35 minut při plynulém třepání. Po uplynutí této doby byly baňky vyndány z vodní lázně a ochlazeny na 60 °C. Po odstranění krycí folie byl špachtlí oškrábán vzorek zachycený na stěnách a rosol ze dna baňky. Stěny i špachtle byly opláchnuty 10 ml destilované vody z pipety. Teplota vodní lázně byla upravena na 60 °C a do každé baňky bylo přidáno 100 μ l proteasy. Baňky byly znovu přikryty hliníkovou folií, vloženy do třepací vodní lázně a inkubovány 30 minut za stálého třepání. Po uplynutí této doby byly baňky vyndány z vodní lázně a za stálého míchání bylo přidáno 5 ml 0,561 M HCl. Poté byla provedena kontrola pH, které by se mělo nacházet v rozmezí 4,1 – 4,8. Tato úprava byla provedena přídatkem 5 % NaOH nebo 5 % HCl. Po úpravě pH bylo do baněk přidáno 200 μ l amyloglukosidasu za míchání na magnetické míchačce. Baňky byly po promíchání znovu inkubovány v třepací vodní lázni při teplotě 60 °C 30 minut.

Pro stanovení nerozpustné a rozpustné vlákniny byla nejprve provedena filtrace enzymové směsi. Byl použit bezpopelový filtrační papír předem zvážený. Nerozpustný zbytek na filtru (nerozpustná vláknina) byl promyt acetonem a po odvětrání byl sušen při 105 °C. Po vychladnutí byl zvážen a následně byl použit pro stanovení popela a

hrubé bílkoviny. Pro stanovení rozpustné vlákniny byl k získanému filtrátu přidán čtyřnásobek jeho hmotnosti 95 % ethanolu a nádoba byla přikryta hliníkovou folií. Vzniklá sraženina byla nechána 1 hodinu ve vodní lázni při teplotě 45 °C pro urychlení usazení sraženiny. Poté byla provedena filtrace. Byl použit bezpopelový filtrační papír předem zvážený. Po provedení filtrace byl filtrační koláč promyt acetonem. Po odtěkání acetonu byl filtrační papír sušen při 105 °C. Po vychladnutí byl filtrační papír zvážen na analytických vahách a následně byl použit pro stanovení popela a hrubé bílkoviny. Pro stanovení celkové vlákniny byl k roztoku po enzymatickém rozkladu přidán přibližně čtyřnásobek hmotnosti 95 % ethanolu (230 ml) předehřátého na 60 °C. Vytvořená sraženina byla nechána 1 hodinu ve vodní lázni při teplotě 45 °C pro urychlení usazení sraženiny. Poté byla provedena filtrace. Byl použit bezpopelový filtrační papír předem zvážený. Po provedení filtrace byl filtrační koláč promyt acetonem. Po odtěkání acetonu byl filtrační papír sušen při 105 °C. Po vychladnutí byl filtrační papír zvážen na analytických vahách a následně byl použit pro stanovení popela a hrubé bílkoviny.

Stanovení popela:

Ke spálení byl vzat vždy jeden filtrační papír se získanou vlákninou od každého vzorku, který byl kvantitativně převeden do předžíhaného a zváženého keramického kelímku a zpopelněn v peci při 525 °C po dobu 5 hodin. Spálen byl rovněž jeden filtrační papír získaný provedením slepého pokusu. Po ochlazení v exsikátoru byly keramické kelímky zváženy na analytických vahách.

Obsah popela v % (w/w) byl vypočten pomocí vzorce:

$$X = \frac{(m_a - m_b)}{m_c - m_b} \cdot 100$$

kde: m_a - hmotnost kelímku s popelem [g]

m_b - hmotnost prázdného kelímku [g]

m_c - hmotnost kelímku s navázkou mouky [g]

Stanovení celkového obsahu dusíkatých látek:

Ke stanovení dusíku byl rovněž vzat jeden filtrační papír se získanou vlákninou od každého vzorku + jeden filtrační papír získaný provedením slepého pokusu. Nejprve byla provedena mineralizace a to tak, že daný filtrační papír se zbytkem byl kvantitativně převeden do mineralizační zkumavky a ke vzorku bylo v digestoři přidáno 10 ml

koncentrované H_2SO_4 z dávkovače a dvě kapky H_2O_2 a 1 malá lžička směsného katalyzátoru ($\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CuSO}_4$ v poměru 10:1). Baňka byla poté vložena na topnou desku mineralizátoru Bloc Digest 12 s přídatným zařízením umožňujícím odsávání par vznikajících zplodin a byl zapnut vyhřívací blok, pračka plynů a digestoř. Teplota ohřevu byla nastavena na $400\text{ }^\circ\text{C}$. Po skončení mineralizace byl vypnut vyhřívací blok a zkumavky byly přendány do stojanu. Po vychladnutí byla do zkumavek přidána destilovaná voda do objemu 25 ml.

Pro vlastní stanovení byla použita automatická destilační jednotka Pro- Nitro 1430.

% hrubé bílkoviny bylo vypočteno pomocí vzorce:

$$\% \text{ hrubé bílkoviny} = \frac{P_2}{n} \cdot 100 \cdot F$$

kde: P_2 - obsah dusíku [mg]

n - navážka [mg]

F - přepočítávací faktor [$F = 6,25$]

Celková vláknina TDF v % (w/w) byla vypočtena pomocí vzorce:

$$\text{TDF} = \frac{m_{\text{TDF}} - m_{\text{B}} - m_{\text{P}} - m_{\text{SP}}}{n} \cdot 100$$

Rozpustná vláknina RDF v % (w/w) byla vypočtena pomocí vzorce:

$$\text{RDF} = \frac{m_{\text{RDF}} - m_{\text{B}} - m_{\text{P}} - m_{\text{SP}}}{n} \cdot 100$$

Nerozpustná vláknina NDF v % (w/w) byla vypočtena pomocí vzorce:

$$\text{NDF} = \frac{m_{\text{NDF}} - m_{\text{B}} - m_{\text{P}} - m_{\text{SP}}}{n} \cdot 100 \quad (\%)$$

- kde: m_{TDF} - hmotnost filtračního papíru se zbytkem po vysušení při 105 °C při stanovení celkové vlákniny [g]
 m_{RDF} - hmotnost filtračního papíru se zbytkem po vysušení při 105 °C při stanovení rozpustné vlákniny [g]
 m_{NDF} - hmotnost filtračního papíru se zbytkem po vysušení při 105 °C při stanovení nerozpustné vlákniny [g]
 m_{B} – hmotnost bílkovin [g]
 m_{P} – hmotnost popela [g]
 m_{SP} – hmotnost bílkoviny + popel u slepého pokusu [g]

9.3 Stanovení vlákniny neutrálně detergentní metodou

Při stanovení vlákniny neutrálně detergentní metodou bylo potřeba nejprve připravit filtrační sáčky a to tak, že byly sáčky promyty v acetonu a poté byly nechány na vzduchu odvětrat. V další fázi byly tyto sáčky popsány a zváženy na analytických vahách. Do každého sáčku bylo poté naváženo 0,5 g vzorku s přesností na čtyři desetinná místa a sáčky byly zataveny. Před uložením sáčků do přístroje ANKOM byl obsah v sáčku rovnoměrně rozprostřen. Jeden sáček byl ponechán prázdný – tzv. korekční sáček. Do přístroje byl nalit neutrálně detergentní roztok, bylo zapnuto míchání a topení a přístroj byl poté uzavřen. Čas byl nastaven na 75 minut. Po této době bylo vypnuto míchání a ohřev a pomocí vypouštěcího kohoutu byl roztok pomalu vypuštěn. Po otevření víka byly nality do přístroje 2 l horké vody a 4 ml α -amylasy pro první a druhé propláchnutí. Třetí proplach byl proveden pouze horkou vodou bez přídavku α -amylasy a na závěr byl proveden proplach studenou vodou. Po každém naplnění bylo na 5 minut zapnuto míchání. Sáčky byly poté vyndány na filtrační papír a jemně z nich byl vytlačen zbytek vody. Tento postup byl proveden ještě jednou za použití nového filtračního papíru. Sáčky byly poté vloženy do kádinky s acetonem a byly v ní ponořeny přibližně 3 minuty. Po vyndání byl ze sáčků stiskem do filtračního papíru vytlačen aceton a sáčky byly nechány odvětrat. Pak byly sáčky vloženy do sušárny a sušeny při 105 °C 4 hodiny. Po vychladnutí v exsikátoru byly sáčky zváženy a spáleny v elektrické peci při 525 °C.

Neutrálně-detergentní vláknina NDF v % (w/w) byla vypočtena pomocí vzorce:

$$\text{NDF} = \frac{W_3 - W_4}{W_{\text{vz}}} \cdot 100$$

$$\text{kde: } W_3 = W_h - (W_1 \cdot C_1) \quad \text{kde: } C_1 = \frac{W_{S \text{ po}}}{W_S}$$

$$W_4 = W_P - (W_1 \cdot C_2) \quad \text{kde: } C_2 = \frac{W_{S \text{ Popel}}}{W_S}$$

- kde: W_1 - hmotnost prázdného sáčku [g]
 W_{vz} - hmotnost navážky vzorku [g]
 W_S - hmotnost sáčku - slepý pokus před hydrolýzou [g]
 $W_{S \text{ po}}$ - hmotnost sáčku- slepý pokus po hydrolýze [g]
 C_1 - korekce sáčku
 W_h - hmotnost sáčku se vzorkem po hydrolýze [g]
 W_3 - hmotnost vzorku po hydrolýze [g]
 W_4 - hmotnost popela vzorku po hydrolýze [g]
 W_P - hmotnost popela po spálení vzorku a sáčku po hydrolýze [g]
 C_2 - korekce na popel sáčku
 $W_{S \text{ Popel}}$ - hmotnost popela sáčku – slepý pokus [g]

10 VÝSLEDKY A DISKUZE

Cílem diplomové práce bylo u vybraných vzorků stanovit vlákninu enzymatickou a neutrálně detergentní metodou. Před samotným stanovením však bylo u všech vzorků nutné provést stanovení sušiny.

10.1 Stanovení sušiny

Sušina byla stanovena vždy v pěti provedeních od každého vzorku. Získané výsledky jsou znázorněny v následující tabulce (Tab. 8).

Tab. 8. Hodnoty sušiny u jednotlivých cereálních výrobků

Vzorek	Sušina v %
celozrnná mouka špaldová	90,00 ± 0,06
pšeničná celozrnná biomouka	88,20 ± 0,05
celozrnné špagety	90,39 ± 0,12
celozrnné sušenky	97,01 ± 0,02
cereální snídane	96,16 ± 0,08
celozrnný chléb	46,41 ± 0,02
pšenično-žitný chléb	50,49 ± 0,04
vícezrnná bageta	65,52 ± 0,07
tukový rohlík	28,11 ± 0,05

Největší obsah sušiny byl zjištěn u celozrnných sušenek (97,01 %) a cereální snídane (96,16 %). Dále následovaly celozrnné špagety (90,39 %) a obě mouky: celozrnná špaldová (90,00 %) a pšeničná celozrnná biomouka (88,20 %). U pekárenských výrobků (celozrnný chléb, pšenično-žitný chléb, vícezrnná bageta, tukový rohlík) byl obsah sušiny výrazně nižší. Nejvíce sušiny z těchto výrobků bylo zjištěno u vícezrnné bagety (65,52 %), dále následoval chléb pšenično-žitný (50,49 %) a chléb celozrnný (46,41 %). Nejnižší obsah sušiny ze všech výrobků byl pak pozorován u tukového rohlíku (28,11 %).

10.2 Stanovení vlákniny enzymatickou metodou

Tato metoda umožňuje vedle celkové vlákniny stanovit i vlákninu rozpustnou a nerozpustnou. Z důvodu velkých ztrát rozpustné vlákniny a především jejího malého obsahu u analyzovaných vzorků bylo od jejího stanovení upuštěno. Rozpustná a nerozpustná vláknina tak byla stanovena pouze při prvním stanovení a to u pšeničné celozrnné biomouky a celozrnné špaldové mouky. U ostatních výrobků již byla stanovena jen celková vláknina. V následující tabulce (Tab. 9) jsou uvedeny výsledky stanovení vlákniny enzymatickou metodou v jednotlivých cereálních výrobcích.

Tab. 9. Výsledky stanovení vlákniny enzymatickou metodou

Vzorek	Obsah celkové vlákniny v %	Obsah rozpustné vlákniny v %	Obsah nerozpustné vlákniny v %
celozrnná mouka špaldová	11,18	0,16	8,98
pšeničná celozrnná mouka	15,65	1,49	12,73
celozrnné špagety	13,90	-	-
celozrnné sušenky	14,54	-	-
cereální snídaně	21,15	-	-
celozrnný chléb	20,92	-	-
pšenično-žitný chléb	9,55	-	-
vícezrnná bageta	10,61	-	-
tukový rohlík	6,08	-	-

Z uvedených výsledků je zřejmé, že největší obsah vlákniny byl zjištěn u cereální snídaně Dobrá vláknina (21,15 %). V rámci cereálních snídaní je tento výrobek doporučován, protože se naprosto vymyká v rámci všech ostatních cereálních výrobků tohoto typu. Má nejnižší energetickou hodnotu, což je dáno tím, že jeho největší část tvoří cereální vláknina. Jedna porce (40 g výrobku) kryje třetinu doporučené denní dávky vlákniny. Jsou doporučovány zvláště při potížích se zácpou. Pro dosažení optimální skladby živin je vhodné tyto cereálie doplnit bílým jogurtem nebo polotučným mlékem. [56]

Druhý nejvyšší obsah vlákniny byl zjištěn u celozrnného chleba (20,92 %). Můžeme tak názorně pozorovat, jak výrazný je rozdíl mezi tím, jestli konzumujeme běžný pšenično-žitný chléb s obsahem vlákniny pouze 9,55 % či celozrnný chléb s téměř dvojnásobným obsahem vlákniny. Pro dosažení doporučené denní dávky vlákniny nám tak stačí sníst

poloviční množství celozrnného chleba oproti klasickému chlebu pšenično-žitnému.

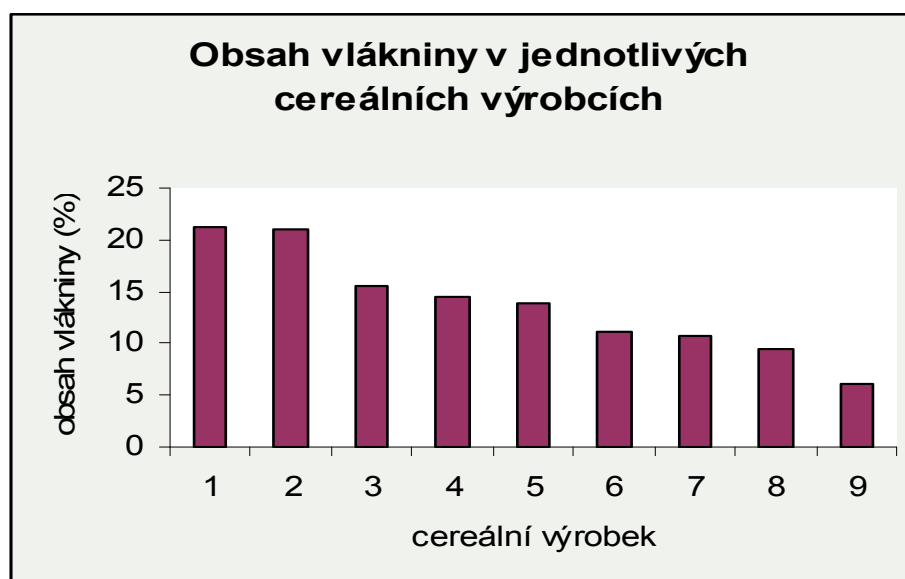
Rovněž poměrně vysoký obsah vlákniny byl zjištěn u pšeničné celozrnné biomouky (15,65 %). Při srovnání pšeničné celozrnné biomouky a špaldové celozrnné mouky s obsahem vlákniny 11,18 % lze konstatovat, že pšeničná celozrnná mouka je lepším zdrojem vlákniny. Při srovnání obsahu rozpustné a nerozpustné vlákniny platí to samé, jako při stanovení celkové vlákniny. U pšeničné celozrnné biomouky byl zjištěn vyšší obsah jak nerozpustné vlákniny (12,73 %) oproti 8,98 % u celozrnné špaldové mouky, tak i rozpustné vlákniny (1,49 %) oproti 0,16 % u celozrnné špaldové mouky.

Poměrně vysoký obsah vlákniny byl pozorován i u celozrnných sušenek (14,54 %) a celozrnných špaget (13,90 %). Oba výrobky v celozrnném provedení jsou mnohem vhodnější pro konzumaci než jejich protějšky vyrobené z bílé mouky. Celozrnné sušenky Melasky jsou navíc slazené třtinovým cukrem a melasou a jsou vhodné i pro vegany.

Nejnižší obsah vlákniny byl zjištěn u tukového rohlíku (6,08 %), zatímco u vícezrnné bagety byl obsah 10,61 %. Z výživového hlediska je tedy rovněž výhodnější konzumace vícezrnného pečiva než běžného tukového pečiva.

Bylo tedy zjištěno následující pořadí jednotlivých cereálních výrobků podle snižujícího se obsahu vlákniny: 1. cereální snídaně (21,15 %), 2. celozrnný chléb (20,92 %), 3. pšeničná celozrnná biomouka (15,65 %), 4. celozrnné sušenky (14,54 %), 5. celozrnné špagety (13,90 %), 6. špaldová celozrnná mouka (11,18 %), 7. vícezrnná bageta (10,61 %), 8. pšenično-žitný chléb (9,55 %), 9. tukový rohlík (6,08 %).

Následující graf (Obr. 3) znázorňuje pořadí jednotlivých cereálních výrobků sestupně podle obsahu vlákniny.



Obr. 3. Obsah vlákniny v cereálních výrobcích stanovený enzymaticky

Uvedená čísla v grafu odpovídají cereálnímu výrobku:

1 – cereální snídaně	4 – celozrnné sušenky	7 – vícezrnná bageta
2 – celozrnný chléb	5 – celozrnné špagety	8 – pšenično-žitný chléb
3 – pšeničná celozrnná mouka	6 – celozrnná mouka špaldová	9 – tukový rohlík

10.3 Stanovení vlákniny neutrálně detergentní metodou

Pro srovnání výsledků bylo provedeno i stanovení vlákniny neutrálně detergentní metodou s použitím přístroje ANKOM. Tato metoda byla vybrána proto, že stejně jako enzymatická metoda používá při stanovení α -amylasu a poskytuje tedy nejvíce shodné výsledky. Jelikož však lze touto metodou stanovit pouze nerozpustnou vlákninu – rozpustná uniká do roztoku použitého při stanovení, je možné obě metody porovnat pouze v případech, u kterých byla nerozpustná vláknina stanovena – tedy u pšeničné celozrnné biomouky a celozrnné špaldové mouky.

Následující tabulka (Tab. 10) znázorňuje hodnoty vlákniny u jednotlivých cereálních výrobků získané stanovením neutrálně detergentní metodou.

Tab. 10. Výsledky stanovení vlákniny neutrálně detergentní metodou

Vzorek	Obsah vlákniny v %
celozrnná mouka špaldová	6,83
pšeničná celozrnná biomouka	11,00
celozrnné špagety	8,84
celozrnné sušenky	11,70
cereální snídaně	15,71
celozrnný chléb	13,31
pšenično-žitný chléb	2,57
vícezrnná bageta	5,38
tukový rohlík	1,31

Z výsledků uvedených v tabulce je zřejmé, že pořadí jednotlivých cereálních výrobků seřazených podle snižujícího se obsahu vlákniny je téměř shodné s pořadím získaným u enzymatické metody. Nejvyšší obsah vlákniny byl rovněž zjištěn u cereální snídaně (15,71 %), následoval celozrnný chléb (13,31 %). Svě pořadí na 3. a 4. místě oproti

enzymatické metodě si vyměnily celozrnné sušenky (11,70 %) a pšeničná celozrnná biomouka (11,00 %). Ostatní pořadí už zůstává shodné s enzymatickou metodou. Na 5. místě podle obsahu vlákniny jsou tedy celozrnné špagety (8,84 %), dále následuje celozrnná mouka špaldová (6,83 %), vícezrnná bageta (5,38 %), pšenično-žitný chléb (2,57 %) a nejnižší obsah vlákniny byl zjištěn u tukového rohlíku (1,31 %).

Následující graf (Obr. 4) znázorňuje pořadí jednotlivých cereálních výrobků sestupně podle obsahu vlákniny.



Obr. 4. Obsah vlákniny v jednotlivých cereálních výrobcích stanovený neutrálně detergentní metodou

Uvedená čísla v grafu odpovídají cereálnímu výrobku:

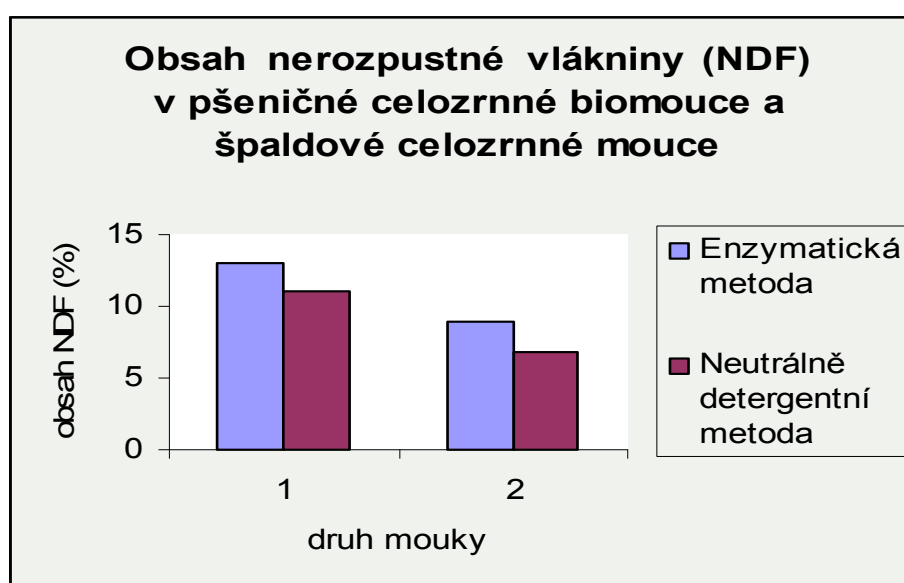
- | | | |
|-----------------------|------------------------------|--------------------------|
| 1 – cereální snídaně | 4 – pšeničná celozrnná mouka | 7 – vícezrnná bageta |
| 2 – celozrnný chléb | 5 – celozrnné špagety | 8 – pšenično-žitný chléb |
| 3 – celozrnné sušenky | 6 – celozrnná mouka špaldová | 9 – tukový rohlík |

10.4 Vyhodnocení použitých metod

Vláknina, jak již bylo uvedeno výše, není jednotnou látkou, ale komplexem různých složek. V závislosti na zvolené analytické metodě lze tedy získat značně odlišné výsledky. Proto byly obě metody pro stanovení vlákniny zvoleny tak, aby poskytovaly co nejvíce shodné a tedy srovnatelné výsledky. Pojícím bodem vybraných metod je použití termostabilní α -amylasy. Provést srovnání obou metod je přesto možné pouze u celozrnné špaldové mouky a pšeničné celozrnné biomouky, u kterých byla enzymatickou metodou

stanovena kromě celkové vlákniny i vláknina rozpustná a nerozpustná. Stanovení nerozpustné vlákniny enzymatickou metodou je pro srovnání nutné z toho důvodu, že neutrálně detergentní metodou lze získat právě jen nerozpustnou, nikoliv celkovou, vlákninu - rozpustná uniká do roztoku použitého při stanovení.

Na následujícím grafu (Obr. 5) je znázorněn rozdíl v obsahu nerozpustné vlákniny stanovené pomocí obou použitých metod. Z grafu je zřejmé, že hodnoty zjištěné enzymatickou metodou jsou u obou mouk vždy o něco vyšší než hodnoty získané při stanovení pomocí neutrálně detergentní metody. Tento rozdíl činí u pšeničné celozrnné mouky 2,02 % a u špaldové celozrnné mouky 2,13 %.



Obr. 5. Srovnání obsahu nerozpustné vlákniny v celozrnné pšeničné biomouce a špaldové celozrnné mouce stanoveného pomocí enzymatické a neutrálně detergentní metody

Uvedená čísla v grafu odpovídají mouce:

1 – pšeničná celozrnná biomouka

2 – celozrnná špaldová mouka

Pokud budeme srovnávat náročnost a přesnost obou metod, tak stanovení vlákniny enzymatickou metodou je náročné na čas a rovněž mohou vznikat ztráty v průběhu stanovení, především při filtraci a následné manipulaci se vzorkem. Poměrně složité bylo i následné stanovení popela a bílkovin, jelikož vláknina získaná enzymatickým rozkladem nešla dokonale oddělit od použitého filtračního papíru, a proto musel být k jejich stanovení vzat i daný filtrační papír. Ten byl pak při počítání výsledků odečten.

Naproti tomu neutrálně detergentní metoda je poměrně rychlá a jednoduchá metoda.

ZÁVĚR

Na základě četných epidemiologických studií bylo vědecky prokázáno, že pravidelná konzumace potravin obsahujících celá zrna příznivě ovlivňuje zdraví člověka, a to zejména pokud se týká redukování rizika kardiovaskulárních onemocnění a některých typů rakoviny či regulace hladiny krevní glukosy. Přesný mechanismus tohoto ochranného působení není znám a je třeba se dále zabývat výzkumem zdravotních účinků jednotlivých složek celého zrna, vyvíjet nové technologické postupy a metody zpracování zrna, které by zvýšily spotřebitelskou jakost celozrnných výrobků a přesvědčovat spotřebitele o pozitivních zdravotních účincích pravidelné konzumace celozrnných potravin.

Rovněž potravinová vláknina si získala důležité místo mezi složkami potravin, které podporují zdraví. Její význam ve výživě člověka je i v současnosti často diskutovaným tématem a spočívá především v její ochranné funkci. Sehrává úlohu v prevenci a léčbě některých civilizačních chorob: např. obezity, chronické zácpy, diabetu II. typu, vydutí tlustého střeva, resp. zápalu slepého střeva a rakoviny tlustého střeva. Její nedostatečný příjem se podílí na vzniku nejen celé řady chorobných stavů trávicího ústrojí, ale i na vzniku onemocnění srdce.

Cílem diplomové práce bylo stanovení obsahu vlákniny ve vybraných cereálních výrobcích pomocí enzymatické a neutrálně detergentní metody provedené za pomoci přístroje ANKOM. V práci bylo analyzováno 9 vzorků cereálních výrobků. Z provedeného enzymatického stanovení bylo zjištěno následující pořadí jednotlivých cereálních výrobků podle snižujícího se obsahu vlákniny: cereální snídaně, celozrnný chléb, pšeničná celozrnná biomouka, celozrnné sušenky, celozrnné špagety, celozrnná mouka špaldová, vícezrnná bageta, pšenično-žitný chléb, tukový rohlík. Při provedení neutrálně detergentní metody bylo pořadí následující: cereální snídaně, celozrnný chléb, celozrnné sušenky, pšeničná celozrnná biomouka, celozrnné špagety, celozrnná mouka špaldová, vícezrnná bageta, pšenično-žitný chléb, tukový rohlík. Jako nejlepší zdroj vlákniny z analyzovaných vzorků lze tedy doporučit především snídaňové cereálie Dobrá vláknina a celozrnný chléb, v jejichž případě byl obsah vlákniny v nich obsažený výrazně vyšší než u ostatních vzorků a to při stanovení pomocí obou metod. Naproti tomu běžný tukový rohlík a pšenično-žitný chléb jsou jako dostatečné zdroje potravní vlákniny nevyhovující.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] PRUGAR, J. *Funkční potraviny: Obiloviny* [online]. [cit. 2009-03-26].
Dostupný z WWW:
<<http://www.dtest.cz/funkcni-potraviny-obiloviny-12-kapitola&dalsi=hodnoceno>>.
- [2] HRABĚ, J., ROP, O., HOZA, I. *Technologie výroby potravin rostlinného původu*. 1. vyd. Zlín: UTB, 2005. 178 s. ISBN 80 – 7318 – 372 – 2.
- [3] GAJDOŠOVÁ, A., ŠTURDÍK, E. *Biologické, chemické a nutrično-zdravotné charakteristiky pekářských cereálií* [online]. [cit. 2009-03-26]. Dostupný z WWW:
<http://ns.ucm.sk/FPV/dokumenty/nb/nb_iv_2004/10_Gajdosova.pdf>.
- [4] KOPÁČOVÁ, O. *Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům, I. část* [online]. [cit. 2009-03-26]. Dostupný z WWW:
<<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=13&typ=1&val=57357&ids=2615>>.
- [5] PŘÍHODA, J., SKŘIVAN, P., HRUŠKOVÁ, M. *Cereální chemie a technologie I (Cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin)*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2003. 202 s. ISBN 80 – 7080 – 530 – 7.
- [6] McKEVITH, B. *Nutritional Aspects of Cereals* [online]. [cit. 2009-03-26].
Dostupný z WWW:
<http://www.hgca.com/document.aspx?fn=load&media_id=1905&publicationId=2306>.
- [7] *Multimediální přednášky z předmětu Výživa člověka* [online]. [cit. 2009-03-27].
Dostupný z WWW:
<<http://home.zf.jcu.cz/public/departments/koz/vyz/multi.html>>.
- [8] *Obilí* [online]. [cit. 2009-03-27]. Dostupný z WWW:
<<http://www.penam.cz/cs/obili-67.html>>.

- [9] *Multimediální učební text: Polní plodiny* [online]. [cit. 2009-03-27]. Dostupný z WWW:
<<http://vfu-www.vfu.cz/fvhe/vegetabilie/plodiny/index.htm>>.
- [10] MOUDRÝ, J., DVOŘÁČEK, V., MICHALOVÁ, A. *Kvalita maloobjemových cereálií* [online]. [cit. 2009-03-28]. Dostupný z WWW:
<http://agrokrom.cz/texty/METODIKY/zamysleni/zam_98/Moudry_KVALITA_CEREALII.pdf>.
- [11] *Vyhláška č. 333/1997 Sb.* [online]. [cit. 2009-03-28]. Dostupný z WWW:
<<http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1007478&docType=ART&nid=11307>>.
- [12] KOPÁČOVÁ, O. *Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům, II. část* [online]. [cit. 2009-03-29]. Dostupný z WWW:
<<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=13&typ=1&val=80929&ids=2615>>.
- [13] *Výuka předmětu Potraviny a výživa užitím ICT: Obiloviny a mlýnské výrobky* [online]. [cit. 2009-03-28]. Dostupný z WWW:
<<http://www.vladahadrava.xf.cz/obiloviny.html>>.
- [14] HAMLPL, J., PŘÍHODA, J. *Cereální chemie a technologie II (pekárenství)*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 1985. 248 s.
- [15] *Test: Dětské snídaňová cereálie - Sladká bomba* [online]. [cit. 2009-03-29]. Dostupný z WWW:
<<http://www.dtest.cz/detske-snidanove-cerealie-sladka-bomba>>.
- [16] *Test MF Dnes: Cereálie* [online]. [cit. 2009-03-30]. Dostupný z WWW:
<http://www.spotrebitel.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=107829&catid=53&Itemid=65>.

- [17] SLAVIN, J. The role of whole grains in disease prevention. *Journal of the AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION*. 2001, roč. 101, č. 7, s. 780 – 785.
- [18] EDGE, M., JONES, J., MARQUART, L. A New Life for Whole Grains. *Journal of the AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION*. 2005, roč. 105, č. 12, s. 1856 – 1860.
- [19] EUFIC: Wholegrain Power. *FOOD TODAY* [online]. 2002, č. 2 [cit. 2007-04-06].
Dostupný z WWW:
<<http://www.eufic.org/article/en/page/FTARCHIVE/artid/wholegrain-power/>>.
- [20] EUFIC: The power of Wholegrains. *FOOD TODAY* [online]. 2006, č. 3
[cit. 2007-04-06]. Dostupný z WWW:
<<http://www.eufic.org/article/en/page/FTARCHIVE/artid/whole-grains/>>.
- [21] KOPÁČOVÁ, O. *Celozrnná strava vykazuje příznivé účinky na krevní tlak* [online].
[cit. 2009-03-30]. Dostupný z WWW:
<http://www.spotrebitel.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=100673&catid=76:potraviny&Itemid=368>.
- [22] DOSTÁLOVÁ, J., HRUBÝ, S., TUREK, B. *Konečné znění Výživových doporučení pro obyvatelstvo ČR*. Praha: Společnost pro výživu, 2004.
- [23] EUFIC: What's all this about the Glycaemic Index? *FOOD TODAY* [online]. 2006, č. 1 [cit. 2009-03-30]. Dostupný z WWW:
<<http://www.eufic.org/article/en/page/FTARCHIVE/artid/glycaemic-index/>>.
- [24] BUŇKA, F., NOVÁK, V., KADIDLOVÁ, H. *Ekonomika výživy a výživová politika I*. 1. vyd. Zlín: UTB, 2006. 161 s. ISBN 80 – 7318 – 429 - X.
- [25] WOLEVER, T. *The Glycaemic Index: A Physiological Classification of Dietary Carbohydrate*. 1st ed. Ontario: University of Toronto, 2006. ISBN-13: 978-1-84593-051-6.
- [26] KUNOVÁ, V. *Zdravá výživa*. 1.vyd. Praha: Grada, 2004. 140 s. ISBN 978-80-247-0736-5.

- [27] KALAČ, P. Soudobý pohled na vlákninu potravy. *Výživa a potraviny*. 2008, č. 6
- [28] KOVÁČIKOVÁ, E., VOJTAŠŠÁKOVÁ, A., MOSNÁČKOVÁ, J., PASTOROVÁ, J., HOLČÍKOVÁ, K., SIMONOVÁ, E., KOŠICKÁ, M. *Vláknina v potravinách*. 1.vyd. Bratislava: Výzkumný ústav potravinásky, 2003. 30 s. ISBN 80 – 89088 – 27 – 9.
- [29] ZAMRAZILOVÁ, E. *Vláknina potravy – význam ve výživě a v klinické medicíně*. 1. vyd. Praha: Avicenum, 1989. 80 s. ISBN 08 – 092 – 89.
- [30] *Úřední věstník Evropské unie: SMĚRNICE KOMISE 2008/100/ES* [online]. [cit. 2009-04-07]. Dostupný z WWW:
<<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:285:0009:0012:CS:PDF>>
- [31] SUKOVÁ, I. *Nová definice vlákniny ve směrnici ES* [online]. [cit. 2009-04-07]. Dostupný z WWW:
<<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=0&ch=14&typ=1&val=85739>>.
- [32] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 1*, 1. vyd. Tábor: OSSIS, 1999. 352 s. ISBN 80 – 902391 – 3 - 7.
- [33] LAMBO, A., ÖSTE, R., NYMAN, M. Dietary fibre in fermented oat and barley β -glucan rich concentrates. *Food Chemistry*. 2005, roč. 89, s. 283 – 293.
- [34] BRENNAN, Ch., CLEARY, L. The potential use of cereal (1 \rightarrow 3,1 \rightarrow 4)-b-D-glucans as functional food ingredients. *Journal of Cereal Science*. 2005, roč. 42, s. 1-13.

- [35] HAVRLETOVÁ, M. *Hľ'adanie vhodných zdrojov potravinovej vlákniny pre výrobu funkčných potravín* [online]. [cit. 2009-04-08]. Dostupný z WWW: http://66.102.1.104/scholar?hl=cs&lr=&q=cache:wmhKKb3LUdYJ:citadel.ukf.sk/konferencia/papers/PDF_Genetika/Havrjentova.pdf+stanoven%C3%AD+v1%C3%A1kniny.
- [36] *MANUÁL II: VÝŽIVA* [online]. [cit. 2009-04-08]. Dostupný z WWW: <http://centrumprev.sweb.cz/MANUAL/MANUALII-1.htm#sacharidy>.
- [37] *PHARMA NEWS: Vlákny* [online]. [cit. 2009-04-07]. Dostupný z WWW: http://www.pharmanews.cz/2007_02/vlakniny.html.
- [38] ZLATOHLÁVEK, L. *Vlákna, její zdroje a vlivy na lidský organismus* [online]. [cit. 2009-04-08]. Dostupný z WWW: http://www.kardiologickeforum.cz/pdf/kf_03_03_08.pdf.
- [39] *Vlákna aneb i střeva potřebují svůj kartáček* [online]. [cit. 2009-04-08]. Dostupný z WWW: <http://www.penam.cz/cs/vyznam-vlakniny-48.html>.
- [40] *A-Z slovník pro spotřebitele: Vlákna* [online]. [cit. 2009-04-08]. Dostupný z WWW: <http://www.agronavigator.cz/az/vis.aspx?id=76601>.
- [41] HEJDA, S. *Vlákna pro zdravé i nemocné*. Praha, 1994. 36 s.
- [42] LUTONSKÝ, P., PICHL, I. *Vlákna (chemické zloženie, metódy stanovenia, význam vo výžive)*. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 1983.
- [43] *Fórum zdravé výživy: Vlákny ve výživě* [online]. [cit. 2009-04-10]. Dostupný z WWW: <http://www.fzv.cz/web/fzv-radi/lexikon/vlakniny>.

- [44] ROSAMOND, W. Dietary Fiber and Prevention of Cardiovascular Disease. *Journal of the American College of Cardiology*. 2002, roč. 39, č. 1, s. 57 – 59
- [45] EUFIC: Dietary fibre – what's its role in a healthy diet? *FOOD TODAY* [online]. 2005, č. 6 [cit. 2009-04-10]. Dostupný z WWW: <http://www.eufic.org/article/en/page/FTARCHIVE/artid/dietary-fibre-role-healthy-diet/>.
- [46] FREEMAN, B. Dietary Fiber and Energy Regulation. *The Journal of Nutrition*. 2000, roč. 130, s. 272 – 275.
- [47] SLAVIN, J. Dietary fiber and body weight. *Nutrition*. 2005, roč. 21, s. 411 – 418.
- [48] STREPPPEL, M. Dietary Fiber and Blood Pressure Regulation. *Arch Intern Med*. 2005, roč. 165, s. 150 – 156.
- [49] LOGAN, A. Dietary fiber, mood, and behavior. *Nutrition*. 2006, roč. 22, s. 213 – 214.
- [50] Position of the American Dietetic Association: Health Implications of Dietary Fiber. *Journal of the AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION*. 2008, roč. 108, s. 1716 – 1731.
- [51] KRČOVÁ, S., PIROCHTA, V. *Význam vlákniny ve výživě a krmení hospodářských zvířat* [online]. [cit. 2009-04-14]. Dostupný z WWW: http://old.mendelu.cz/~agro/af/222/pages/vyuka/vyziva/otazky_vypr/08_vlaknina_krcova_p.doc.
- [52] MANAS, E., CALIXTO-SAURA, F. Ethanol precipitation: A source of error in dietary fibre determination. *Food Chemistry*. 1993, roč. 47, s. 351 – 355.
- [53] MANAS, E., BRAVO, L., CALIXTO-SAURA, F. Sources of error in dietary fibre analysis. *Food Chemistry*. 1994, roč. 50, s. 331 – 342.

- [54] *Vědecký výbor veterinární: Prověření přítomnosti rostlinných proteinů zejména sóji a pšeničné mouky v masných výrobcích, kde je přidávání těchto proteinů legislativou zakázáno, metodami histologickými a ELISA [online].*
- [cit. 2009-04-10]. Dostupný z WWW:
http://www.vri.cz/userfiles/file/Ved_Vet_Vyb/Tremlova.pdf.
- [55] Megazyme International Ireland Ltd. *Total Dietary Fibre Assay Procedure*. Bray (IRELAND): Bray Business Park, 2007, 19 s.
- [56] KUNOVÁ, V. *Dobrá vláknina – cereální snídaně vhodné při hubnutí [online].*
- [cit. 2009-04-20]. Dostupný z WWW:
<http://www.rozumnehubnuti.cz/?p=108#more-108>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Mze	Ministerstvo zemědělství
AACC	American Association of Cereal Chemists
BMI	Index tělesné hmotnosti (Body Mass Index)
FAO	Organizace Spojených národů pro potraviny a zemědělství (Food and Agriculture Organization of the United Nations).
WHO	Světová zdravotnická organizace (World Health Organization).
NSP	Neškrobové polysacharidy
GI	Glykemický index
HDL	Lipoproteidy o vysoké hustotě (High Density Lipoproteins)
LDL	Lipoproteidy o nízké hustotě (Low Density Lipoproteins)
CHD	Koronární srdeční onemocnění (Coronary Heart Disease)
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
GLC	Plynová chromatografie
HPLC	Vysoce účinná kapalinová chromatografie

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1. Podélný řez pšeničným zrnem se znázorněním jeho morfoložických vrstev...11
- Obr. 2. Hladina cukru v krvi za 2 hodiny po konzumaci potraviny s vysokým a nižším glykemickým indexem.....34
- Obr. 3. Obsah vlákniny v cereálních výrobčích stanovený enzymaticky.....76
- Obr. 4. Obsah vlákniny v jednotlivých cereálních výrobčích stanovený neutrálně detergentní metodou.....78
- Obr. 5. Srovnání obsahu nerozpustné vlákniny v celozrnné pšeničné biomouce a špaldové celozrnné mouce stanoveného pomocí enzymatické a neutrálně detergentní metody.....79

SEZNAM TABULEK

Tab. 1.	Obsah jednotlivých složek v obilovinách.....	12
Tab. 2.	Variabilita obsahu hlavních složek obilného zrna.....	12
Tab. 3.	Obsah nutrietů v běžných a celozrnných těstovinách.....	24
Tab. 4.	Průměrný obsah živin ve 100 g chleba (bílého, tmavého a celozrnného).....	27
Tab. 5.	Glykemické indexy některých cereálních potravin.....	35
Tab. 6.	Množství rozpustné a nerozpustné vlákniny v potravinách.....	47
Tab. 7.	Obsah vlákniny ve 100 g vybraných druhů potravin.....	49
Tab. 8.	Hodnoty sušiny u jednotlivých cereálních výrobků.....	74
Tab. 9.	Výsledky stanovení vlákniny enzymatickou metodou.....	75
Tab. 10.	Výsledky stanovení vlákniny neutrálně detergentní metodou.....	77