

Cereálie a pseudocereálie ve výživě člověka

Petr Machala

Bakalářská práce
2007



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav potravinářského inženýrství
akademický rok: 2006/2007

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petr MACHALA**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Cereálie a pseudocereálie ve výživě člověka**

Zásady pro vypracování:

Formou literární rešerše zpracujte téma o významu cereálií a pseudocereálií ve výživě člověka. Zaměřte se na chemické složení a význam jednotlivých komponent. Vyhodnoťte možnosti jejich využití v potravinách.

Petr Machala

Petr Machala

Rozsah práce: 64 s.

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Ladislava Mišurcová

Ústav potravinářského inženýrství a chemie

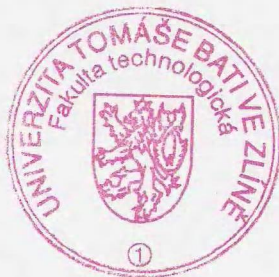
Datum zadání bakalářské práce:

8. ledna 2007

Termín odevzdání bakalářské práce:

4. června 2007

Ve Zlíně dne 2. května 2007



Ignác Hoza

prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
děkan

L.S.

Ignác Hoza

prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Bakalářská práce uvádí přehled nejdůležitějších cereálií a pseudocereálií především se zaměřením na jejich chemické složení. Jejich význam spočívá ve skutečnosti, že značnou měrou přispívají k světové produkci potravin poskytujících pro lidskou výživu a zdraví potřebné bílkoviny, sacharidy, minerální látky, vitaminy a vlákninu, přičemž výrazně ovlivňují výživovou bilanci světové populace. Dále zahrnuje významné poznatky o těchto obilninách z potravinářského i medicínského hlediska.

Klíčová slova: cereálie, pseudocereálie, výživa, složky

ABSTRACT

Bachelor thesis is a review about the most important cereals and pseudocereals. It's mostly focused on their chemist. Their importance lies in the fact that they contribute to world food production providing necessary proteins, saccharides, mineral substances, vitamins and fibre for human nutrition and health. The cereals and pseudocereals significantly influence the nutrition balance of world population. It includes important pieces of knowledge about these cereals from the food-processing and medical point of view.

Keywords: cereals, pseudocereals, nutrition, components

Rád bych poděkoval vedoucí mé bakalářské práce Ing. Ladislavě Mišurcové za odborné vedení, cenné rady a trpělivost při kompletaci mé bakalářské práce.

Dále bych chtěl poděkovat Mgr. Věře Kroftové z knihovny Zemědělského výzkumného ústavu v Kroměříži, za její ochotu při poskytování literatury k sepsání mé práce.

OBSAH

ÚVOD	7
1 CEREÁLIE.....	8
1.1 ANATOMICKÁ STAVBA OBILNÉHO ZRNA	9
1.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ OBILNÉHO ZRNA A VÝZNAM JEDNOTLIVÝCH KOMPONENT.....	11
1.2.1 Sacharidy.....	11
1.2.1.1 Monosacharidy	12
1.2.1.2 Oligosacharidy	13
1.2.1.3 Polysacharidy.....	13
1.2.2 Bílkoviny	17
1.2.2.1 Lepek	19
1.2.3 Lipidy	20
1.2.4 Minerální látky	21
1.2.5 Vitaminy	22
1.2.6 Biologicky významné látky.....	23
1.3 NEJVÝZNAMNĚJŠÍ OBILOVINY A JEJICH VÝZNAM V LIDSKÉ VÝŽIVĚ	25
1.3.1 Pšenice.....	25
1.3.2 Žito.....	27
1.3.3 Ječmen.....	29
1.3.4 Oves	31
1.3.5 Rýže	33
1.3.6 Kukuřice.....	35
1.3.7 Proso	37
1.3.8 Čirok	38
2 PSEUDOCEREÁLIE	40
2.1 NEJROZŠÍŘENĚJŠÍ PSEUDOCEREÁLIE.....	40
2.1.1 Pohanka.....	40
2.1.2 Amarant.....	42
2.1.3 Quinoa.....	44
3 VYUŽITÍ CEREÁLÍ A PSEUDOCEREÁLÍ V POTRAVINÁCH.....	47
3.1 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ CEREÁLNÍCH VÝROBKŮ.....	51
3.1.1 Mlýnské výrobky.....	51
3.1.2 Těstoviny.....	51
3.1.3 Pekárenské výrobky	52
ZÁVĚR	54
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	56
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	62
SEZNAM OBRÁZKŮ	63
SEZNAM TABULEK	64

ÚVOD

Obiloviny jsou nejstarší kulturní rostliny pěstované člověkem. Tisíce let člověk konzumoval stravu, kde dominovala přírodní rostlinná potrava s příznivým poměrem základních výživových látek. Tyto vlastnosti předurčily obilniny k tomu, že se staly hlavními plodinami na Zemi. Pro svou neobyčejnou přizpůsobivost podmínkám prostředí se dnes pěstuje obilí téměř po celé zeměkouli. Obiloviny mají v ekosystému na orné půdě rozhodující postavení. Osévají se na více než 50 % orné půdy, tj. největší část ze všech pěstovaných plodin.

Obiloviny výrazně ovlivňují výživovou bilanci světové populace ve všech světadílech. Podle údajů FAO dodávají obiloviny lidstvu téměř polovinu energetické hodnoty ve stravě. Obiloviny v potravě nejsou jen dodavatelem hlavních živin a energie (bílkoviny a sacharidy), nýbrž obohacují stravu nutričně a biologicky hodnotnými látkami, jako jsou vitaminy a popeloviny, ale obsahují i látky balastního charakteru, jako např. vlákninu. Z tohoto pohledu se řadí cereálie do skupiny označované jako funkční potraviny či potraviny pro speciální zdravotní účely vzhledem ke zvýšenému obsahu účinných látek (flavonoidy, glukanáty, fytáty, karotenoidy aj.).

Ve své bakalářské práci se zabývám výživovou hodnotou cereálií, kam se podle zvyklostí odborné světové literatury zahrnují naše běžné obiloviny jako je pšenice, žito, ječmen a oves, dále rýže, kukuřice, proso a čirok. Vedle těchto známých cereálií se zde také zabývám zatím méně známou skupinou semen rostlin, které se nazývají pseudocereálie, neboli nepravé obiloviny. Pseudoobiloviny jsou perspektivním zdrojem výživy, hlavně v oblastech s nedostatkem potravin, díky svému vysokému obsahu proteinů s příznivým aminokyselinovým složením. Tyto bílkoviny neobsahují lepek, což je vlastnost, která dělá pseudoobiloviny velmi užitečnými pro dietu lidí trpících celiakií. Mezi nejznámější pseudocereálie patří pohanka, amarant a quinoa.

Současná strava většiny obyvatelstva představuje nadbytek jednoduchých rafinovaných cukrů a tuků živočišného původu. Nedostatečný je příjem nenasycených mastných kyselin, složených cukrů, vlákniny, esenciálních aminokyselin, antioxidantních vitaminů a bioflavonoidů. Zdrojem uvedených nedostatkových složek potravy je pestrá rostlinná strava, proto hrají obiloviny a pseudoobiloviny ve výživě člověka významnou roli.

1 CEREÁLIE

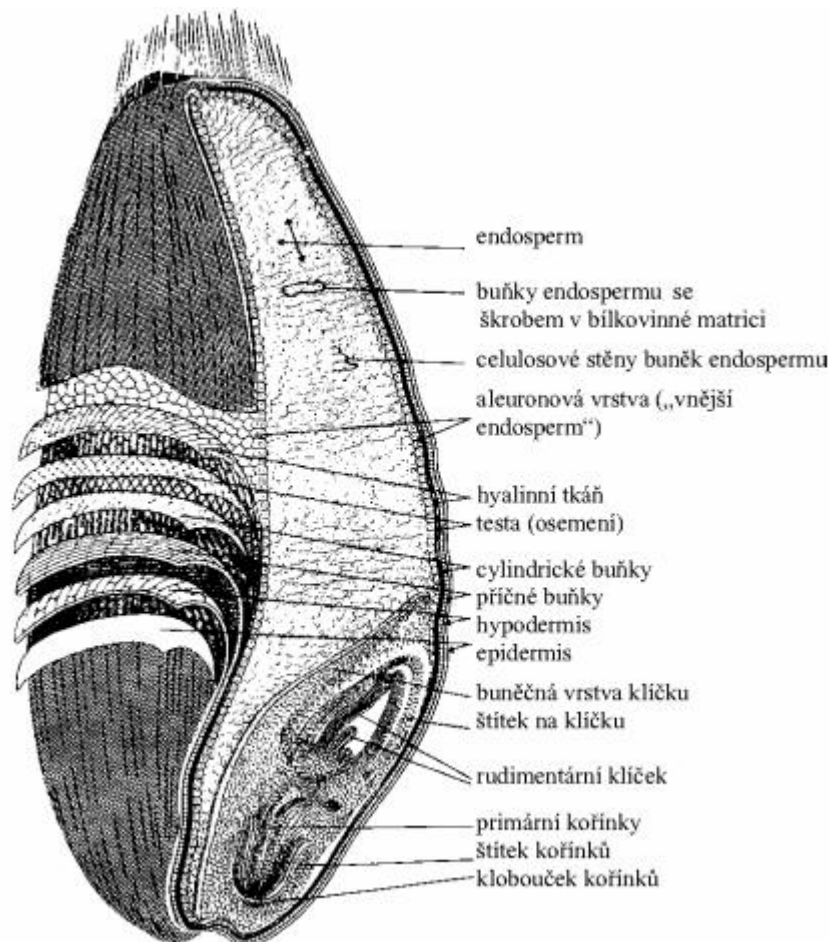
Pro lidskou výživu se z obilovin používá výhradně zrno. Obiloviny (cereálie) patří botanicky mezi traviny (*Gramineae*). Téměř všechny známé obiloviny patří do čeledi lipnicovité (*Poaceae*). Výjimku tvoří tzv. pseudoobiloviny, jako je např. pohanka, patřící do čeledi rdesnovité (*Polygonaceae*), dále amarant, patřící do čeledi amarantovité (*Amaranthaceae*) a mexická quinoa (*Chenopodiaceae*). Společný botanický původ obilovin čeledi lipnicovité předurčuje jejich značnou vzájemnou podobnost jak ve struktuře a tvorbě zrna, tak v jeho chemickém složení, tj. např. v uspořádání obalových a podobalových vrstev zrna nebo v zastoupení jednotlivých aminokyselin v obilné bílkovině nebo mastných kyselin v tukových složkách. [1]

Obiloviny výrazně ovlivňují výživovou bilanci světové populace ve všech světadílech. Uplatňují se jednak pro lidskou výživu, kde mezi nejdůležitější patří pšenice a rýže, jsou hlavní surovinou pro výrobu potravin, ale slouží i pro výživu hospodářských zvířat a malé množství se zpracovává technicky, např. pro výrobu škrobu a lihu. Podle údajů FAO dodávají obiloviny lidstvu téměř polovinu energetické hodnoty ve stravě. [2] Odhaduje se, že u průměrného středoevropského obyvatele pokrývají obiloviny potřebu hlavních výživových složek asi takto: energetickou spotřebu 40 - 45 %, sacharidy 55 %, bílkoviny až 40 %, tuky 10 %, železo až 25 %, vápník až 15 %, vitamin B₁ - 30 %, B₂ - 15 %, fosfor 25 % atd. [25]

Na zabezpečení bílkovin v lidské výživě se podílejí tři druhy potravin a to maso, obiloviny a mléko. Obiloviny jsou v tomto případě na druhém místě, jejich podíl je jen o něco nižší než u masa. Jsou tedy významným zdrojem bílkovin v naší výživě, přičemž předností těchto rostlinných bílkovin, a tedy i samotného obilí, je vyloučený přívod nežádoucích složek potravy, jako například cholesterolu a přinášejí jen nepatrný obsah tuku na rozdíl od živočišných potravin. [4] Poměrně dlouho se orientoval výzkum hlavně na škrob a bílkoviny, až poté na vitaminy a minerální látky. Ostatní složky se z výživového hlediska považovali za bezvýznamné, balastní látky. V souvislosti se zdokonalením analytické techniky a poznáním fyziologie výživy, zejména pokud jde o vytváření různých komplexů, bylo nutné dosavadní poznatky přehodnotit, takže v současné době je i těmto minoritním složkám věnována náležitá pozornost. Jde především o neškrobové polysacharidy (vlákninu) a mezi nimi o imunoaktivní glukany. [5, 6] V době nedávno minulé bylo chybou, že se u cereálií nerozli-

šovaly různé druhy sacharidů. Do jedné skupiny se řadily vedle jednoduchých cukrů a škrobů i jiné polysacharidy, které dnes zahrnujeme pod pojem potravinová vláknina. [3]

1.1 Anatomická stavba obilného zrna



Obr. 1. Podélný řez pšeničným zrnem se znázorněním jeho morfologických vrstev. [1]

Morfologická skladba zrna všech obilovin je přibližně shodná. Zrna se liší především tvarem, velikostí 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 zrnko pluchy nebo je nahé a tvar zrna. Pšenice, žito a kukuřice mají zrna nahá, tzn. že při mlácení zrna vypadává samotné zrnko z obalů, které tvoří na jiných zrnech přirostlé pluchy. [1]

Anatomická stavba obilného zrna má význam nejen při jeho hodnocení, ale také při skladování a následném zpracování. Každá obilka se skládá z obalových vrstev endospermu a klíč-

ku. Hmotnostní podíl jednotlivých částí zrna je rozdílný u jednotlivých obilovin a je proměnlivý vlivem vnitřních a vnějších faktorů. Jednotlivé složky zrna mají různé strukturní, mechanické a fyzikálně chemické vlastnosti a plní v životě obilky i při následném využití a zpracování své specifické funkce. [2]

Obalové vrstvy (*ektosperm*) – tvoří cca 8 – 12,5 % hmotnosti zrna. Jsou tvořeny několika vrstvami buněk, jež chrání klíček a endosperm před vysycháním a mechanickým poškozením. Během zrání se z jednotlivých buněk ztrácí cytoplasma a nakonec zůstávají pouze zhrublé zděvnatělé stěny. Obalové vrstvy mají dvě hlavní části – oplodí a osemení. [2, 7]

Oplodí (*perikarp*) tvoří: pokožka (*epidermis*), buňky podélné (*epikarp*), buňky příčné (*mesokarp*) a buňky hadicové (*endokarp*)

Osemení (*perisperm, testa*) je tvořeno vrstvou barevnou a hyalinní (skelnou).

Obalové části jsou cenným zdrojem vlákniny (celulosa a hemicelulosa) a minerálních látek (vápníku, železa, hořčíku, křemíku, fosforu). Vnější vrstvy (oplodí) jsou složeny převážně z nerozpustných polysacharidů typu celulosy s velkou mechanickou pevností, mohou sloužit jako zdroj nestravitelné vlákniny. Osemení je složeno rovněž z polysacharidů, které ale s vodou bobtnají nebo se částečně rozpouštějí a jsou schopny vodu pevně vázat. [2] Další složkou osemení jsou barviva, která nesou barevné buňky a určují tak vnější barevný vzhled zrna. [1]

Aleuronová vrstva se nachází mezi obalovými vrstvami a endospermem, tvoří asi 8 % z celého zrna a obsahuje především protoplasmatické bílkoviny, tuky, vitaminy a minerální látky. Technologicky bývá zahrnována do celkového endospermu. Obsahuje podstatně více bílkovin (cca 30 %) než ostatní endosperm, ale tyto bílkoviny nepatří většinou k lepkotvorným a nejsou nositelem pekařské síly mouky. [1, 2]

Endosperm (vnitřní obsah zrna) představuje největší podíl zrna (84 - 86 %). Je tvořen velkými hranolovitými buňkami a poměrně jemnou buněčnou blánou. Obsahuje hlavně škrob, který tvoří téměř 75 % a bílkoviny s cca 10 % z obsahu endospermu. [2]

Klíček (*embryo*) tvoří nejmenší, avšak nejvíce kolísající podíl zrna. U pšenice 2,5 - 3 %, u kukuřice 12 - 15 %. Je cenným zdrojem tuků, jednoduchých cukrů, bílkovin, enzymů a vitaminů rozpustných v tucích (E a skupiny B). Významný je štítek, který je až z jedné třetiny zastoupen bílkovinami. Při mlýnském zpracování je klíček oddělován, protože má

na vzduchu velmi krátkou stabilitu a mohl by způsobovat žluknutí vzhledem k vysokému obsahu tuku. Kromě krmných účelů mají obilné klíčky uplatnění v potravinářském a farmaceutickém průmyslu. [2]

1.2 Chemické složení obilného zrna a význam jednotlivých komponent

Chemické složení kolísá podle oblastí, odrůdy, hnojení, doby setí, agrotechniky, klimatických podmínek a celé řady dalších činitelů. [2] Obilné zrno se skládá ze dvou hlavních částí, a to z vody a sušiny. Obsah vody se pohybuje přibližně od 12 do 15 %, zbytek tvoří sušina, která obsahuje nejčastěji kolem 75 % sacharidů, 10 - 15 % bílkovin a 2 % lipidů. [8]

Zastoupení hlavních chemických složek v jednotlivých částech zrna je velmi rozdílné. Národně to ukazuje Tab. 1., z níž je zřejmé, že nejvyšší podíl bílkovin, minerálních látek a lipidů je v klíčku a aleuronové vrstvě. Důsledkem toho je, že pokud se mouka ve mlýně vymílá do vyššího stupně vymletí a vydírá se do mouky i aleuronová vrstva, obsah popela, bílkovin a lipidů v mouce se zvyšuje. [1]

Tab. 1. Rozdělení látkového složení v jednotlivých částech zrna v % sušiny. [2]

Složka	Popel	Bílkoviny	Tuky	Celková vláknina	Pentosany	Škrob
Oplodí a osemení	3,4	6,9	0,8	50,9	46,6	0,0
Aleuronová vrstva	10,9	31,7	9,1	11,9	28,3	0,0
Klíček	5,8	34,0	27,6	2,4	0,0	0,0
Endosperm	0,6	12,6	1,6	0,6	3,3	80,4

1.2.1 Sacharidy

Sacharidy tvoří hlavní část zrna a nacházejí se jak v buněčných stěnách, tak v plastidech (škrobová zrna v endospermu), vakuolách nebo i cytoplasmě. Sacharidy obsažené v potravě ovlivňují nejen hladinu energie, ale také celkovou fyzickou aktivitu, chování, psychickou vyrovnanost a další významné ukazatele, které v souhrnu můžeme vyjádřit jako vitalitu. Role sacharidů ve výživě se obecně odvíjí od jejich zařazení do základních tříd. Tyto jsou členěny podle stupně polymerizace monosacharidů na jednoduché cukry, oligosacharidy a polysacharidy. [9]

Využívají se především jako zdroj energie, 1 g cukru poskytuje 17 kJ, (tj. 4 kcal) a proto se spolu s bílkovinami a lipidy řadí k hlavním živinám. [10] Obiloviny obsahují v průměru 65 - 75 % sacharidů a právě tento velký obsah sacharidů byl důvodem, proč se obiloviny považují za zdroj energie. [11] Cukry získané potravou podléhají při přeměně v organismu mnoha reakcím. Polysacharidy se postupně štěpí sacharidasami na oligosacharidy a ty se hydrolyzují případně až na monosacharidy. V tenkém střevě se řada cukrů vstřebává aktivně nebo difúzí do tělních tekutin. Jsou transportovány do jater, kde se transformují na glukosu, která je klíčovou sloučeninou metabolismu a zdrojem energie u živočichů i rostlin. Oxidací glukosy vznikají jednoduché organické sloučeniny, konečnými produkty oxidace jsou oxid uhličitý a voda. Přebytek glukosy se v živočišném organismu skladuje v játrech a ve svalích jako glykogen. [10]

Dále se v organismu mohou částečně syntetizovat z aminokyselin a glycerolu. Příjem sacharidů je ale nutný z důvodu zabránění odbourávání tkáňových proteinů a rychlé oxidaci tuků spojené se vznikem ketoacidózy. Při velkém nedostatku sacharidů dochází k úbytku svalové hmoty, překyselení organismu a negativnímu ovlivnění psychiky. K prevenci ketoacidózy a ztrát bílkovin svalů postačuje příjem 50 – 100 g sacharidů za den, přičemž za horní hranici je považována hodnota přibližně 500 g. Průměrný příjem sacharidů většiny lidí činí 100 – 300 g denně. [12]

1.2.1.1 Monosacharidy

Monosacharidy jsou základními stavebními jednotkami oligo- a polysacharidů. Volné se vyskytují ve zralých obilných zrnech pouze v nepatrném množství a jedná se především o pentosy a hexosy. [1] V cereálních výrobcích je obsah monosacharidů proměnlivý. Závisí na stupni hydrolyzy škrobů. [10]

Pentosy: arabinosa, xylosa - jsou základní složky vysokomolekulárních pentosanů.

Hexosy: glukosa, fruktosa – v pšeničném zrně se vyskytují v nepatrném množství, více je obsaženo v zrně žita. Glukosa je hlavní složka pro tvorbu škrobu a celulosy. [2] Důsledkem příjmu glukosy potravou je výrazné zvýšení hladiny glukosy v krvi. Hladinu krevní glukosy reguluje kromě dalších látek insulin vylučovaný pankreatem. [10]

1.2.1.2 Oligosacharidy

Oligosacharidy jsou tvořeny molekulami monosacharidů vzájemně spojenými glykosidickými vazbami. Příklady pro nás významných oligosacharidů jsou maltosa (složená ze dvou molekul glukosy vazbou α - 1,4), isomaltosa (ze dvou molekul glukosy vazbou α - 1,6) a sacharosa, kterou tvoří molekula glukosy a fruktosy. Ve zralém, neporušeném a suchém zrně se vyskytují ve velmi nízkých koncentracích. Pouze klíček obsahuje vyšší množství sacharosy, cca 0,6 %. Výjimkou je např. žitný klíček s koncentrací sacharosy až 3 %. Zrno obsahuje také cca 0,2 - 2 % maltosy, která vzniká jako předposlední produkt hydrolyzy škrobu (před glukosou) a u narušeného škrobu se vyskytuje ve větším podílu. Dále je v klíčku obsažen trisacharid rafinosa, jehož množství může dosáhnout až 4 %. Sacharosa a maltosa se řadí mezi kariogenní cukry. [1, 2, 7]

1.2.1.3 Polysacharidy

Z technologického hlediska jsou vedle bílkovin nejvýznamnější skupinou biopolymerů obilovin polysacharidy, které mají v rostlině funkci zásobní a stavební. Zásobní polysacharidy, jejichž hlavním představitelem je v rostlinách škrob, jsou pro organismy zdrojem či rezervoárem energie. Stavební (strukturní) polysacharidy jsou základem buněčných stěn rostlin a tudíž vlastně nosným skeletem rostlinných pletiv. Jejich zástupci jsou např. celulóza, hemicelulózy, lignin aj. Jsou to látky převážně nerozpustné ve vodě, nerozpouštějí se snadno ani kyselinami. Další skupinou rozpustných nebo ve vodě bobtnajících polysacharidů, které jsou schopny vytvářet vysoko viskózní a vysoko koloidní systémy jsou např. žitné pentosany, ječné a ovesné β - glukany. [1]

Z nutričního hlediska se rozeznávají polysacharidy obilovin:

- **využitelné** – škrob
- **nevyužitelné** - celulóza, hemicelulózy, pektin a lignin. Jsou nevyužitelné (balastní), neboť enzymový aparát pro jejich trávení u člověka a dalších monogastrických živočichů chybí (neštěpí se sacharasami trávicího ústrojí). [10]

Škrob

Škrob je nejvýznamnějším sacharidem v zrně obilovin a tvoří základní složku výživy lidí a zvířat. Chemicky je škrob kombinací dvou typů polysacharidů amylosy (s lineární moleku-

lou) a amylopektinu (s větvenou molekulou), přičemž v normálních obilných škrobech v průměru tvoří 74 - 79 % amylopektin, 25 - 30 % amylosa a 1 % lipidy. Poměr obou polysacharidů má hlavní vliv na bobtnání a gelové charakteristiky škrobu jako bod mazovatení, bod varu, hustotu, bod tuhnutí, rozpustnost, vařivost nebo texturu zrna a ovlivňuje také tvorbu tzv. rezistentního škrobu. [9] Škrob se v zrně vyskytuje v kolísavém množství 50 - 70 %, dle druhu, odrůdy a podmínek vegetace. Varem s kyselinami se škrob štěpí až na svou základní složku glukosu, působením amylytických enzymů na disacharid maltosu jako konečný produkt, meziprodukty jsou při tom dextriny. Škrob obsahuje také některé minerální látky, hlavně kyselinu fosforečnou a vysokomolekulární mastné kyseliny. [25] Při studiu nutričních hodnot potravin se pozornost odborníků v poslední době obrací k rezistentním škrobům, které nejsou tráveny v tenkém střevě, avšak částečně jsou fermentovány mikroflórou ve střevě tlustém. Vznikají při tom mastné kyseliny s krátkými řetězci, jejichž přítomnosti a vzájemnému poměru se připisuje úloha v prevenci některých onemocnění tlustého střeva. V případě kyseliny máselné je to vliv na dělení a diferenciaci maligních buněk, a tedy snížení rizika vzniku karcinomů, kyselina propionová pak působí mj. příznivě na hladinu cholesterolu. [3]

Neškrobové polysacharidy

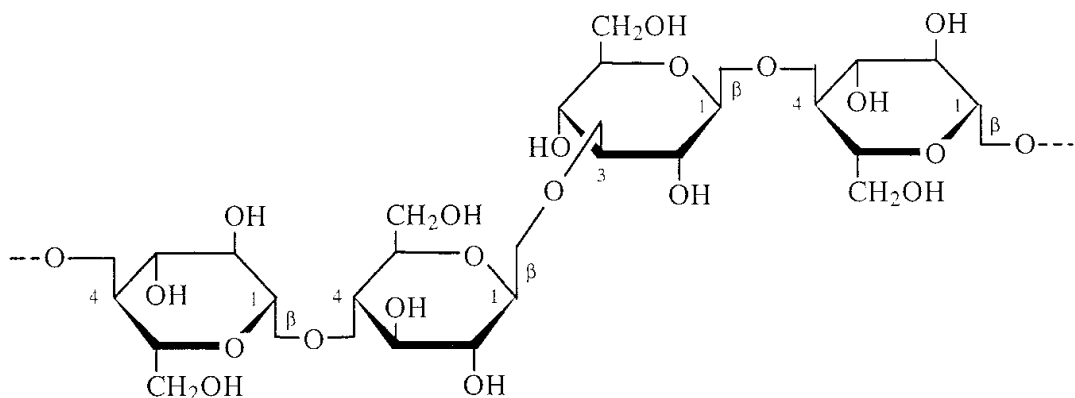
Celulosa – je základem vlákniny a představuje nejrozšířenější polysacharid v rostlinách, kde je součástí buněčných stěn. Trávicí enzymy vyšších živočichů neobsahují enzymy celulasu a celobiasu, takže k jejímu využití může dojít pouze v symbióze s mikroorganismy, které tyto enzymy vytvářejí. Přežvýkavci mají aktivní mikroflóru v předžaludcích, ostatní zvířata a člověk v slepém střevě a tlustém střevě. Glukosová jádra jsou navzájem spojena β - 1,4 vazbami a tak dávají vznik velkým molekulám celulosy (250 - 2300 molekul beta D - glukosy). [1, 12]

Lignin – je základní složkou nerozpustné vlákniny, nachází se v otrubách a zejména v pluchách ječmene a ovsa. Je nerozpustný, složen z jednotek fenypropanu. [2] V zažívacím traktu se lignin nerozkládá, štěpí se pouze vazby mezi ligninem a ostatními polymery. [10]

Hemicelulosa – vyskytuje se v rozpustné i nerozpustné formě. Rozpustná hemicelulosa je u obilovin označována termínem *pentosany*. [9] Pentosany rozpustné ve vodě se často označují jako slizy a jejich základem je xylosa a arabinosa tvořící polymerní řetězce arabino-

xylany, které tvoří prostorovou síť žitného těsta. Pentosany jsou silně hydrofilní a jsou schopny vázat velké množství vody. [2]

β - glukany – hexosany, rozpustné polysacharidy, které provázejí pentosany. Jsou hlavní složkou buněčných stěn ječmene a ovsy, v zrně pšenice se nacházejí pouze v malém množství. [2, 9] Ovesné a ječné β - glukany se liší od celulosy tím, že přibližně jedna čtvrtina jednotek není připojena svým prvním uhlíkem v molekule na 4. uhlík sousední glukosové jednotky, ale je připojena na její 3. uhlík. Podíl vazeb β - 1,4 a β - 1,3 je tedy přibližně 3 : 1. To způsobuje, že tyto β - glukany mohou vytvářet vysokoviskózní gely, které zpomalují vyprazdňování žaludku a prodlužují tak pocit nasycení. [1] Hypercholesterolemický efekt β - glukánů vede k redukci potenciálního rizika ischemické choroby srdce. [19] V USA ve Výzkumném centru pro prevenci chorob před několika lety dokázali klinickými pokusy, že u sledovaného souboru zdravých osob se po konzumaci pokrmů obsahujících kolem 50 g tuku zhoršuje tok krve, je-li však tentýž pokrm doplněn současně porcí ovesné kaše s 3,5 g β - glukánové rozpustné vlákniny, zůstává krevní tok respondentů zcela normálním. [47]



Obr. 2. Základní struktura β - glukánů s kombinovanými vazbami (1 \rightarrow 3), (1 \rightarrow 4). [10]

Potravinová vláknina

Za vlákninu potravy jsou považovány neškrobové polysacharidy, lignin, rezistentní oligosacharidy a rezistentní škrob. Tyto jsou obsaženy jak v povrchových vrstvách zrna, tak i v endospermu, kde tvoří zejména buněčné stěny. Hlavní složkou buněčných stěn jsou celuloza, hemiceluloza, pektiny, hydrokoloidy (gumy) a lignin. [9]

Podle rozpustnosti ve vodě se rozeznává vláknina:

- **rozpustná vláknina**
- **nerozpustná vláknina**

K rozpustné vláknině se řadí určitý podíl hemicelulos, kam patří asi třetina strukturních arabinoxylanů, čtvrtina až polovina β - glukánů ječmene a pektiny. Hlavní složkou nerozpustné vlákniny je celulosa, určitý podíl hemicelulos a dále lignin. Poměr nerozpustné a rozpustné vlákniny v potravě by měl být 3 : 1. [10]

Význam potravinové vlákniny ve výživě člověka

Při studiu potravinové vlákniny se s průběhem doby zjistily závažné dietetické vlastnosti, které mohou významně napomáhat v boji proti některým obávaným chorobám. Vláknina je schopna vázat na sebe část cholesterolu, který s ní pak odchází z těla stolicí. Mimo to ovlivňuje v příznivém směru i odbourávání cholesterolu na žlučové kyseliny v játrech. Bobtnající složky vlákninových polysacharidů na sebe váží žlučové kyseliny a zabraňují tak zpětné resorpci. Aby se zachovalo normální složení žluči, musí organismus další žlučové kyseliny vytvářet z cholesterolu a tak se postupně sníží jeho hladina v krevním séru, což se považuje za hlavní příčinu příznivého působení vlákniny na výskyt a rozvoj kardiovaskulárních chorob. [3, 25]

Vláknina také příznivě ovlivňuje fyziologickou funkci trávicí soustavy. Rychlost průchodu trávené potravy střevním traktem totiž ovlivňují právě objemné polysacharidy typu celulosy, hemicelulosy, lignocelulosy, které jsou složkami vlákniny. Rychlost průchodu tráveniny souvisí s některými střevními chorobami, jako jsou chronické zácpy, záněty slepého střeva a nádorová onemocnění. Obsahuje-li trávenina více vlákniny, zvětšuje se její objem a urychluje se tak její průchod střevem. Přítomné kancerogenní látky se tak zředí a nemohou dlouho působit na střevní stěny. [25]

Bez významu není ani úloha vlákniny v redukčních dietách. Objemnější strava vyvolá dříve pocit nasycení a také déle setrvává v žaludku. Cereální vláknina má také schopnost snižovat riziko z příjmu kontaminované potravy. Pšeničné otruby mohou vázat aflatoxin B₁ (toxin plísní), který pak odchází z těla se stolicí bez toho, že by se vstřebával a působil tak škody v organismu. [25]

Bohužel potravinová vláknina má kromě příznivých vlastností také své negativní stránky. Se zvyšováním obsahu vlákniny ve výrobcích z obilovin narůstá i obsah kyseliny fytové, která vytváří s vápníkem, hořčíkem, ale i železem, zinkem a mědí nerozpustné komplexy a tudíž negativně ovlivňuje využitelnost těchto prvků v lidském organismu. Je zde také možnost vzájemného působení mezi složkami potravinové vlákniny a některými léky, zejména antibiotiky, hormony a jejich deriváty, což může mít za následek ovlivnění jejich účinnosti v organismu. Diskutovaná bývá někdy i přednost urychleného průchodu tráveniny střevním traktem zásluhou přítomného většího podílu vlákniny a tedy i objemnější stolice. Z hlediska využitelnosti některých nutričně významných látek, např. vitaminů to může být nevýhodou, neboť se prostě nestačí dokonale vstřebat. Nelze opomenout i vznik nepříjemného kvašení v trávicím ústrojí a s tím spojené nadměrné plynatosti, což některým jedincům prakticky znemožňuje příjem většího množství vlákniny v potravě. [3, 25]

Z uvedeného výčtu kladných i záporných znaků významu vlákniny v naší potravě je zřejmé, že tato problematika vůbec není jednoduchá a měla by být i nadále předmětem zkoumání. [3, 25]

1.2.2 Bílkoviny

Velmi důležitou roli, jak z hlediska mlýnsko-pekárenské technologie tak i z nutriční a krmné hodnoty obilného zrna, hrají dusíkaté látky a z nich především bílkoviny. Nebílkovinné N-látky jsou zastoupeny v převážné míře amidy a aminokyselinami v aleuronové vrstvě a v klíčku. Nejvyšší množství bílkovin se nalézá v zrně pšenice, kolísá ve značném rozmezí od 8 do 20 %, jsou ovšem i případy, kdy se při ve vegetačních pokusech získalo zrno s více než 30 % bílkovin v sušině. [25]

Základní stavební složkou jsou aminokyseliny. Zcela dominantní aminokyselinou v obilovinách je kyselina glutamová, která je přítomna ve formě svého aminu glutaminu, představuje více než jednu třetinu z celkového obsahu aminokyselin. Druhou nejvíce obsaženou aminokyselinou je prolin, a to více než 10 % v pšeničné bílkovině, který díky svému strukturnímu uspořádání dává předpoklady k vytvoření pružné prostorové bílkovinné struktury pšeničného těsta. [2] Pokud jde o zastoupení bílkovin v zrně, relativně největší množství se nachází v aleuronové vrstvě a v klíčku, kde se vyskytují ve formě metabolicky a geneticky aktivních látek, např. enzymů, nukleoproteinů apod. V endospermu ubývá bílkovin směrem do středu. [25]

Z nutričního hlediska si největší pozornost zasluhuje osm tzv. esenciálních čili nezbytných aminokyselin: lysin, valin, leucin, isoleucin, methionin, threonin, fenylalanin a tryptofan. Tyto aminokyseliny jsou pro člověka nezbytné, protože si je jeho metabolismus neumí sám syntetizovat. [25] Rostlinné zdroje bílkovin se liší od živočišných tím, že jsou obvykle v jedné či více esenciálních aminokyselinách limitované, tzn. že určitá esenciální aminokyselina není přítomna vůbec nebo je z hlediska potřeby proteosyntesy její množství koncentračně velmi malé. U obilovin to bývá lysin. Z tohoto důvodu je třeba, v případě náhrady bílkovin pouze rostlinnými zdroji, mít stravu pestrou a vzájemně jednotlivé zdroje kombinovat. [12]

Proteiny mohou být tvořeny pouze polypeptidickým řetězcem – jednoduché bílkoviny (proteiny), nebo mohou být složené (proteidy), tzn. obsahují v molekule ještě jiné látky nebílkovinné povahy, jako např. glykoproteidy, obsahující sacharidické složky a lipoproteidy, obsahující lipidické složky. [2] V roce 1907 publikoval Osborn frakcionaci pšeničných proteinů na základě jejich rozpustnosti v různých rozpouštědlech. Bílkoviny tak byly rozděleny do 4 skupin:

- 1) **albuminy** – rozpustné ve vodě
- 2) **globuliny** – rozpustné v roztocích solí
- 3) **prolaminy** – rozpustné v 70 % etanolu
- 4) **gluteliny** – zčásti rozpustné ve zředěných roztocích kyselin a zásad

Dále se jednoduché bílkoviny dělí podle funkčních vlastností na *protoplasmatické* (albuminy a globuliny), které se nachází hlavně v klíčku a aleuronové vrstvě a *zásobní* (prolaminy a gluteliny), které tvoří podstatnou část obilného zrna. [1]

Tab. 2. Zastoupení jednotlivých frakcí N-látek v zrně obilovin v %. [9]

Obilovina	Albuminy	Globuliny	Prolaminy	Gluteliny
Pšenice	9 - 15	6 - 7	33 - 45	40 - 46
Žito	10 - 44	10 - 19	21 - 42	25 - 40
Ječmen	12	8 - 12	25 - 52	52 - 55
Oves	10 - 20	12 - 55	12 - 14	23 - 54
Rýže	5 - 11	10	2 - 7	77 - 78
Kukuřice	4 - 8	3 - 4	47 - 55	38 - 45

1.2.2.1 Lepek

Největší význam mají bílkoviny pšenice, které se liší od ostatních rostlinných bílkovin svou schopností tvorby lepku, pružného gelu. Lepek má rozhodující úlohu při tvorbě těsta a určuje jeho pekařské vlastnosti. [2] Vypraný lepek obsahuje průměrně 90 % proteinů, 8 % lipidů a 2 % sacharidů v sušině. Tradičně byly za klíčovou složku uvažovány proteiny dvou frakcí a to prolaminů a glutelinů. Jsou zde zastoupeny ve vzájemném poměru přibližně 2 : 3. Pšeničné prolaminy (gliadiny) poskytují lepku tažnost. Pšeničné gluteliny (glutenin) poskytují těstu pružnost a bobtnavost. [1]

U menší části populace vyvolává pšeničný lepek (určité frakce gliadinu) trávicí alergii, hlavně u dětí, zvanou celiakie. [2] Celiakální sprue (celiakie, glutenová enteropatie) je chronické celoživotní onemocnění, charakterizované trvalou nesnášenlivostí lepku (glutenu) - prolaminů (gliadinů) a glutelinů (gluteninů), obsažených v obilninách, jako je pšenice, žito, ječmen a oves. Projevem jsou typické zánětlivé změny sliznice tenkého střeva. Tyto změny vedou k porušenému vstřebávání všech živin, minerálů, vitaminů i vody. Vyskytují se různé klinické formy od plně rozvinutých až k formám neúplným či zcela bezpříznakovým, které se odvíjí od stupně postižení sliznice. [12]

S onemocněním se setkáváme nejčastěji v dětském věku, ale může se projevovat kdykoliv v dospělosti. Výskyt je celosvětový, ale s výraznými regionálními rozdíly a v naší středoevropské oblasti je udáván počtem 1 : 200 - 300 porodů, přesné údaje ale chybí. Onemocnění popsal poprvé Samuel Gee (1888) u dětí, vyvolávající příčinu předpokládal v potravě, ale neurčil ji. Až Dicke v roce 1950 doložil, že tímto dietním faktorem je lepek, bílkovinný komplex obsažený v povrchních vrstvách obilních zrn. Mechanismus poškození střevní sliznice dosud nebyl spolehlivě objasněn, jde zřejmě o abnormální imunitní reakci na lepek, resp. jeho gliadinové štěpy. Ve sliznici nemocných dochází k tvorbě antigliadinových protilátek, tyto ji pak poškozují a spouští zánětlivý proces. Dokladem genetické dispozice je dědičnost (asi 10 % u příbuzných I. stupně) i časté laboratorní či bioptické odchylky u bezpříznakových rodičů postižených dětí. [12] Pro bezlepkovou dietu jsou vhodné cereální výrobky zejména z kukuřice, rýže, pohanky, prosa, merlíku a amarantu. Zakázané jsou veškeré výrobky (mouka, výrobky obsahující mouku, konzervy a uzeniny neoznačené logem bezlepkového výrobku) z ječmene, pšenice, žita a ovsu. [2, 12]

1.2.3 Lipidy

Na tuky (lipidy) jsou zrna většiny obilovin chudá. Obsah se pohybuje kolem 2 % v rozmezí zhruba od 1,5 do 3 %, pouze u ovsu, čiroku, prosa a kukuřice je obsah tuku vyšší 4-7 %. Jako zdroj energie pro člověka mají tedy lipidy obilovin jen okrajový význam. Přesto však, i při malých množstvích, jsou významné svou biologickou hodnotou. Z hlediska rozložení v jednotlivých částech zrna je nejvíce lipidů v klíčku (8 - 10 %, někdy až 15 %), a v okrajových zónách, zvláště v aleuronové vrstvě (3 - 4 %), zatím co v endospermu pouze kolem 1 %. [2, 57]

Tuk obilovin je až z 80 % tvořen nenasycenými mastnými kyselinami, které přispívají ke snižování hladiny cholesterolu v krvi, správnému vývoji mozku a předcházení kardiovaskulárních chorob. Nejvíce je zastoupen kyselinou linolovou – 50 % a olejovou – 30 %, zbytek připadá na nasycené mastné kyseliny. Mezi obilné lipidy řadíme také, v relativně značném množství přítomnou skupinu fosfolipidů, což jsou sloučeniny kyseliny fosforečné s glycerolem a dalšími látky. Lecitin s dusíkatým cholinem, je typickým představitelem této skupiny, který má v metabolismu člověka důležitou úlohu. Je stavebním kamenem při tvorbě nervů a mozku. Jeho součástí cholin je biogenní amin, kterému je připisováno příznivé působení na snížení krevního tlaku a omezení nadměrného ukládání tuku. Jeho nedostatek může být příčinou nežádoucího ztuhnutí jater. Lecitin, a tedy i cholin, je poměrně rovnoměrně zastoupen v celé hmotě obilí [57]

Dalšími pravidelnými průvodci tuků v obilném zrnu jsou též některé steroly, v tucích rozpustné vitaminy, karotenoidy a bílkovino-lipoidní komplexy. Karotenoidům vděčí endosperm za své jemně nažloutlé zbarvení. Vyšší obsah má především pšenice tvrdá (*Triticum durum*), jež je využívána na výrobu semolinové mouky, která tvoří základ pro výrobu bezvaječných těstovin. [1, 2, 57]

Cereální lipidy mohou ovšem někdy sehrát i negativní roli při skladování zrna a mlýnských produktů určených k potravinářským či krmivářským účelům. Jejich oxidační změny se projevují zhoršením sensorických vlastností produktů, které známe pod pojmem žluknutí. [57] Kyselina linolová je jednou z těch nenasycených mastných kyselin, které podléhají velmi snadno oxidaci. [1] Ještě náchylnější je kyselina linolenová, která je ovšem obsažena v menším množství. [2] Oxidované tuky jsou většinou hůře stravitelné a odštěpené oxidované mastné kyseliny jsou hůře vstřebatelné než výchozí neoxidované tuky. Vyšší oligomery

vznikající při pokročilé oxidaci polyenových tuků se již vůbec nevstřebávají. Oxidované tuky mají také určitou, i když ne vysokou toxicitu (alespoň v koncentracích, které v potravinách přicházejí v úvahu). Oxidované mastné kyseliny mají antimetabolický účinek a působí proti účinku původních esenciálních mastných kyselin. Hydroperoxidové skupiny v oxidovaných lipidech mohou poškozovat přítomné lipofilní vitaminy i jiné biologicky aktivní složky. Kromě toho mohou reagovat také s bílkovinami trávicího a oběhového systému. [12]

1.2.4 Minerální látky

Obsah minerálních látek se v zrně obilovin pohybuje v rozmezí 1,4 až 3,1 % (nejčastěji mezi 1,4 – 2,0 %) v závislosti na odrůdě a podmínkách pěstování, přičemž jejich koncentrace je nejvyšší v obalových vrstvách (především aleuronové) a nejnižší v endospermu. [1, 49] Popel obilovin je tvořen převážně oxidem fosforečným, hořčíkem, vápníkem, sírou, sodíkem a železem. Ze stopových prvků obsahuje popel nejvíce zinku, niklu, manganu, boru, mědi, hliníku, bromu, selenu atd. V popelu se často objevují i minerální kontaminanty, zejména těžké kovy. [1] Z biogenních minerálních prvků mají převahu fosfor a draslík, naopak na vápník je obilné zrnó chudé. Denní doporučená dávka se udává 0,6 – 1,0 g Ca. V celozrnných produktech je však přítomno ve 100 g jen okolo 0,05 g a v endospermu pouze 0,015 g tohoto prvku, přičemž využitelnost je 25 až 40 %-ní. Vysoký obsah fosforu (někdy až desetinásobek obsahu vápníku) deformuje doporučený vzájemný poměr těchto prvků 1,2 až 2,0 : 1 v neprospěch vápníku. Výživa makrobiotiků a veganů, kteří nepožívají mléko nebo jiný zdroj vápníku je tedy na vápník silně deficitní, což může vést k nebezpečným poruchám u dětí. [49]

Ve 100 g sušiny např. pšenice je průměrně 450 mg fosforu, 380 mg draslíku, 160 mg síry, 140 mg hořčíku, 60 mg vápníku, 30 mg sodíku, 5 mg železa, 4,5 mg manganu, 3 mg zinku, 2,5 mg bóru, 0,7 mg mědi, a stopové množství molybdenu, selenu, chrómu, arzenu, kobaltu, vanadu a halogenů. [49]

Pro dostatečné zásobení organismu minerálními látkami je ovšem důležitá nejen jejich nabídka v potravě, ale i jejich využitelnost, tj. stupeň resorbovatelnosti. Rychlou resorbci vykazují např. alkalické kovy sodík a draslík, u jiných je limitována přítomností, buď podporujícími nebo potlačujícími substancemi. Mezi potlačující patří kyselina fytoová a rovněž balastní látky typu vlákniny. Minerální stopové prvky mají často schopnost vytvářet s různými sloučeninami komplexy, a proto jsou resorbovány v rozdílné míře. [49]

1.2.5 Vitaminy

Obiloviny jsou donátory celé řady vitaminů, což je další důvod, proč jsou pro naši výživu důležité a zdravotníky doporučované. [49] Obecně je třeba říci, že endosperm obilovin je na vitaminy chudý. Ve výrazně větším množství se vitaminy vyskytují v obalových částech a klíčku. [1] Obiloviny je možno považovat za bohatý zdroj vitaminů skupiny B. Thiamin, riboflavin, niacin, kyselina pantotenová, pyridoxin, kyselina listová a biotin se vyskytují v obalových vrstvách většiny obilovin a v klíčcích. Ve světlých moukách zbývá podle stupně vymletí jen cca 10 - 20 % původního obsahu vitaminů skupiny B v zrna. V tmavých moukách může být zachováno až 40 % původního obsahu. Kyselina nikotinová a nikotinamid (niacin), další z vitaminů skupiny B jsou ve vyšších množstvích obsaženy v pšenici a ječmeni. [49] Množství niacinu v zrně obilovin dosahuje požadovaných hodnot již v malém objemu konzumovaného zrna. Mezi nutričně cenné fytochemikálie se řadí kyselina listová, která má vztah ke správné tvorbě krve. Vitaminy skupiny B jsou důležité pro zdravý nervový systém, světločivost, ale i stravitelnost živin a mnohé další tělesné funkce. [9] Klíčením zrna lze obsah některých vitaminů zvýšit a navíc soubor běžně se vyskytujících vitaminů obohatit o kyselinu askorbovou (vitamin C), která se syntetizuje při biologickém procesu klíčení. Bylo prokázáno, že obsah vitaminů v zrně obilovin je odrůdovou vlastností. Podle statistických údajů kryjí cereálie u průměrného spotřebitele potřebu thiaminu z 30 %, riboflavinu z 16 %, a niacinu z 25 %. [49]

Vitamin E (α - tokoferol) se ve vysoké koncentraci vyskytuje v pšeničných klíčcích, z nichž se izoluje při výrobě vitaminových preparátů. Vitamin E je velmi silný antioxidant, který chrání před vznikem krevních sraženin, zlepšuje cirkulaci krve a napomáhá regeneraci kůže. [2, 9] Nažloutlost mouky je dána přítomností karotenů (provitamin A), které jsou rozptýleny v endospermu. Na tomto zbarvení se podílí i další žluté rostlinné barvivo xantofyl, ten se mezi vitaminy však neřadí. Pro bilanci vitaminu A jsou obiloviny bezvýznamné. Vitaminy D jsou součástí lipofilní skupiny vitaminů. Obiloviny obsahují pouze některé jejich prekurzory (steroly), z nichž ozářením UV paprsky vznikají vitaminy skupiny D. [7]

Ve 100 g sušiny např. pšenice se nachází průměrně 0,45 mg thiaminu, 0,13 mg riboflavinu, 5,0 mg niacinu, 1,0 mg kyseliny pantotenové, 0,38 mg pyridoxinu, 0,13 mg kyseliny listové, 0,015 mg biotinu, 3,0 mg tokoferolů a 0,01 mg karotenu. [49]

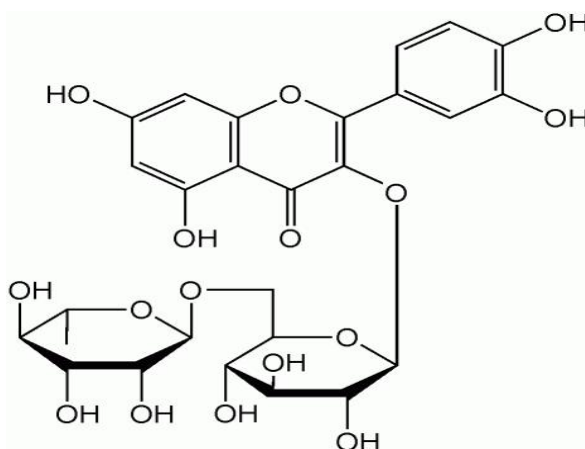
1.2.6 Biologicky významné látky

Antioxidanty

Antioxidanty jsou významné svou schopností vázat volné radikály. Bylo zjištěno, že zpomalují, blokují nebo zabraňují oxidačním změnám látek v lidském těle a buňkách. Hrají významnou roli v prevenci stárnutí, srdečních onemocnění, některých typů rakoviny, lupénky aj. Vzhledem k jejich struktuře mohou být rozděleny na:

- **Polyfenoly** - flavonoidy, lignany, anthokyany, fenolkarboxylové kyseliny a kumariny

Zájem o rostlinné polyfenoly nabývá významu v lékařském výzkumu, protože bylo prokázáno, že některé polyfenolické sloučeniny mají antikancerogenní účinky a antiaterogenní vlastnosti. Příznivý vliv je připisován jejich antioxidačním a chelatačním schopnostem a vlivu na enzymové systémy v organismu. [9] Z dat získaných in vitro a biochemických znalostí je možné na flavonoidy pohlížet jako na složky výživy, které mají blahodárný vliv a účinek především preventivního charakteru proti některým typům rakoviny a srdečním onemocněním; dále je jim připisován antioxidační účinek, pozitivní ovlivnění imunity, či vliv na obnovu jaterních buněk a řadu dalších. [50] Např. flavonoid rutin, který se nalézá hlavně v pohance, má vedle antioxidačních účinků ještě další velmi vítanou funkci - příznivě ovlivňuje pružnost a propustnost krevních kapilár a navíc zlepšuje využitelnost vitamínu C přijatého v potravě. Tyto látky, především lignany, působí i na vnitrobuněčné (intracelulární) enzymy, na syntézu bílkovin a na diferenciaci buněk. Terénní průzkumy ukázaly, že v oblastech s relativně nízkým výskytem rakoviny prsu se v potravě tamních obyvatel vyskytují vyšší obsahy cereálních lignanů, které se u obilovin vyskytují zejména v žitě. [47]



Obr. 3. Strukturní vzorec rutinu.

- **Karotenoidy** – karoteny a xantofyly

β - karoten patří mezi velmi silné antioxidanty, je silnějším antioxidantem než samotný vitamin A. Chrání před účinkem volných radikálů, působí proti infekčním chorobám a nádorům, stimuluje imunitní systém, pomáhá urychlovat hojení ran a je vhodnou prevencí vzniku kardiovaskulárních onemocnění. Chrání buňky před poškozením, zejména působením UV záření, je důležitý pro udržení zdravé kůže, sliznic a oddálení známek stárnutí. [12, 50]

- **Tokoferoly** – vitamin E

Tokoferoly zpomalují stárnutí buněk způsobené oxidací a pomáhají blokovat oxidaci, která přeměňuje LDL cholesterol z formy, jež zůstává v krvi, na formu, jež může ucpávat artérie. V obilních klíčcích je obsaženo převážné množství α - tokoferolu, zatímco tokotrienoly jsou koncentrovány v endospermu. Tokotrienoly inhibují syntézu cholesterolu a jejich antioxidantní aktivita je postatně vyšší v porovnání s vitaminem E. [50]

- **Ostatní** – vitamin C, selen, kyselina linolová a kyselina listová

Vitamin C je primární antioxidant ve vodném prostředí těla a neutralizuje destruktivní volné radikály jako hydroxylové radikály (nejsilnější radikály) a hydroperoxidové radikály (které oxidují lipidy). Vitamin C chrání cholesterol před oxidačním poškozením a recykluje oxidovaný vitamin E zpátky do aktivní formy. V obilce se vyskytuje až po naklíčení, při němž vzniká kyselina askorbová. [50]

Obiloviny obsahují některé další složky ve stopovém množství. Tři z těchto složek mohou být přesto významné. Kyselina fytová (přítomná spíše ve formě rozpustných solí – fytátů hlavně v obalových vrstvách) má schopnost vázat na jednu svou molekulu šest atomů vápníku, hořčíku či dvojmocného železa. Tyto sloučeniny nejsou v lidském organismu rozložitelné, a tudíž takto vázané kovy nejsou již využitelné. Cholin má velký význam pro neuro-motorickou činnost našeho organismu. Jeho výhodným zdrojem je i nízkovymletá mouka, neboť je v obilném zrně rozložen dosti rovnoměrně. Kyselina para-aminobenzoová je významným růstovým faktorem a je nejvíce obsažena v obalových vrstvách zrna. [1] Je třeba zmínit, že v obilném zrně se nacházejí i látky s antinutričními a někdy ještě ne zcela prozkoumanými účinky, jako např. již výše zmíněné fytáty, různé inhibitory enzymů, taniny, isoflavony, lignany, saponiny, látky s estrogení aktivitou, či alergeny, apod., avšak v podstatně menším množství, než v jiných plodinách např. sója. [9, 50]

1.3 Nejvýznamnější obiloviny a jejich význam v lidské výživě

1.3.1 Pšenice

Za pravlast pšenice považujeme území Přední a Malé Asie. Začátky pěstování pšenice úzce souvisí se vznikem polnohospodářství v 10. - 8. tisíciletí před n.l. Archeologické nálezy z tohoto období dokazují pěstování pšenice jednozrnky (*Triticum monococcum* L.) a pšenice dvouzrnky (*Triticum dicoccum* Schrank). V 6. století před n.l. se začala už pěstovat pšenice obyčejná (*Triticum aestivum* L.) a pšenice špalda (*Triticum spelta* L.). Jiné druhy se v těchto nejstarších obdobích nezjistily.



Obr. 4. Pšenice (*Triticum aestivum*) [14]

Pšenice jako nejdůležitější chlebová plodina představuje základní zdroj lidské výživy. Její zrno se využívá na výrobu chleba, těstovin, pečiva a v cukrářství. Pšeničné šrotky a otruby představují vysoce koncentrované krmivo, vhodné pro všechny druhy hospodářských zvířat. [13]

Rod pšenice (*Triticum* L.) patří do čeledi lipnicovitých (*Poaceae*). Na obr. 4. je znázorněna rostlina pšenice (klas, obilka a zrno). Zahrnuje několik druhů, z nichž hlavní jsou: pšenice

obyčejná (*Triticum aestivum* L.) a pšenice tvrdá (*Triticum durum* Desf.). Rod pšenice se dělí zpravidla na tři podrody:

- diploidní pšenice se 14 chromosomy (např. *Triticum monococcum*)
- tetraploidní pšenice s 28 chromosomy (např. *Triticum durum*, *Triticum polonium*, *Triticum dicoccum*)
- hexaploidní pšenice se 42 chromosomy (např. *Triticum aestivum*, *Triticum turgidum*, *Triticum spelta*)

Druhy příslušného rodu se mezi sebou snadno kříží a poskytují fertlní potomstvo. Každý podrod můžeme dále rozdělit na tři typy:

- bezplevnaté (nahé) pšenice
- plevnaté pšenice
- nekulturní, plané pšenice

Nové kultivary vznikly křížením druhu (*Triticum aestivum*) s jinými, které mají zvýrazněné vlastnosti jako například odolnost vůči škůdcům a chorobám, lepší výnos zrna, vyšší obsah bílkovin, vitaminů a lepku, či vhodnost zrn na mletí. [15]

Chemické a nutriční složení zrna

Tab. 3. Hlavní složky jednotlivých částí zrna pšenice. [17]

Chemické komponenty	Obsah jednotlivých složek %			
	Celé zrna	Aleuronová vrstva	Klíček	Endosperm
Proteiny	10 - 17	23 - 33	36 - 42	9 - 14
Škrob	60 - 70	0	0	78 - 84
Celulosa	2,5 - 3,3	12 - 20	3 - 5	0,13 - 0,18
Jiné sacharidy	3,0 - 6,0	3,0 - 5,0	22 - 28	3,0 - 4,0
Lipidy	2,0 - 2,5	7,0 - 8,5	12 - 16	0,5 - 0,7
Minerální látky	1,4 - 2,3	9 - 11	5 - 6	0,3 - 0,5

Základní a dominantní složkou zrna je škrob, který představuje 60-70 % hmotnosti zrna. Mezi základní nutriční složky zrna dále patří proteiny, sacharidy, tuky a minerální látky. Jejich obsah v jednotlivých částech zrna je uveden v Tab. 3.

Potravinářská hodnota pšenice je podmíněna technologickými vlastnostmi zrna ve spojení s kvalitními sensorickými vlastnostmi. Nutriční komponenty zrna poskytují energii, stavební materiál a mají regulační úlohu. Prvotní komponenty poskytující energii jsou sacharidy a tuky, v menší míře i proteiny. Složky poskytující stavební materiál jsou hlavně proteiny a minerální látky. [16] Tab. 4. porovnáva základní chemické složení žita s ovsem a pšenicí.

Tab. 4. Porovnání složení žitného, pšeničného a ovesného zrna.

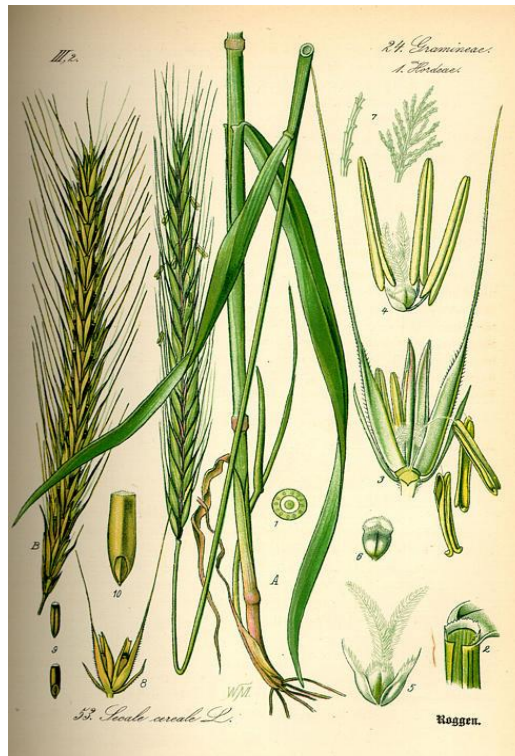
Složení	% suché hmotnosti		
	Žito	Pšenice	Oves
Bílkoviny	10 - 15	12 - 14	13 - 16
Lipidy	2 - 3	3	6-7
Škrob	55 - 65	67 - 70	60 - 64
Popel	2	2	2
Celková vláknina	15 - 17	10 - 13	11 - 13
Rozpustná vláknina	3 - 4	1 - 2	3 - 5

Zásobní bílkoviny gliadin (prolamin) a glutenin s vodou vytvářejí lepek. U některých jedinců mohou právě gliadiny vyvolávat vážné zdravotní poruchy, již výše zmíněnou celiakii. Nutriční hodnota je určena také obsahem esenciálních aminokyselin (lysin, methionin, tryptofan), kterých je v pšenici poměrně málo. V pšeničném zrně je relativně malý obsah vitamínů. Pouze vitaminy skupiny B jsou zastoupeny ve významných množstvích. [17]

1.3.2 Žito

Žito je poměrně mladá kulturní rostlina. Nejstarší údaje o jeho pěstování pocházejí z římského období. Ve světové produkci je žito na pátém místě po pšenici, kukuřici, rýži a ovsu. Dnes se už častěji konzumuje chléb pšenično-žitný než chléb pšeničný. Chléb z žitné mouky zůstává déle vláčný, aromatický a je chutnější než pšeničný, je však o něco hůře stravitelný. [13] Žitná mouka se dále využívá např. na výrobu perníků a vloček. Žito slouží na výrobu kávové náhražky a někdy se zpracovává na líc. Mlýnářské vedlejší produkty (otruby a krmné mouky) jsou hodnotným krmivem s vysokým obsahem bílkovin. [13] Dnešní kulturní žito patří do druhu *Secale cereale* L. Podle vegetačního období se žito rozděluje na jednoleté ozimní nebo jarní a na víceleté nebo trvalé. Žito dorůstá do výšky 60 - 200 cm. Barva našich forem je většinou zelená až modrozelená. Žitu se daří na méně kvalitních půdách, snáší nižší

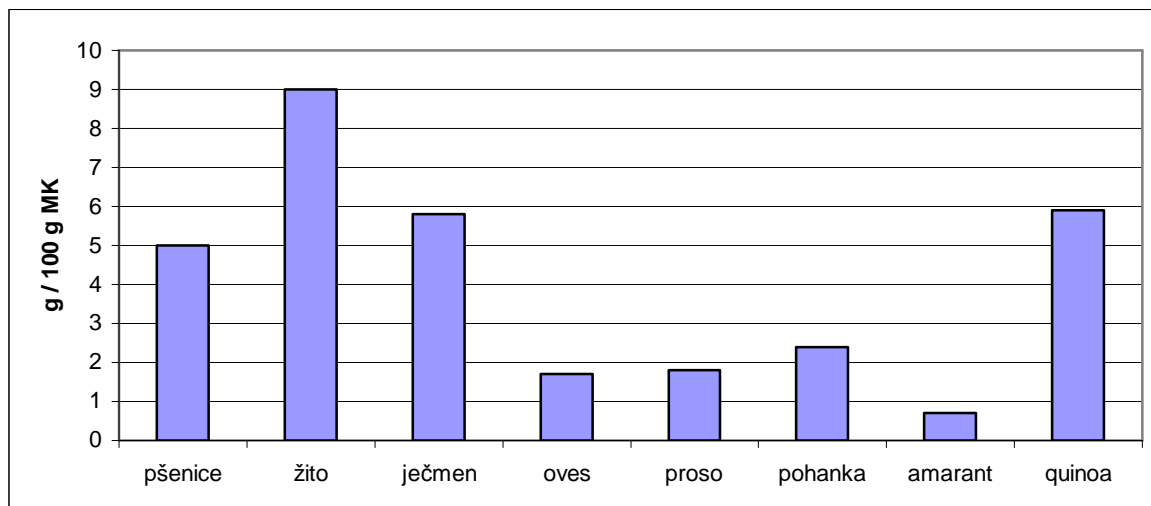
teploty, proto se pěstuje i na polích v podhorských až horských oblastech. Zrno je holé, škrobnaté. [30]



Obr. 5. Žito (*Secale cereale*) [14]

Chemické složení a nutriční využití

Vnější vrstva endospermu žita, aleuronová vrstva, je bohatá na proteiny, minerální látky a vitaminy, hlavně skupiny B (thiamin, riboflavin, niacin, pyridoxin). Tuky jsou z větší části obsaženy v zárodku a v porovnání s ostatními obilovinami jsou významně vysokým zastoupením kyseliny linolenové (Obr. 6.). Žito je dobrým a hlavně bohatým zdrojem minerálních látek, jako jsou draslík, hořčík, zinek, mangan a fluor. Žito obsahuje bobtnavé látky pentosany, kam patří arabinosa a xylosa. Tyto slizy jsou vysoce hygroskopické a vážou značné množství vody, která ovlivňuje delší životnost výrobků z žitné mouky. [30] Rozpustná vláknina, u žita zejména β – glukany, snižuje riziko srdečních onemocnění, redukuje hladinu sérového cholesterolu, posiluje imunitní systém a chrání před různými druhy rakoviny, zejména tlustého střeva a konečníku. Zrna žita obsahují významné množství lignanů a dalších fenolových sloučenin, jako je tanin nebo kyselina fytová, pro které se všeobecně používá označení jako bioaktivní složky. [31]



Obr. 6. Porovnání obsahu kyseliny linolenové u různých druhů obilovin a pseudoobilovin.

1.3.3 Ječmen

Ječmen se řadí mezi nejstarší obilniny. Mnoho archeologických nálezů z nejstaršího osídlení střední Evropy potvrzuje, že se ječmen na našem území pěstoval velmi dávno. Používal se především na krmné účely, méně jako chlebovina.

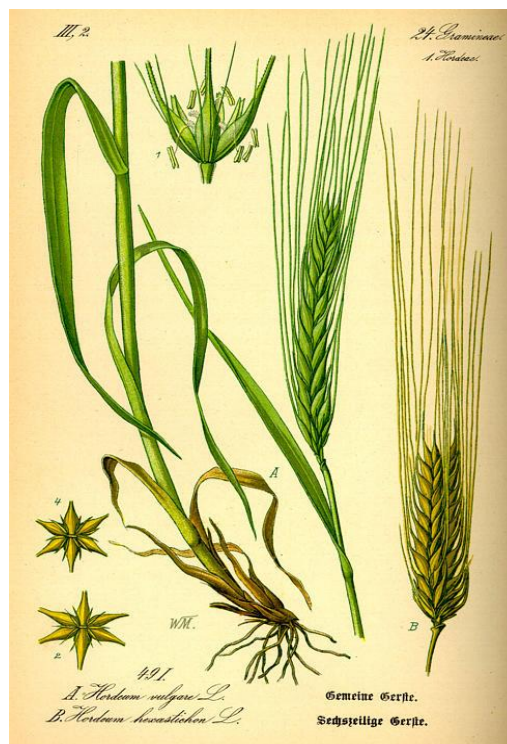
Zrno jarního ječmene je surovinou na výrobu ječmenných krup, náhražka kávy, sladových a farmaceutických výtažků. Především je to surovina na výrobu sladu a piva. Dobrá technologická kvalita našich kultivarů sladovnického ječmene, podmiňuje jeho vývoz i z něho vyrobeného sladu a piva. [13]

Ječmen (*Hordeum* L.) patří do kmene *Hordeum*, čeledi *Gramineae*, podčeledi *Festucoideae* třídy *Hordeum* (Obr. 7.). Je bohatý na značně se odlišující odrůdy a jeho systematika není ustálená. Pěstované odrůdy ječmene patří do podtřídy *Vulgare*, zatímco divoké druhy do podtřídy *Spontaneum*. Podle počtu chromosomů se rozděluje, podobně jako pšenice, na diploidní ($2n=14$), tetraploidní ($2n=28$) a hexaploidní ($2n=42$). [26, 27]

Chemické a nutriční složení zrna

Hlavní složkou ječmene je škrob, který je v endospermu ve formě granul a představuje v něm 60 - 64 % hmotnosti zrna. V buněčné stěně endospermu jsou obsaženy polysacharidy (1-3), (1-4) - β - D - glukany v množství 3,6 - 6,1 %, které jsou rozpustné ve vodě a značně viskózní, což může způsobovat problémy během filtrace při vaření piva. Předpokládá se, že přijetí β -glukanů organismem, vede ke snížení cholesterolu a glukosy v krvi. Arabinoxylany, polymery xylosy a arabinosy, mají současně rozpustnou i nerozpustnou formu. Na-

cházejí se v buněčných stěnách endospermu a aleuronové vrstvě a dokáží pohltnout velké množství vody, čímž zvyšují svou viskozitu. Zrno dále obsahuje malé množství nízkomolekulárních sacharidů. Glukosa a fruktosa jsou převážně v jádře, sacharosa a rafinosa v zárodku. Ječmen obsahuje po škrobu největší množství proteinů. Rozložení lipidů v jednotlivých částech zrna se značně liší, největší zastoupení až 70 % je v endospermu, 20 % v embryu a zbytek je rozložený v ostatních částech zrna. Minerální látky jako hořčík, síra, sodík, draslík, zinek a vápník jsou koncentrovány ve vnějších částech zrna. Ječmen také obsahuje malé množství vitaminů skupiny E (alfa, beta, gama, delta tokoferoly), thiamin (B₁), riboflavin (B₂), niacin, kyselinu listovou, pantotenovou, pyridoxin (B₆), a biotin. [28, 29] Obilky ječmene se významně liší v obsahu polyfenolických látek (antioxidanty) od jiných plodin, zvláště velké rozdíly byly stanoveny v obsahu polyfenolů typu katecholu, resorcinolu a fluoroglucinolu. Zkoumáním byla potvrzena vysoká antioxidační účinnost obilky ječmene, která je způsobena především flavan-3-oly a flavan-3,4-dioly. Polyfenolický komplex ječmene je velmi bohatý i na fenolkarboxylové kyseliny a jim odpovídající kumariny. [9]



Obr. 7. Ječmen (*Hordeum vulgare*) [14]

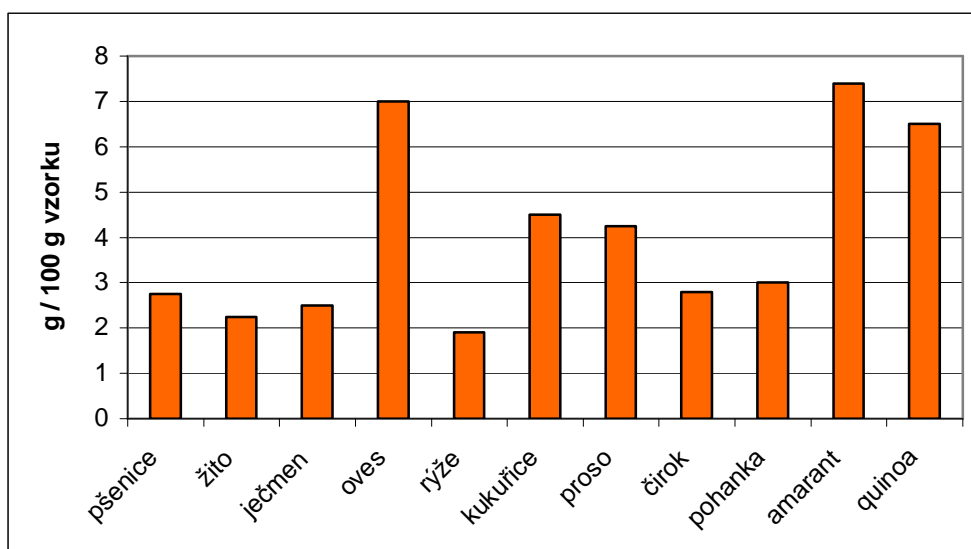
1.3.4 Oves

Pravlastí ovsa jsou západoasijské lokality jižní části Kaspického a Černého moře. Odtud se oves dostal do střední a severní Evropy. Kulturní oves vznikl z divokých typů, hlavně z druhu *Avena fatua*. Objevil se dřív než pšenice a ječmen. Obsahuje trojnásobné množství tuku než pšenice, ječmen a žito, ale i více hrubé vlákniny v porovnání s jinými obilovinami. Ovesný protein má vysokou výživovou hodnotu. V potravinářství se využívá především na výrobu vloček a mouky. [13, 18]

Oves (*Avena* spp. L.) patří do čeledi lipnicovitých, do skupiny trav *Gramineae*. *Avena sativa* L., je často popisovaný jako běžný jarní nebo zimní oves. Jde o hexaploid obsahující tři odlišné diploidní genomy (42 chromosomů). *A. sativa* je hlavní kultivovaný druh pěstovaný na celém světě. *A. byzantin* je červený typ ovsa adaptovaný na teplé podnebí, kde je pěstovaný jako zimní oves. *A. fatua* L. je příbuzný divokým ovesným hexaploidním druhům. Nahý oves *A. nuda* je agronomická obměna *A. sativa* a je to plodina, která může velmi dobře rozšířit spektrum naší výživy. [18, 19]

Chemické složení a nutriční hodnoty

Oves má vysokou energetickou a nutriční hodnotu, která vyplývá především z vyššího obsahu biologicky hodnotných bílkovin a lipidů v porovnání s ostatními obilovinami, příznivého složení sacharidů a vysokého obsahu lehce rozpustné vlákniny, vitaminů a minerálních látek. [20, 21]



Obr. 8. Porovnání obsahu tuků u různých druhů obilovin a pseudoobilovin.

Jednu ze základních složek ovesného zrna tvoří proteiny, které jsou obsaženy v klíčku v rozmezí 25 - 40 %, v obalové části 24 - 32 %, v otrubách 18 - 32 % a v škrobovém endospermu je jich přibližně 9 - 17 %. Oves obsahuje bílkoviny velmi vysoké kvality. Jsou v nich zastoupeny esenciální aminokyseliny, jako je lysin, kterého je v zrně průměrně 4,2 %, methionin (2,5 %), valin (6,4 %), isoleucin (3,9 %), leucin (7,4 %), fenylalanin (5,3 %) a tryptofan (1,7 %). [22]



Obr. 9. Oves (*Avena sativa*) [14]

Oves obsahuje také vysokou koncentraci lipidů v porovnání s jinými tradičními obilninami (Obr. 8). Koncentrace lipidů je podmíněna geneticky a může se pohybovat v jednotlivých odrůdách v rozsahu 2 - 12 %. Ovesné lipidy jsou nutričně zajímavé z důvodu vysoké koncentrace polynenasycených mastných kyselin, konkrétně kyseliny linolové. Je esenciální mastnou kyselinou při syntéze hormonů prostaglandinů, které regulují funkci hladkého svalu srdce. Další významné mastné kyseliny v ovsu jsou kyselina myristová (0,4 - 4,9 %), palmitová (15,6 - 25,8 %), stearová (0,8 - 3,9 %), olejová (25,8 - 47,5 %) a esenciální linolová (31,3 - 46,2 %) a linolenová (0,9 - 3,7 %). Oves a ovesné produkty však mohou právě kvůli změnám ve struktuře těchto mastných kyselin nevhodným skladováním ztrácet na kvalitě. [21]

Obsah vlákniny je u ovsu ovlivněný přítomností pluch na obilce. U pluchatých ovsů, kde je hmotnostní podíl pluch 24 - 31 % je obsah hrubé vlákniny 13,0 - 15,4 %, u nahých ovsů je obsah vlákniny 0,8 - 2,6 %. Oves je nejlepším zdrojem lehce rozpustné vlákniny. Obsahuje ze všech obilovin nejvíc beta-glukanů (3,1 - 5,8 %), převážně uložených v buněčných stěnách endospermu. [23, 24] Z minerálních látek a vitaminů převládají křemík, fosfor, draslík, hořčík, niacin, a vitamin E. Oves také obsahuje vyšší obsah železa, které zabraňuje chudokrevnosti a arsen, který zvyšuje pružnost a hebkost pokožky a brání předčasnému šedivění vlasů. 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. [13, 20]

1.3.5 Rýže

Rýže setá je bylina z čeledi lipnicovitých, původem z tropické a subtropické jihovýchodní Asie, kde roste v mokřinách. Její kulturní odrůdy patří k nejdůležitějším obilninám světa a slouží jako základní potravina pro více než polovinu obyvatel Země. [46, 63] Rýže se v Asii pěstovala už v 5 - 3 tisíciletí před n.l. Do Evropy se dostala o mnoho později, a to v 8. století do Španělska. Roku 1522 byla v Itálii založena první rýžoviště. Z italského výrazu *riso* také pravděpodobně pochází její český název. V současné době se pěstují dvě hlavní linie rýže, vodní (nížinná) a suchá (horská). [55]



Obr. 10. Rýže setá (*Oryza sativa* L.)

Zrna jsou spíše pluchatá s tuhými převážně celulosovými obaly. Podstatná část rýže je konzumována jako světlá obroušená a oleštěná zrna, tak jsou i u nás běžně prodávána. Ve světovém obchodě činí tato bílá rýže rozhodující podíl, surová rýže se téměř neexportuje. V současnosti je pěstován velký počet odrůd rýže. Všechny patří pod jeden druh *Oryza sativa* L. Obecně se předpokládá, že prapůvodem byly tři odrůdy rýže - indická (var. *indica*), indonéská (var. *javanica*) a čínská (var. *japonica*). [1]

Podle vyhlášky Ministerstva zemědělství ČR č.333/1997 ve znění pozdějších úprav se u nás rozlišují následující druhy rýže:

▪ Podle tvaru zrna:

- dlouhozrná, délka zrna průměrně 6 mm, poměr délky k šířce je větší než 3,
- střednězrná, průměrná délka od 5,2 do 6 mm, poměr délky k šířce nižší než 3,
- kulatozrná, průměrná délka menší než 5,2 mm, poměr délky k šířce méně než 2.

▪ Podle omletí:

- rýže neloupaná, s celistvou vrchní slupkou (surová),
- rýže pololoupaná (natural), zbavená vrchní slupky (pluchy),
- rýže loupaná, zbavená všech částí oplodí a osemení (pluchy i otruby) a z části i klíčků.

[61]

Význam a chemické složení zrna

Využívá se jako dietetická potravina, jednak proto, že má vysokou stravitelnost živin a také jako hypoalergenní potravina, protože neobsahuje bílkoviny typu gliadinu, které vyvolávají alergii na lepek (celiakii). Zrno rýže má nižší obsah bílkovin (asi 8 - 10 %), ale ve srovnání s pšenicí obsahují bílkoviny více lysinu (Tab. 6.). Zásobní bílkovina se nazývá oryzenin (glutelin). Neloupaná rýže obsahuje asi 60 - 70 % BNLV, z nichž většinu představuje škrob, asi 10 % hrubé vlákniny, 2,5 % tuku, 5 % minerálních látek a vitaminy skupiny B. Nejhodnotnější jsou přírodní hnědé rýže (natural), ve kterých jsou zachovány obaly a aleuronová vrstva. Oloupáním klesne obsah vlákniny pod 1 %, spolu s vlákninou se ale odstraní také komplex vitaminů B, většina tuku a minerálních látek, které jsou obsaženy v těchto vrstvách. [55] Rýžové otruby jsou odpadem při zpracování rýže a jsou bohatým přírodním zdrojem vitaminů, minerálních látek a antioxidantů. Přestože rýžové otruby a klíček tvoří pouze 8 % z celého rýžového zrna, obsahují více než 65 % všech živin zrna. Stabilizované rýžové otruby obsahují více než 110 známých antioxidantů, značné množství vitaminů rozpustných

ve vodě, zejména vitaminy skupiny B, vitaminy rozpustné v tucích včetně vitamínu A a komplexu vitamínů E, ω -6 a ω -3 mastné kyseliny, minerální látky a stopové prvky v organické formě, zejména draslík, hořčík, mangan a fosfor, kyselinu ferulovou (fenolický antioxidant), γ -oryzanol (antioxidant), značné množství fytonutrientů (rostlinné antioxidanty, jako flavonoidy, polyfenoly, fytosteroly atd.) a vykazují kompletní aminokyselinový profil. [65]

Tab. 5. Obsah živin ve 100g rýže (tepelně neopracované). [64]

	Dlouhozrnná bílá	Dlouhozrnná hnědá	Divoká
Energie (kCal)	365	370	357
Energie (kJ)	1528	1549	1495
Bílkoviny (g)	7,1	7,9	14,7
Sacharidy celkem (g)	79,9	77,2	74,9
Vláknina (g)	1,3	3,5	6,2
Jednoduché cukry (g)	0,1	0,9	2,5
Tuk celkem (g)	0,7	2,9	1,1
Nasyčené MK (g)	0,2	0,6	0,2
Mononenasyčené MK (g)	0,2	1,1	0,2
Polynenasycené MK (g)	0,2	1	0,7

1.3.6 Kukuřice

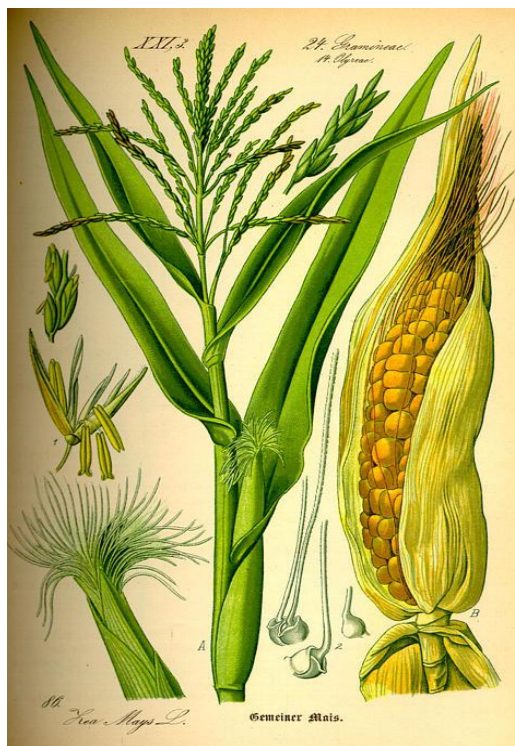
Kukuřice (*Zea mays*) pochází ze Střední a Jižní Ameriky, kde ji pěstovali Aztékové, Mayové a Inkové. V současné době je rozšířená po celé zeměkouli. K nám ji údajně přivezli Řomové z Turecka a Rumunska v 17. století. Říkalo se jí turecká pšenice nebo turecké žito, z čehož pravděpodobně zůstal na Moravě krajový název „turkyně“.

Kukuřici dělíme na:

- Kukuřici koňský zub
- Kukuřici tvrdou
- Kukuřici cukrovou
- Kukuřici pukancovou a další [62]

Význam a chemické složení zrna

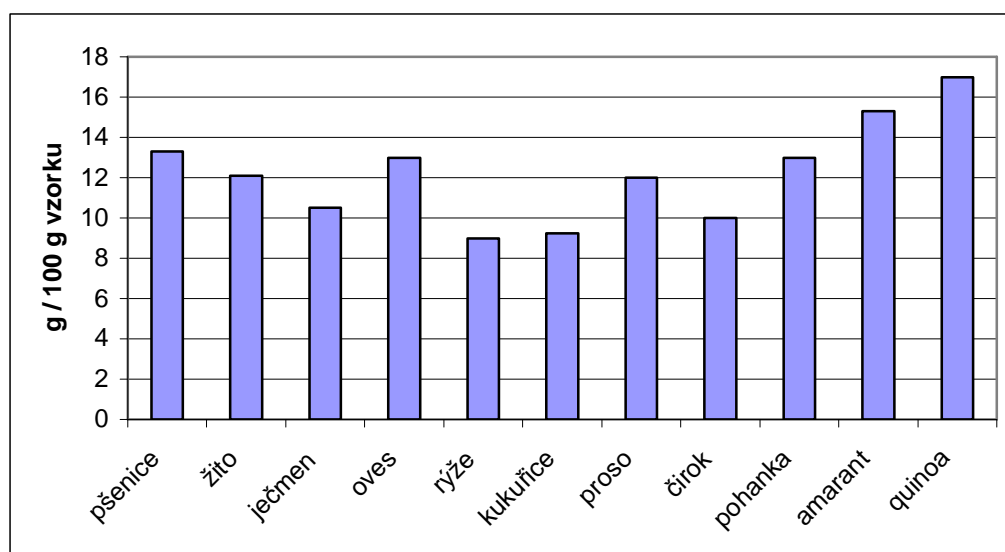
Kukuřice je u nás nejvýznamnější jednoletou píceinou. Asi 90 % kukuřice se pěstuje na siláž, která v současnosti představuje hlavní energetickou složku objemných krmiv pro skot. Zbýlých 10 % tvoří kukuřice na zrno. Kukuřičné zrno se využívá v potravinářství, pro krmení hospodářských zvířat a pro průmyslové zpracování. Pro výživu lidí se vyrábí kukuřičná mouka a krupice, která se využívá např. pro výrobu corn-flakes. Oblíbená je i kukuřice cukrová. Sklízí se mezi mléčnou a voskovou zralostí a jí se syrová, vařená nebo konzervovaná a to buď samotné obilky, nebo celé mladé palice. Žádanou pochoutkou jsou také tzv. pukance (pop corn), vyráběné z kukuřice pukancové. Z kukuřičného zrna se vyrábí alkohol, škrob, invertní cukr a z klíčků se získává kukuřičný olej. Jako krmivo je kukuřičné zrno vhodné pro všechny druhy hospodářských zvířat, hlavně pro výkrmové kategorie. [55]



Obr. 11. Kukuřice (*Zea mays*) [14]

Kukuřičné zrno má ze všech obilovin nejvyšší energetickou hodnotu. Má vysoký obsah sacharidů (asi 70 %) s vysokým podílem škrobu. Obsahuje také 3 - 6 % tuku, který je nejvíc obsažen v klíčku. Tuk se skládá převážně z nenasycených mastných kyselin, kyseliny linolové (až 50 %) a olejové (30 %). V malém množství se v něm nacházejí také kyselina palmitová (13 %) a stearová. Vysoký obsah nenasycených mastných kyselin způsobuje, že tuk snadno podléhá oxidaci. Kukuřice má v porovnání s ostatními obilovinami nízký obsah bíl-

kovin, jen asi 9 - 9,5 % (Obr. 12). Převažují zásobní bílkoviny zein (prolamin) a gluteniny, které mají nízkou biologickou hodnotu, mají málo lysinu a tryptofanu. Obsah hrubé vlákniny je nízký (asi 2 %). Obsah minerálních látek je, v porovnání s jinými obilovinami, také nízký (asi 1,4 %). Velmi nízký je obsah vápníku. Odrůdy se žlutými zrny mají vyšší obsah β -karotenu (provitamin A) a obsahují také další žluté pigmenty - xantofyl a zeaxantin. Tyto pigmenty se podílí na žlutém zbarvení tuku (nežádoucí u vepřového sádla) a žloutků. [55, 63]



Obr. 12. Porovnání obsahu bílkovin u různých druhů obilovin a pseudoobilovin.

1.3.7 Proso

Do rodu *Panicum* L. patří více než 500 druhů, z nichž nejvýznamnější je *Panicum miliaceum* L. – proso seté. [54] Proso je vedle pšenice a ječmene nejstarší kulturní plodinou. Jeho pravlastí je Čína, Východní Asie a Indie. Proso bylo jednou z hlavních obilovin Slovanů, kteří jej konzumovali v podobě výživných kaší, placek a polévek. [53]

Význam a chemické složení zrna

Podle údajů FAO (1995) je z celkové světové produkce (31mil. tun) více než 20mil. tun využíváno pro lidskou výživu. Nejvíce jsou konzumovány jáhly, které vznikají po odstranění semenné slupky. Jsou dobře stravitelné, výživné a velmi chutné. Mají příznivý poměr živin blízký se doporučenému poměru bílkovin, tuků a sacharidů. [54] K potravinářským účelům se používají oloupaná semena – jáhly, které jsou významnějším zdrojem vitaminů než ostatní obilniny a svou nutriční hodnotou se vyrovnají ovesným vločkám. Jáhly mají široké

přímé kuchyňské využití. Obsahují 70 - 73 % sacharidů, z toho je nejvíce zastoupen škrob 62 - 66 %. Obsah bílkovin kolísá od 11 do 13 %. Významnou předností prosa je, že nevyvolává alergické reakce u konzumentů s lepkovou intolerancí. Obsah tuku v semenech prosa (4 - 5 %) je vyšší než u pšenice a rýže a jeho kvalita je výjimečná díky přítomnosti vysokého podílu nenasycených mastných kyselin 72 - 80 %, obzvláště kyseliny linolové 68 %. Z tohoto důvodu je ale také příčinou poměrně krátké trvanlivosti základních prosných výrobků (jáhel i mouky). Obsah minerálních látek a vitaminů v prosu je rovněž vyšší než u pšenice, kukuřice a rýže. Mezi tradičními obilovinami je proso ceněno nejen kvůli obsahu železa (3,5 mg / 100 g), magnesia, fosforu a vápníku, ale také jako významný zdroj vitaminů B₁ a B₂ a karotenoidů (0,77 mg / 100 g). [53]



Obr. 13. Proso (*Panicum miliaceum* L.)

1.3.8 Čirok

Čirok je jednoletá bylina s bohatě rozvětveným hluboko kořenícím kořenovým systémem. Tvoří stébla vysoká až 3m i více, která jsou bohatě olistěná a vytváří mnoho zelené hmoty. Květenstvím je lata. Zrno je buď úplně pluchaté, nebo částečně obnažené, případně zcela nahé. Čirok je teplomilná rostlina, optimální teplota pro růst je 25 - 33 °C. Je nenáročný na půdu a odolný proti suchu. Jako pícnina se řadí do osevního postupu podobně jako ku-

kuřice. U nás je pěstován jen velmi omezeně, protože je vytlačován kukuřicí. [55] Čirok (*Sorghum Bulhare* Pers., ale správněji *Sorghum bicolor* L.) patří sice pod jeden botanický druh, ale má nepřehledné množství poddruhů a odrůd. Pro potravinářské využití se ponejvíce pěstuje čirok cukrový (*Sorghum sacharatum*). Zdaleka ne všechny druhy jsou však vhodné pro lidskou stravu.



Obr. 14. Čirok (*Sorghum vulgare*)

Význam a chemické složení zrna

Zrno čiroku má vysokou energetickou hodnotu, nízký obsah bílkovin (10 %), tuku (2,8 %) i vlákniny (3 %). Bílkoviny mají obsah lepku pod 10 mg ve 100 g sušiny, tedy hodnoty, které vyhovují dietním požadavkům předepsaným pro celiaky. Je popsáno složení jednotlivých bílkovinných frakcí (25,2 % prolaminu, 17,4 % albuminu a globulinu, 39,7 % glutelinu). [56] Semena některých odrůd mají vyšší obsah tříslovin, což způsobuje zhoršení využitelnosti potravy a může vyvolat vážné zdravotní problémy. [1, 55] Třísloviny totiž reagují s bílkovinami potravy, trávicími enzymy i bílkovinami střevní sliznice. Mladé rostliny obsahují v zelené hmotě kyanogenní glykosid durrhin. Proto je možné čirok na zeleno sklízet až po dosažení určité výšky, kdy obsah durrhinu klesne a nehrozí už riziko intoxikace. [55]

2 PSEUDOCEREÁLIE

Poprvé se v literatuře setkáváme s pojmem pseudocereálie u Parodiho v r. 1938. Dělí rostliny, u kterých je plodem zrno, na cereálie neboli obiloviny a pseudocereálie, což jsou rostliny podobné cereáliím v některých vlastnostech, ale zároveň odlišné. Dá se říci, že zájem o tyto rostliny, které je možné zahrnout i k tzv. alternativním rostlinám, stoupl od let sedmdesátých. Do dnešní doby není pojem pseudocereálie přesně definovaný. [45] Jsou to rostliny z jiných čeledí než lipnicovité (*Poaceae*), které se ale přiřazují k této skupině díky stejnému hospodářskému využití a podobnému chemickému složení. [52] Pseudocereálie se vyskytují v několika čeledích dvouděložných rostlin, jako jsou *Amaranthaceae*, *Chenopodiaceae* a *Polygonaceae*. I vocha mořská (*Zostera marina* L.) z čeledi *Zosteraceae*, pěstovaná v akváriích patří k pseudocereáliím, podobně jako tritikale (*Triticum secale*), pšenice špalda, žito trsnaté, bér vlašský a divoce rostoucí rýže (*Zizania palustris*). [45]

2.1 Nejrozšířenější pseudocereálie

K nejvíce používaným a zkoumaným pseudocereáliím patří pohanka, amarant a quinoa (merlík). Ze semen se získává mouka, která neobsahuje lepek. Tato vlastnost dělá pseudocereálie velmi užitečnými pro dietu lidí postižených celiakií, kteří jsou alergičtí na bílkovinu lepku α – gliadin. Pseudocereálie jsou perspektivním zdrojem výživy, hlavně v oblastech s nedostatkem potravin, a to díky vysokému obsahu bílkovin. Významné je i složení tuku s vysokým obsahem nenasycených mastných kyselin. [45]

2.1.1 Pohanka

Pravlastí pohanky jsou Himaláje. Využívá se pro různé účely, zejména v potravinářství, v zemědělství jako krmivo a ve farmaceutickém průmyslu. Z nažek se obrušováním získávají kroupy a mletím mouka. Ke krmení se používají nažky, otruby, kroupy a sláma. Ve farmaceutickém průmyslu a v potravinářství má význam jako přírodní zdroj rutinu, který má podobné účinky jako kyselina pantotenová. [32, 33] Z agronomického hlediska je ceněná její všeobecná nenáročnost pěstování a krátká vegetační doba. [13]

Pohanka jedlá (*Fagopyrum esculentum* Moench) je jednoletá rostlina, představitel čeledi *Polygonaceae*, rodu *Fagopyrum*. Dorůstá výšky 60 - 100 cm. Daří se jí převážně

v horských oblastech. Příbuzný druh je pohanka tatarská (*Fagopyrum tataricum*), která se u nás pěstuje zřídka a do polí se zavlekla s osivem pohanky jedlé nebo pšenicí. [33, 34]



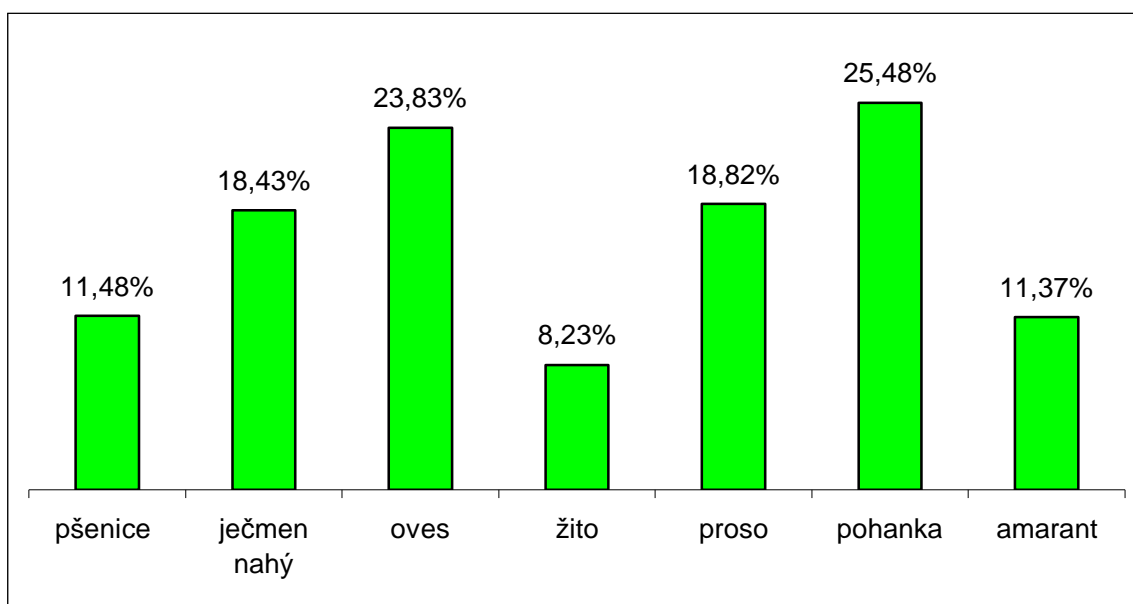
Obr. 15. Pohanka (*Fag. esculentum*)

Chemické složení a nutriční hodnoty

Hlavní složkou zrna pohanky je škrob, přičemž jeho množství je v jednotlivých druzích rozdílné. Představuje přibližně 59 – 70 % hmotnosti zrna. Obsah amylosy ve škrobu pohanky je dvakrát vyšší (42 – 52 %) než u pšenice a ječmene. Množství bílkovin v zrně se pohybuje od 7 do 21 %. Polovinu všech bílkovin tvoří globuliny, asi 25 % albuminy a 4 % gluteliny. Pohankové proteiny jsou bohaté na lysin. V porovnání s ostatními obilninami obsahují méně kyseliny glutamové a prolinu a víc argininu, kyseliny asparagové a tryptofanu. Právě díky vysoké hladině lysinu, mají pohankové bílkoviny vysokou biologickou hodnotu, ale v porovnání s proteiny pšenice, ječmene, rýže a kukuřice mají nízkou stravitelnost. [35]

Pohanka je bohatá na sloučeniny s léčivými účinky jako jsou flavony, flavonoidy, fytosteroly, fagopyriny a proteiny vážící thiamin. [36] V pohance bylo izolováno a identifikováno šest flavonoidů, rutin, orientin, vitexin, quercetin, isovitexin a isoorientin. Rutin, quercetin a některé jiné polyfenoly mohou být v mírném množství potenciálními antikarcinogeny proti rakovině tlustého střeva a jiných orgánů. Rutin (kvercetin 3- β -rutinosid) se vyznačuje významnými účinky na lidský organismus tím, že snižuje křehkost krevních kapilár spojenou

s hypertenzí, vykazuje antioxidační aktivitu, má protizánětlivé, antimutagenní a antikarcinogenní účinky a působí na uvolnění hladkého svalstva. [51] Mají významný ochranný účinek vůči UV záření, posilují imunitní systém, zvyšují pružnost cévních stěn, podílejí se na regulaci krevní srážlivosti a obsahu cholesterolu v krvi. [37] Pohanka je vhodná pro diabetiky, pacienty trpící celiakií a doporučuje se jako dieta při onemocnění zažívacího ústrojí. [38] Fenolové sloučeniny mohou snižovat hladinu krevního cukru a přispívat tak k hypocholesterolemickému účinku. [39] Obsah lipidů se pohybuje v rozmezí 1,5 - 3,7 %. Z mastných kyselin převládají kyselina palmitová, olejová, linolová (37 – 48 %), stearová, linolenová (1,9 – 2,8 %), arachidonová a behenová. [32] Z vitaminů dominují vitamin E a niacin a z minerálních látek převážně draslík a fosfor. [28, 40] Pohanka a její produkty obsahují až 25,5 % vlákniny. [68] K obsahu celkové vlákniny jednotlivých obilovin a pseudoobilovin (Obr. 16.), je třeba dodat, že publikované hodnoty různých autorů se značně liší.



Obr. 16. Porovnání obsahu vlákniny u různých druhů obilovin a pseudoobilovin. [68]

2.1.2 Amarant

Amarant (laskavec) je nejrozšířenější ze skupiny tzv. znovuobjevených plodin (pseudocereálií). V 16. století byl třetí nejrozšířenější plodinou po kukuřici a fazoli. Donedávna se považoval především za okrasnou rostlinu. V posledních deseti letech se zájem soustředil na produkci semen. Amarant (*Amarantus* L.) patří do třídy *Dicotyledon*, řádu *Caryophyllales*, čeledi *Amaranthaceae*. Jde o souhrnné označení rostlin rodu laskavec (*Amarantus* L.), který

zahrnuje asi 60 druhů. Amarant je poměrně nenáročná rostlina na pěstování, je však citlivá na mrazy. [41]

Chemické složení a nutriční hodnoty

Předností semen amarantu v porovnání s běžnými obilninami je poměrně vysoký obsah bílkovin (13,2 – 18,2 %) s téměř optimálním zastoupením esenciálních aminokyselin a vysokým obsahem lysinu 4,8 – 6,4 g / 100 g bílkoviny (Tab. 6.). [42] Obsahuje větší množství lipidů (4,8 – 10 %) a minerálních látek (7,6 – 22 %), zatímco v porovnání množství škrobu je jeho obsah nižší (48 – 69 %) a od ostatních škrobů se odlišuje nízkým zastoupením amylosy, které je jen kolem 10 % z hmotnosti škrobu, přičemž 90 % tvoří amylopektin. To omezuje užité vlastnosti pro výrobu chleba a pečiva. [43] Svým složením a vlastnostmi je amarantový škrob vhodný pro úpravu konzistence některých potravin (náhrada tuků po převedení na maltodextriny), pro výrobu biodegradovatelných plastických hmot, případně pro zásypové prášky ve farmacii, atd. [44]

Tab. 6. Obsah esenciálních aminokyselin v cereáliích a pseudocereáliích v g vztaženo na 16 g dusíku (zeleně jsou vyznačeny limitující aminokyseliny) [10]

	pšenice	žito	ječmen	oves	rýže	kukuřice	proso	pohanka	amarant	vejce
Phe	4,5	4,4	5,1	5,0	5,2	4,9	4,8	3,8	3,6	5,7
Ile	3,3	3,5	3,6	3,8	3,8	3,7	4,1	3,4	3,6	6,3
Leu	6,7	6,2	6,7	7,3	8,2	12,5	9,6	5,9	5,3	9,6
Lys	2,9	3,4	3,5	3,7	3,8	2,7	3,4	3,8	5,0	6,6
Met	1,5	1,5	1,7	1,7	2,3	1,9	2,5	1,5	1,8	3,4
Thr	2,9	3,3	3,3	3,3	3,9	3,6	3,9	3,6	3,5	4,9
Trp	0,9	1,0	0,9	1,1	0,8	0,7	2,0	1,4	1,5	1,5
Val	4,4	4,8	5,0	5,1	5,5	4,8	5,5	6,7	4,3	7,0

Obsah proteinů v rostlině se pohybuje v rozmezí 18 – 38 %, lipidů 1,3 - 10,6 %. Variabilita vlákniny je také velká od 5,4 do 24,6 % suché hmotnosti. Z vitaminů obsahuje převážně thiamin, riboflavin, kyselinu nikotinovou, v zrně je poměrně velké množství kyseliny listové a v rostlině vitamínu C. Z minerálních látek (2,5 - 4 %) jsou to zejména fosfor, draslík, vápník, hořčík, železo a sodík. [44]

Důležitou vlastností semen amarantu je, že neobsahuje lepek a proto se amarantová mouka používá při bezlepkové dietě pro celiakty. V důsledku nízkého obsahu prolaminů a gliadinů, mohou výrobky z amarantu nahradit pšeničnou mouku ve výživě lidí s celiakií, ale i fenylketonurií, což je vrozená metabolická porucha, jehož podstatou je narušení metabolismu aminokyseliny fenylalaninu. [43]



Obr. 17. Amarant (*A. retroflexus*)

2.1.3 Quinoa

Quinoa (též chinoa) přímo oplývá různými pojmenováními a přívsky, jako např.: merlík čilský, rýže Inků, rýžová lebeda, čínská rýže, peruánská rýže, horská rýže, peruánský špenát, rýžový špenát atd. Je známa už více než sedm tisíc let. Staří Inkové jí říkali „matka zrno“ a měli ji za posvátnou rostlinu. Alexander von Humboldt při své cestě do Jižní Ameriky na počátku 19. století označil quinou za tak důležitou plodinu pro tamní obyvatelstvo, jako byla pro Římany pšenice, pro Řeky vinná réva a pro Araby bavlník. [47]

Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) je jednoletá rostlina mírného a subtropického pásma, dosahující průměrné výšky 1,5 až 2 m (někdy i více) a značného rozpětí. Základní barva je zelená, v době dozrávání se mění, přechází do bílé, žluté, oranžové až červené, některé odrůdy jsou purpurové již od „mládí“ a ve zralém věku zežloutnou. Bílá, či krémově nažloutlá

semena jsou podobná zrnům prosa. Od nepaměti se quinoa pěstuje na peruánsko-bolivijské vysokohorské planině. Byla základní potravinou dávných Inků a i v současnosti je důležitým zdrojem výživy obyvatelstva oblasti Kordiller a And. V západní části Jižní Ameriky, na sever až po Mexiko, roste ve značně rozdílných podmínkách v nadmořské výšce 0 až 4000 m a při teplotách až kolem 35° C. Je odolná proti chladu i suchu. [47, 48]



Obr. 18. Quinoa (*Chenopodiaceae*) [14]

Chemické složení a nutriční hodnoty

Zrno quinoj má vysokou nutriční hodnotu. V porovnání s běžně u nás pěstovanými obilovinami obsahuje více celkových bílkovin (16 až 18 %, výjimečně i přes 20 % v sušině), důležitější však je jejich velmi příznivá skladba. Nejvyšší podíl připadá na albuminy a globuliny, tedy na biologicky nejhodnotnější frakce, obsah méně žádaných prolaminů je nízký. Vysokým zastoupením esenciálních aminokyselin se quinoa podobá sóje. Oproti běžným obilovinám má vyšší obsah lysinu, methioninu, cysteinu a threoninu. Zvýšený obsah histidinu je významný ve výživě kojenců a malých dětí, u nichž tato aminokyselina patří rovněž k esenciálním. Lepek quinoa neobsahuje a je proto vhodná na přípravu pokrmů pro celiatiky a některé další alergiky. Semeno quinoj obsahuje 58 až 68 % škrobu v sušině, k pekárenským účelům se však z technologických důvodů svými vlastnostmi nehodí. Mouku z quinoj

je možné proto přidávat pro zlepšení nutriční hodnoty do chlebových těst maximálně do 10 %. Vyšší přídavky by se nepříznivě projevíly na objemu, konzistenci a pórovitosti hotových chlebů. Obsah tuků kolísá v rozmezí 4 až 9 % v sušině. Z mastných kyselin jsou nejvíce zastoupeny linolová (přes 50 % z jejich celkového množství) a olejová (20 %). Díky přítomným antioxidantům je olej z quinoj velmi stabilní. Quinou možno považovat i za dobrý zdroj některých vitaminů – thiaminu, riboflavinu, kyseliny listové, beta-karotenu, alfa-tokoferolu i vitamínu C. V porovnání s běžnými obilovinami má nižší obsah pouze niacinu. Nezanedbatelná je i přítomnost mnohých minerálií – fosforu, vápníku, hořčíku, železa, zinku, draslíku, mědi, manganu, síry a dalších. Quinoa obsahuje ve vnějších okrajových vrstvách semen i některé antinutriční látky, např. hořké saponiny, které mohou narušovat střevní stěnu a zvyšovat tak nežádoucím způsobem jejich membránovou propustnost. Rozpouštějí se ale ve vodě, takže se dají z valné části odstranit praním ve studené, nejlépe mírně alkalické, namáčecí lázni před dalším zpracováním. Semena mívají někdy také mírně zvýšený obsah kyseliny šťavelové, v tak malých koncentracích to však neznamena žádné zdravotní riziko. Jedlou částí rostlin quinoj jsou i listy, více se ovšem využívají semena celá nebo mlýnsky zpracovaná na krupice a mouky. [47, 48]

3 VYUŽITÍ CEREÁLÍ A PSEUDOCEREÁLÍ V POTRAVINÁCH

Cereálie a pseudocereálie řadíme mezi tzv. "Funkční potraviny", jež definujeme jako jakoukoli potravinu, která má kromě výživové hodnoty příznivý účinek na zdraví konzumenta, jeho fyzický či duševní stav. Je to potravina (nikoliv kapsle, tableta či prášek) vyrobená z přirozeně se vyskytujících složek. Měla by se konzumovat jako součást denní stravy. Její konzumace ovlivňuje některé pochody v organismu, zejména:

- a) posiluje přirozené obranné mechanismy proti škodlivým vlivům prostředí
- b) působí preventivně proti nemocím
- c) příznivě ovlivňuje fyzický a duševní stav
- d) zpomaluje proces stárnutí

Funkční potraviny tvoří přechodnou skupinu mezi běžnými (konvenčními, standardními) potravinami a léky. Jejich cílem není léčit chorobu ve stadiu jejího propuknutí, ale jejich účelem je příznivě ovlivňovat přechodný stav mezi zdravím a nemocí. Základním posláním je tedy preventivní působení. [48] Mezi spotřebiteli se ovšem neukázala znatelná odezva na informace o funkčních potravinách a prakticky tento termín nepoužívají. Za hlavní důvod se považuje složitost charakteristiky a snaha o vyčerpávající popis na vědecké úrovni, která ve spotřebitelích vyvolává asociace s uměle připravovanými nebo upravovanými potravinami s odklonem od přírodního zdroje potravin. Nejnovější zkušenosti z anglicky mluvící oblasti trhu ukazují, že lépe je přijímán termín označující „wellness food“, tedy volně přeloženo jako potraviny pro dobré žití nebo pro dobré zdraví. Tato charakteristika je přijatelnější pro chápání spotřebiteli a tyto potraviny jsou spotřebiteli přijímány pozitivně. [66]

Na trhu s potravinami existuje obrovské množství různých výrobků z obilovin. Průměrný středoevropan zkonzumuje za svůj život, ze všech druhů potravin, nejvíce obilovin a výrobků z nich. Obiloviny a pečivo jsou základem naší stravy, protože představují dobrý zdroj energie a snadno využitelných sacharidů. [48]

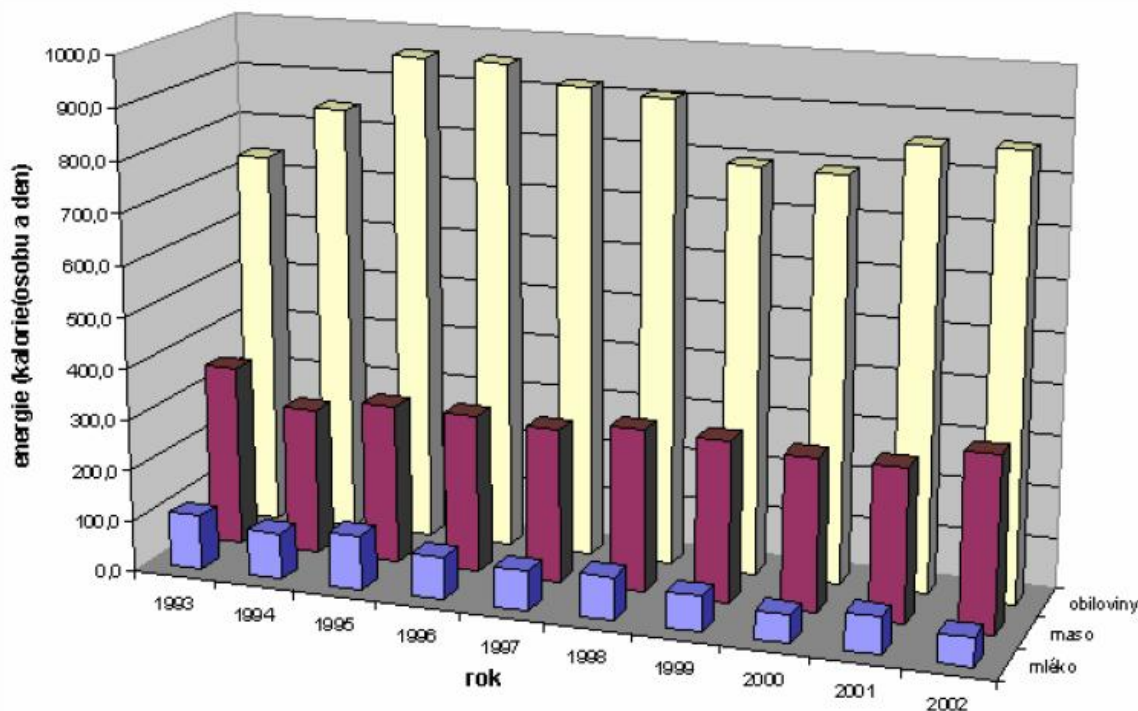
Spotřeba pekárenských výrobků a obilovin v potravinách se dělí podle:

Spotřeba obilovin v hodnotě zrna, která zahrnuje pšenici, žito, kukuřici, ostatní obiloviny a rýži využívané pro účely lidské výživy. Do spotřeby se nezapočítávají obiloviny pro technické účely a na výrobu škrobu.

Spotřeba obilovin v hodnotě mouky, která zahrnuje pšeničnou mouku, žitnou mouku, kroupy, krupky, ovesné vločky, loupanou rýži a ostatní mouky (sójovou, prosnou, kukuřičnou krupici, ječnou krupici) používanou pro účely lidské výživy. Do spotřeby se nezapočítává mouka krmná a mouky pro technické účely a na výrobu škrobu.

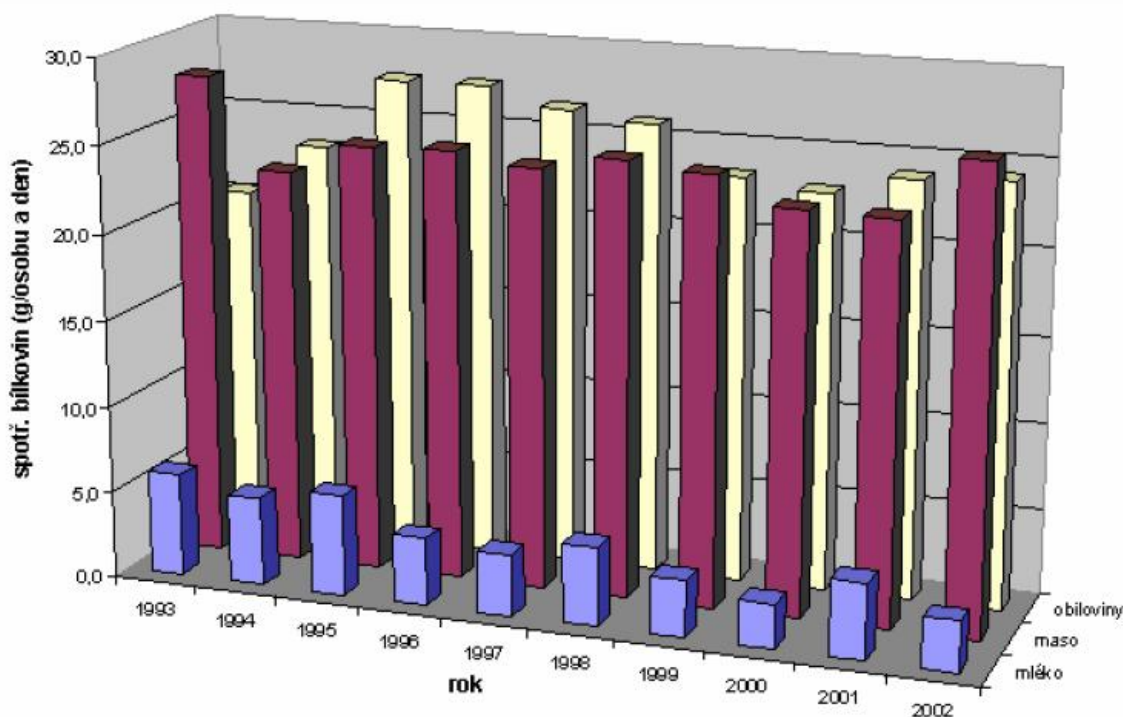
Spotřeba mlýnských a pekárenských výrobků, která zahrnuje chleba, pšeničné pečivo běžné (vodové, tukové, mléčné, máslové), trvanlivé pečivo (perníky, sušenky, suchary, preclíky, plněné i neplněné oplatky, piškoty atd.) a těstoviny (vaječné, nevaječné a těstoviny s náplněmi a přísadami). [58]

Z Obr. 19. je zřejmé, že cereálie přispívají k pokrytí energetické potřeby populace více než dvojnásobným podílem v porovnání s masnými, resp. mléčnými výrobky. [67]



Obr. 19. Pokrytí spotřeby energie obyvatel ČR hlavními skupinami potravin.

Příspěvek cereálií k uhrazení podílu bílkovin v naší stravě v porovnání s masnými a mléčnými výrobky ukazuje Obr. 20. Je zřejmé, že příspěvek masných a cereálních výrobků k bilanci bílkovin je téměř stejný. Je ovšem třeba zdůraznit, že obilná bílkovina není biologicky plnohodnotná, a to především vzhledem k nízkému obsahu esenciální aminokyseliny lysinu. Lysin je možno nejlépe doplnit konzumací mléčných výrobků, jejichž spotřeba je u nás ale stále nepostačující. Jak je z grafů patrné, hrají cereální výrobky (především výrobky pekařské, nejlépe pak celozrnné) v naší stravě velmi důležitou a nezastupitelnou úlohu. [67]



Obr. 20. Pokrytí spotřeby bílkovin obyvatel ČR hlavními skupinami potravin.

Prognózy do blízké budoucnosti

Všeobecně se předpokládá, že budou více a více konzumovány *hotové výrobky* vhodné pro rychlou konzumaci při různých formách *trávení volného času*. Stále více obyvatel navštěvuje posilovny a věnuje se rekreačnímu sportu, letní a zimní turistice apod. Předpokládá se, že tato část obyvatel vytvoří perspektivně se rozšiřující trh i pro specifickou skupinu cereálních výrobků hotových ke konzumaci, ovšem dostatečně atraktivní a výživově hodnotnou pro spotřebitele.

Nezanedbatelná je i skutečnost *stárnoucí populace* v souvislosti s prodlužováním věku. V této skupině jde převážně o individuální spotřebitele, kteří budou vyžadovat spíše výrobky o nižších hmotnostech, v malých baleních, aniž by se jednalo o exkluzivní a drahé výrobky.

Již nyní se významně uplatňují výrobky tzv. *etnické a regionální*, které přicházejí z jiných oblastí. S pokračující migrací obyvatelstva se sice stále více uplatňují, ale do určité míry se také stávají dočasnou módou a jejich obliba obvykle po čase upadá. [66]

Cereální výrobky se řadí mezi potraviny s vysokým stupněm inovace, mnohem vyšším než v kterémkoliv jiném potravinářském odvětví. Vývoj nových výrobků reflektuje požadavky

spotřebitelů, ale v současné době především názory odborníků na výživu a lékařů, což přispívá k řešení zdravotních problémů populace. Na trhu se objevují zejména výrobky:

- celozrnné,
- se sníženým energetickým obsahem a zvýšeným obsahem vlákniny,
- bez cholesterolu, s redukováným obsahem tuku nebo zcela bez tuku,
- se sníženým obsahem soli, resp. sodíku,
- s časově nenáročnou přípravou, zejména s možností využití mikrovlnné energie, mražené nebo instantní,
- s prodlouženou trvanlivostí, bez chemických aditiv a konzervačních prostředků,
- ve vhodném obalu a přiměřených porcích,
- fortifikované vitaminy (kyselina listová, vitamin C), minerálními látkami, n-3 mastnými kyselinami, β - glukany a dalšími látkami,
- s netradičními přísadami nebo z netradičních surovin,
- pro určité věkové kategorie populace a nejrůznější typy diet,
- výrobky deklarované jako zcela bez GMO.

Na druhé straně se ale zvyšuje zájem rovněž o výrobky luxusní, energeticky bohaté, bio či organické výrobky a celou řadu výrobků etnických. Mezi těmito trendy se v současné době prosazuje především výroba širokého sortimentu celozrnných potravin a hotových moučných směsí a premixů. [67]

3.1 Základní rozdělení cereálních výrobků

3.1.1 Mlýnské výrobky

Patří sem mouka, krupice, kroupy, loupaná rýže, vločky atd. Získávají se narušením obilných zrn. Při mletí se obilné zrno 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 a 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, světlejší barva, energeticky bohatá, má delší trvanlivost, obsahuje převážně škrob, obsahuje méně vitaminů a tuků. [59]

Nejčastější druhy mouky a krupic:

Pšeničná mouka: hrubá, polohrubá, hladká, 00 extra, celozrnná, chlebová, výrazková aj.

Pšeničné krupice: hrubé, jemné, jemné dehydrované, semolina aj.

Žitná mouka: pro výrobu chleba a perníků

Další druhy mouky: rýžová, kukuřičná, ječná, pohanková, prosná, amarantová aj.

Krupařské výrobky: ječné, pšeničné a ovesné kroupy

Vločky: ovesné, pšeničné a žitné

Pufované výrobky: se vyrábějí z loupané rýže, kukuřice, 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. V prodeji jsou burisony, Arizony (ochucená loupaná rýže), Racio- celozrnné chlebičky.

Extrudované výrobky: při vysokém tlaku v extrudéru dochází k mnohonásobnému zvětšení objemu a vysoké pórovitosti výrobku v prodeji jsou křupky, křehký chléb, pochoutky s vlákninou, pražené extrudované vločky (Corn flakes-kukuřičné, Rye flakes-žitné, Bran flakes-pšeničné, Barely flakes-ječné). [59]

3.1.2 Těstoviny

Těstoviny se vyrábí sušením nekvašeného těsta. Mají poměrně vysokou výživnou hodnotu. Biologická hodnota stoupá s obsahem vajec. Mají dobrou stravitelnost, rychlou přípravu

a značnou trvanlivost. [59] Vysoký růst spotřeby doznaly i těstoviny, které splňují přísné požadavky výživy - nízký obsah sodíku, bez tuku tedy i cholesterolu a vyváženou skladbu sacharidů. Zvyšuje se podíl vlákniny v těstovinách, která je ve formě otrub nebo jablečné vlákniny a poslední dobou je v USA rostoucí trend po čerstvých těstovinách balených v modifikované atmosféře s trvanlivostí až 1 měsíc. [60]

Nejčastější druhy těstovin:

Podle složení: vaječné a bezvaječné

Podle délky: dlouhé, střední a krátké

Podle použití: zavářkové a přílohové

Podle použitých přísad: přísady, které obohacují výživovou hodnotu např. vitaminy B₁ a B₂, mikrořasa Spirulina (sladkovodní řasa obsahující všechny základní vitaminy, minerály a živiny), kukuřičná mouka, kurkuma aj.

Speciální druhy: bezlepkové těstoviny Ekros, biotěstoviny, celozrnné, barevné, rýžové aj. [59]

3.1.3 Pekárenské výrobky

Pekárenské výrobky se připravují z kvalitní pšeničné a žitné mouky, kypřících prostředků, vody a přísad. Jsou hlavním zdrojem sacharidů a rostlinných bílkovin.

Chléb

Chléb se vyrábí nejvíce v evropských zemích, jen v Evropské Unii je to přes 25 mil. tun ročně, z toho minimálně 1/3 průmyslově, ale například až 2/3 průmyslově v Německu následováno Anglií, Španělskem, Francií a Itálií. Proti tomu například celé USA mají jen poloviční objem produkce zemí EU!

Průměrná spotřeba chleba v zemích EU je v současné době okolo 20 dkg na den, kde základem sice stále zůstávají pšenično-žitné chleby (necelých 45 %), ale jejich podíl rok od roku klesá, naopak roste podíl vícezrnných (20 %) a toastových chlebů (14 %) s přidavkem olejnatých semen, zvýšeným obsahem vlákniny ve formě otrub, ovesných vloček apod.

Ve světě je zájem o rustikální (selské) chleby, celozrnné tmavé chleby nebo macesy, což jsou židovské nekvašené placky. V Německu jsou vyráběny i konzervované žitné chleby,

pumpnickel a vícezrné chleby s živočišnými přísadami, olejinami či sójou. Při uvážení všech kombinačních možností surovin, přísad a technologických postupů se jedná o více než 1000 druhů chleba. [60]

Běžné a jemné pečivo

Ke změnám v sortimentu dochází i u běžného a jemného pečiva, kde roste podíl celozrnných výrobků s přídavkem olejin, redukováným energetickým obsahem a zvýšeným množstvím vlákniny. Stále nejprodávanějšími výrobky v USA i v Evropě jsou francouzské bagety a croissanty, z jemného pak především koblihy, vdolky, výrobky z listového těsta a bagely. Stále více se prosazují i různé etnické výrobky jako mexické tortilly, čínské pařené chleby, ploché baladi, arabské pity, lavashe, tanoori apod. [60]

Cereální přesnídávky

První cereální přesnídávky se začaly vyrábět v USA firmou Kellogg, ale největší spotřeba, přes 8 kg /osobu ročně, je již delší dobu ve Velké Británii. V zásadě jsou dvě základní skupiny cereálních přesnídávek: k přímé konzumaci (RTE) nebo vyžadující tepelnou úpravu.

Dominují přesnídávky RTE nejčastěji na bázi kukuřice, pšenice či rýže s přídavkem sušeného ovoce, ořechů, čokolády, obilních klíčků, otrub a nejrůznějších semen, jako jsou slunečnice, seznam, amarant atd. [60]

ZÁVĚR

Cílem práce bylo vyhodnotit význam cereálií a pseudocereálií ve výživě člověka. Cereální produkty hrají v řadě zemí klíčovou úlohu a pro většinu světové populace jsou hlavními a nepostradatelnými potravinami denní spotřeby, které jsou významným zdrojem sacharidů, vysokohodnotných bílkovin, vitaminů, minerálních látek i důležité a nenahraditelné vlákniny. Kromě jejich nutričního významu se stále více zdůrazňuje jejich prospěšnost pro zdraví. Důležité při tom je, že obiloviny a výrobky z nich, jsou pro většinu lidí snadno dostupné.

Sortiment produkce tradičních cereálií mohou vhodně doplňovat a rozšiřovat alternativní plodiny pseudoobiloviny, které jsou perspektivní surovinou. Jedná se o rostlinné druhy vynazující se vysokou nutriční a dietetickou kvalitou a specifickými sensorickými vlastnostmi. Jejich vysoká nutriční hodnota spočívá především ve vysokém obsahu lehce stravitelných bílkovin s příznivým aminokyselinovým složením, zejména obsahem lysinu u amarantu, pohanky i merlíku. Obsah lysinu u těchto pseudocereálií je vyšší než u obilovin, amarant ho obsahuje přibližně dvakrát více než pšenice. Obiloviny oproti tomu mají vyšší obsah leucinu. Přesto bílkoviny obou druhů řadíme mezi neplnohodnotné. Vysoké biologické hodnoty proteinů by se v takovémto případě mohlo dosáhnout na základě tzv. doplňujícího efektu, kdy by např. směs amarantu a pšenice poskytovala biologickou hodnotu ve výši téměř 100 %. Pseudoobiloviny jsou v porovnání s tradičními obilovinami cenným zdrojem bílkovin pro osoby citlivé na lepek. Obdobně vykazují tyto maloobjemové plodiny větší množství tuku s dobrou skladbou a zvýšeným podílem nenasycených mastných kyselin, i když obiloviny, zejména žito a ječmen, mají v porovnání s pseudoobilovinami vyšší obsah kyseliny linolenové. Obiloviny, s výjimkou ovsa a kukuřice, vykazují výrazně nižší hodnotu tuků. Z hlediska obsahu potravinové vlákniny obou skupin jsou pseudoobiloviny, hlavně díky pohance, cennějším zdrojem než obiloviny. Z obilovin se pohance svým množstvím vlákniny v zrna nejvíce přibližuje oves. Dále lze u těchto nově objevených plodin vyzdvihnout i vyšší obsah některých specifických, zdravotně významných látek, jako je např. rutin u pohanky. Výrobky z nich rozšiřují potravní spektrum a společně s klasickými obilovinami je lze uplatnit i ve sféře tzv. racionální výživy, ve zdravotnických dietách nebo farmacii.

Bohužel se u nás problematice využití cereálií a pseudocereálií nevěnuje taková pozornost jako v zahraničí, o čemž také svědčí malé množství prací publikovaných u nás. Jde o problematiku, která není vůbec jednoduchá a se stále se rozšiřujícími poznatky o výživě a zdra-

ví vyvstává oprávněná potřeba rozšiřování informací o zdravotních pozitivích cereálií a pseudocereálií.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] PŘÍHODA, J., SKŘIVAN, P., HRUŠKOVÁ, M., *Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2004. 203 s. ISBN 80-7080-530-7
- [2] KUČEROVÁ, J., *Technologie cereálií*. 1. vyd. Brno: MZLU, 2004. 141 s. ISBN 80-7157-811-8
- [3] PRUGAR, J.. Nutriční hodnota obilovin a jejich význam v lidské výživě. *Výživa a potraviny*. 1999, č. 54, s. 22-23.
- [4] RICÓN-LEÓN, F., Functional foods. *Encyclopedia of Food Science and Nutrition*. Vol. 1. Oxford: Academic Press, 2003. s. 692-699
- [5] DODOK, L., Obilniny – zdroj základných živín v ľudskej výžive. *Výživa a zdravie*, č.4, 1998, s. 5-6.
- [6] WRIGLEY, C., Cereals. *Encyclopedia of Grain Science*. Vol. 1. Oxford: Academic Press, 2004. s. 187-201
- [7] HAMPL, J., *Cereální chemie a technologie*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1970. 04-806-70
- [8] MACEVILLY, C.: Cereals. *Encyclopedia of Food Science and Nutrition*. Vol. 2. Oxford: Academic Press. 2004. s. 1008-1033.
- [9] VACULOVÁ, K., EHRENBURGEROVÁ, J., ERBAN, V., MILOTOVÁ, J., GABROVSKÁ, D., POLEDNE, R., Nutriční a zdravotně preventivní přínos obilovin pro výživu lidí. *Kvalita rostlinné produkce: současnost a perspektivy směrem k EU. Sborník příspěvků z česko-slovenské konference 6. února 2003*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2003. s. 37-44.
- [10] VELÍŠEK, J: *Chemie potravin I*. 2. vyd. Tábor: Osis. 2002. 344 s.
- [11] ŽAJOVÁ, A., PORUBSKÁ, M., Obilniny vo výžive zdravých i chorých ľudí. *Obilniny (zborník)*, Nitra: VÚRV Piešťany, 1997. 400 s.
- [12] *Multimediální přednášky z předmětu Výživa člověka* [online]. [cit. 2006-11-04]. Dostupný z WWW:

<<http://home.zf.jcu.cz/public/departments/koz/vyz/multi.html>>

- [13] ŠPALDON, E., *Rastlinná výroba*. Bratislava: Příroda. 1989. 628 s.
- [14] *Library of Biological Books* [online]. [cit. 2006-11-04]. Dostupný z WWW:
<<http://www.biolib.de/>>
- [15] MCINTOSH, R.A.: Wheat. *Encyclopedia of Grain Science*. Vol. 3. Oxford: Academic Press. 2004. s. 323-329.
- [16] SKYLAS, D.J., VAN DYK, D., WRIGLEY, C.W., Proteomics of wheat grain. *Journal of Cereal Science*, Vol. 41. 2005. s. 165-179
- [17] GRUNDAS, S.T.: Wheat. *Encyclopedia of Food Science and Nutrition*. Vol.10, Oxford: Academic Press. 2003. s. 6130-6146.
- [18] HARELAND, G.A, MANTHEY, F.A., Oats. *Encyclopedia of Food Science and Nutrition*. 2.ed. Vol. 7. Oxford: Academic Press. 2003. s. 4213-4220.
- [19] MOUDRÝ, J., Oves nahý. *Výživa a potraviny*. č.54, 1999. s. 23-24.
- [20] ÅMAN, P., The variation in chemical composition of Swedish oats. *Acta Agriculturae Scandinavica*. 37, 1987. s. 347-352.
- [21] DEMIRBAS, A., β -Glucan and mineral nutrient contents of cereals grown in Turkey. *Food Chemistry*. 90, 2005. s. 773-777.
- [22] ASP, N.G., MATTSSON, B., ÖNNING, G., Variation in dietary fibre, β -glucan, starch, protein, fat and hull content of oats grown in Sweden. *European Journal of Clinical Nutrition*. 46, 1999. s. 31-37.
- [23] HOLTHAUS, J.F., HOLLAND, J.B., WHITE, P.J., FREY, K.J., Inheritance of β -glucan content in oat grain. *Crop Science*. 36, 1996. s. 567-572.
- [24] PETERSON, D.M., WESENBERG, D.M., BURRUP, D.E., β -glucan content and its relationship to agronomic characteristics in elite oat germplasm. *Crop Science*. 35, 1995. s. 965-970.
- [25] PRUGAR, J., Obilniny v naší výživě. *Výživa a potraviny*. 2002, č. 57, s. 46.
- [26] MACGREGOR, A.W., Barley. *Encyclopedia of Food Science and Nutrition*. Vol. 1. Oxford: Academic Press. 2003. s. 379-382.

- [27] KLING, J.G., HAYES, P.M.: Barley. *Encyclopedia of Grain Science*. Vol. 1. Oxford: Academic Press. 2004. s. 27-37.
- [28] VOJTAŠŠÁKOVÁ, A., KOVÁČIKOVÁ, E., SIMONOVÁ, E., HOLČÍKOVÁ, K., *Potravinové tabulky: Obilniny a strukoviny*. Bratislava: VÚP, 1999. 268 s.
- [29] LYLY, M., SALMENKALLIO-MARTTILA, M., SUORTTI, T., AUTIO, K., POUTANEN, K., LÄHTEENMÄKI, L., The sensory characteristics and rheological properties of soups containing oat and barley beta-glucan before and after freezing. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*. 37, 2004. s. 749-761.
- [30] BUSHUK, W., Rye. *Encyclopedia of Grain Science*. Vol. 3. Oxford: Academic Press, 2004. s. 85-91.
- [31] LINDHAUER, M.G., DREISOERNER, J., Rye. *Encyclopedia of Food Science and Nutrition*. Vol. 8. Oxford: Academic Press, 2003. s. 35-42.
- [32] MAZZA, G., OOMAH, B.D., Buckwheat. *Encyclopedia of Food Science and Nutrition*. Vol. 2. Oxford: Academic Press, 2003. s. 692-699.
- [33] CAI, Y.Z., CORKE, H., Buckwheat. *Encyclopedia of Grain Science*. Vol. 1. Oxford: Academic Press, 2004. s. 120-128.
- [34] MICHALOVÁ, A., HUTAŘ, M., Pohánka setá. *Výživa a potraviny*, 53, 1998. s. 11-12.
- [35] IKEDA, K., Buckwheat composition, chemistry, and processing. *Advances in food and nutrition research*. 44, 2002. s. 395-434.
- [36] FIKSELOVÁ, M., Pohánka ako potenciálny zdroj funkčných potravín. *Trendy v potravinárstve*. Bratislava: VUP, 10, 2003. s. 10-11.
- [37] HAVSTEEN, B., Flavonoids, a class of natural products of high pharmacological potency. *Biochemical Pharmacology*. 32, 1983. s. 1141-1148.
- [38] DE-FRANCISCHI, M.L., SALGADO, J.M., DA-COSTA, C.P., Immunological analysis of serum for buckwheat fed celiac patient. *Plant Foods for Human Nutrition*. 46, 1994. s. 207-211.

- [39] KIM, S.L., KIM, S.K., PARK, CH.H., Introduction and nutritional evaluation of buckwheat sprouts as a new vegetable. *Food Research International*. 37, 2004. s. 319-327.
- [40] BONAFACCIA, G., GAMBELLI, L., FABJAN, N., KREFT, I., Trace element in flour and bran from common and tartary buckwheat. *Food Chemistry*. 83, 2003. s. 1-5.
- [41] CAI, Y.Z., CORKE, H.: Amaranth. *Encyclopedia of Grain Science*. Vol. 1. Oxford: Academic Press, 2004. s. 1-10.
- [42] TOSI, E.A., LUCERO, E.R.H., MASCIARELLI, R., Dietary fiber obtained from amaranth (*Amaranthus cruentus*) grain by differential milling. *Food Chemistry*. 73, 2003. s. 441-443.
- [43] BRESSANI, R., Amaranth. *Encyclopedia of food science and nutrition*. Oxford: Academic Press, vol. 1. 2003. s. 166-173.
- [44] ABALONE, R., CASSINERA, A., GASTON, A., LARA, M.A., Some physical properties of amaranth seeds. *Biosystems Engineering*. 89, 2004. s. 109-117.
- [45] HALÁSOVÁ, G., DODOK, L., BUCHTOVÁ, V., Pseudocereálie ako potencionálne suroviny na výrobu škrobu. *Nové pohľady na jakosť rastlinného pôvodu. Sborník referátů z konferencie s mezinárodní účastí konané v Brně ve dnech 22.-23. října 1997*. Brno: 1997. str. 70-77
- [46] *Wikipedie: Rýže* [online]. [cit. 2007-03-06]. Dostupný z WWW:
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/R%C3%BD%C5%BEE>>
- [47] PRUGAR, J. Dtest: články o obilovinách [online]. [cit. 2007-03-08]. Dostupný z WWW:
<<http://www.dtest.cz/index.php?action=95>>
- [48] KALÁČ, P., *Funkční potraviny*. České Budějovice: DONA, 2003. 130 s. ISBN 80-7322-029-6
- [49] PRUGAR, J., Obiloviny ve výživě (4). *Výživa a potraviny*. 58, 2003. 3, s.34-35
- [50] LACHMAN, J., Obilniny - významný zdroj antioxidantů v lidské výživě. *Úroda*. 51. 2003. s.20-23

- [51] MOUDRÝ, J., KALINOVÁ, J., PETR, J., MICHALOVÁ, A., *Pohanka a proso*. Praha: ÚZPI, 2005. 206 s.
- [52] Wikipedie: Obilniny [online]. [cit. 2007-03-12]. Dostupný z WWW:
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Obilniny>>
- [53] MICHALOVÁ, A., VALA, M., GABROVSKÁ, D., VACULOVÁ, K., HUTAŘ, M., Kvalita minoritních obilnin a pseudoobilovin. *Kvalita rostlinné produkce: současnost a perspektivy směrem k EU. Sborník příspěvků z česko-slovenské konference 6. února 2003. Výzkumný ústav rostlinné výroby v Praze, 2003. s. 177-182.*
- [54] MICHALOVÁ, A., Kvalita alternativních a maloobjemových plodin pro zdravou lidskou výživu. *Nové pohledy na jakost rostlinného původu. Sborník referátů z konference s mezinárodní účastí konané v Brně ve dnech 22.-23. října 1997. Brno: 1997, str. 152-158.*
- [55] TICHÁ, M., VYZÍNOVÁ, P., *Polní plodiny*. Brno: VFU, 2006. 41 s.
- [56] Čirok zrnový pro bezlepkovou dietu [online]. 2004, [cit. 2007-04-02]. Dostupný z WWW:
<<http://www.bezlepkovadieta.cz/?url=potraviny-rostlinneho-puvodu&clanek=1373>>
- [57] PRUGAR, J., Obiloviny ve výživě (3). *Výživa a potraviny*. 58, 2003, 1, s.3
- [58] Český statistický úřad: *Spotřeba potravin* [online]. 2006, [cit. 2007-04-02]. Dostupný z WWW:
<http://www2.czso.cz/csu/2006edicniplan.nsf/o/3004-06-v_roce_2005-napl_publicovanych_polozek>
- [59] *Výuka předmětu Potraviny a výživa užitím ITC: Obiloviny a mlýnské výrobky* [online]. [cit. 2007-04-01]. Dostupný z WWW:
<<http://www.vladahadrava.xf.cz/obiloviny.html>>
- [60] DOLEŽAL, V. *Staré obiloviny* [online]. [cit. 2007-04-18]. Dostupný z WWW:
<<http://www.jidlo-piti-ziti.cz/stareobiloviny.html>>

- [61] Vyhláška Ministerstva zemědělství č 333/1997 Sb., pro mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta.
- [62] KUČHTÍK, F., *Pěstování rostlin: Speciální část*. Třebíč: FEZ, 2004. 80 s.
- [63] PETR, J., HÚSKA, J., *Speciální produkce rostlinná I. (obecná část obilniny)*. Praha: ČZU, 1997. 193 s. ISBN 80-213-0152-X
- [64] JŮVA, T. *Rýže – podrobné nutriční hodnoty* [online]. 2005, [cit. 2007-04-22]. Dostupný z WWW:
<<http://www.sport-portal.cz/nutricni-hodnoty-ryze.html>>
- [65] *Výroba stabilizovaných rýžových otrub* [online]. 2007, [cit. 2007-05-17]. Dostupný z WWW:
<<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=13&typ=1&val=58700&ids=175>>
- [66] PŘÍHODA, J., *Současné trendy ve vývoji cereálních výrobků. Mlynářská ročenka*. Praha: Nakladatelství 5P, 2003. s. 127-132.
- [67] KOPÁČOVÁ, O., *Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům*. Praha: UZPI, 2006. 36 s.
- [68] HAVRENTOVÁ, M., KRAIC, J., BIELIKOVÁ, M., ANTALÍKOVÁ, G., BENKOVÁ, M., ČIČOVÁ, I., HOZLÁR, P., *Zdroje vlákniny a ich využitie v zlepšovani funkčných vlastností vybraných surovín potravinárskeho priemyslu. Kvalita, bezpečnosť a funkčnosť primárnych potravinových zdrojov. Zborník z odborného seminára 6. – 7. december 2005*. Piešťany: 2005. str. 23-27

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

- FAO Organizace OSN pro výživu a zemědělství se sídlem v Římě.
- RTE Ready to eat: k přímé konzumaci
- BNLV Bezdušičaté látky výtažkové
- MK Mastné kyseliny
- LDL Low Density Lipoproteins: lipoproteiny o nízké hustotě

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Podélný řez pšeničným zrnem se znázorněním jeho morfoložických vrstev.....	9
Obr. 2. Základní struktura β – glukánů s kombinovanými vazbami (1→3), (1→4).....	15
Obr. 3. Strukturní vzorec rutinu.....	23
Obr. 4. Pšenice (<i>Triticum aestivum</i>).....	25
Obr. 5. Žito (<i>Secale cereale</i>).....	28
Obr. 6. Porovnání obsahu kyseliny linolenové u různých druhů obilovin a pseudoobilovin.....	29
Obr. 7. Ječmen (<i>Hordeum vulgare</i>).....	30
Obr. 8. Porovnání obsahu tuků u různých druhů obilovin a pseudoobilovin.....	31
Obr. 9. Oves (<i>Avena sativa</i>).....	32
Obr. 10. Rýže setá (<i>Oryza sativa</i> L.).....	33
Obr. 11. Kukuřice (<i>Zea mays</i>).....	36
Obr. 12. Porovnání obsahu bílkovin u různých druhů obilovin a pseudoobilovin	37
Obr. 13. Proso (<i>Panicum miliaceum</i> L.).....	38
Obr. 14. Čirok (<i>Sorghum vulgare</i>).....	39
Obr. 15. Pohanka (<i>Fagopyrum esculentum</i>).....	41
Obr. 16. Porovnání obsahu vlákniny u různých druhů obilovin a pseudoobilovin.....	42
Obr. 17. Amarant (<i>Amaranthus retroflexus</i>).....	44
Obr. 18. Quinoa (<i>Chenopodiaceae</i>)	45
Obr. 19. Pokrytí spotřeby energie obyvatel ČR hlavními skupinami potravin.....	48
Obr. 20. Pokrytí spotřeby bílkovin obyvatel ČR hlavními skupinami potravin.....	49

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Rozdělení látkového složení v jednotlivých částech zrna v % sušiny.....	11
Tab. 2. Procentuální zastoupení jednotlivých frakcí N-látek v zrně obilovin.....	18
Tab. 3. Hlavní složky jednotlivých částí zrna pšenice.....	26
Tab. 4. Porovnání složení žitného, pšeničného a ovesného zrna	27
Tab. 5. Obsah živin ve 100g rýže (tepelně nepracované).....	35
Tab. 6. Obsah esenciálních aminokyselin v cereáliích a pseudocereáliích	43