

Význam vybraných polysacharidů heteroglukanů (β -glukanů) ve výživě člověka

Taťána Mořkovská

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: **Taťána MOŘKOVSKÁ**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Význam vybraných polysacharidů heteroglukanů
(β -glukanů) ve výživě člověka.**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte literární rešerži na téma polysacharidy se zaměřením na heteroglukany.
2. Detailněji charakterizujte skupinu polysacharidů Hemicelulosity se zaměřením na β -glukany.
3. Uvedte jejich technologický a nutriční význam.
4. Navrhněte možnosti jejich využití do potravin s odkazem na literární údaje.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Jan Hrabě, Ph.D.

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



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
děkan



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Cílem práce bylo charakterizovat vybrané sacharidy. Největší pozornost byla věnována β -glukanům a vláknině potravy. U β -glukanů byly zjištěny stimulační účinky na imunitní systém člověka. Význam vlákniny ve výživě člověka je nezastupitelný.

Klíčová slova: sacharidy, β -glukany, vláknina potravy, celuloza, pektin, lignin

ABSTRACT

The objective of this work is to characterize choice descriptions of sugars. The biggest attention was paid to β -glucans and dietary fibre. β -glucans have stimulus effects on immune system of human. Meaning of dietary fibre in nutrition of human is not fungible.

Keywords: sugars, β -glucans, dietary fibre, cellulose, pectin, lignin

Motto:

Zdraví je vzácná věc, je to vpravdě jediná věc, která zaslouží,
abychom úsilí o ni obětovali nejen čas, pot, námahu, jmění, ale i život;
tím spíše, že bez něho se pro nás život stává trápením a strastí.
Není-li zdraví, potemní a vyprchají i rozkoš, moudrost, učenost a ctnost.

Montaigne Michel

Chtěla bych poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce, panu doc. Ing. Janu Hraběti, Ph.D., za jeho trpělivost, cenné rady a literaturu, kterou mi poskytl a dopomohl mi tak ke zpracování této práce.

OBSAH

ÚVOD.....	8
1 SACHARIDY.....	9
1.1 FUNKCE SACHARIDŮ.....	9
1.2 ROZDĚLENÍ SACHARIDŮ.....	10
2 POLYSACHARIDY.....	11
2.1 POUŽITÍ POLYSACHARIDŮ.....	11
2.2 HOMOPOLYSACHARIDY.....	12
2.3 HEMICELULOSY.....	12
2.3.1 Heteroglukany.....	12
2.3.1.1 Xyloglukany.....	13
3 GLUKANY.....	14
4 β - GLUKANY.....	15
4.1 VÝSKYT β - GLUKANŮ V HOUBÁCH.....	17
4.2 OBILNÉ β - GLUKANY.....	18
4.3 PŮSOBENÍ β - GLUKANŮ V ŽIVOČIŠNÉM A LIDSKÉM ORGANISMU.....	21
4.4 MECHANISMUS PŮSOBENÍ β - GLUKANŮ.....	23
5 VLÁKNINA.....	24
5.1 HISTORIE VLÁKNINY.....	24
5.2 STAVBA VLÁKNINY.....	24
5.2.1 Celulosa.....	25
5.2.1.1 Struktura celulosy.....	25
5.2.1.2 Zdroje a výskyt celulosy.....	26
5.2.1.3 Vlastnosti celulosy.....	27
5.2.1.4 Použití celulosy.....	27

5.2.1.5 Modifikované celulosy.....	27
5.2.2 Pektiny.....	28
5.2.3 Lignin.....	29
5.2.4 Rostlinné gumy a slizy.....	31
5.3 VLÁKNINA OBECNĚ.....	31
5.4 VÝŽIVOVÁ DOPORUČENÍ.....	32
5.5 ZDROJE VLÁKNINY.....	33
5.5 FYZIOLOGICKÉ ÚČINKY VLÁKNINY.....	38
5.7 ZDRAVOTNÍ ÚČINKY VLÁKNINY.....	41
5.8 NEGATIVNÍ ÚČINKY VLÁKNINY.....	42
ZÁVĚR.....	44
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	45

ÚVOD

Obsahem této práce je především bližší poznání a charakteristika β -glukanů a také vlákniny, v které jsou, mimo jiné, obsaženy i již zmíněné β -glukany. V této práci je kladen důraz především na význam těchto látek v lidské výživě a na jejich vliv na zdraví člověka.

β -glukany mají blahodárný vliv na lidský organismus. Tento fakt je znám již po několik desetiletí avšak až od 90. let se ke glukanům obracejí světové kapacity jako k prostředku nového tisíciletí. Jejich hlavní význam je především v tom, že podporují imunitní systém člověka. Mechanismus působení těchto látek není dosud přesně znám a proto jsou i nadále předmětem dalšího zkoumání.

Nezastupitelné místo ve výživě člověka má vláknina. Prochází sice zažívacím ústrojím téměř beze změny, ne však bez užitku. Hlavní funkcí vlákniny je prevence proti řadě onemocnění.

1 SACHARIDY

Názvem sacharidy se označují polyhydroxyaldehydy a polyhydroxyketony, které obsahují v molekule minimálně tři alifaticky vázané uhlíkové atomy a také sloučeniny, které se z nich tvoří vzájemnou kondenzací za vzniku glykosidových vazeb. Sacharidy jsou základními složkami všech živých organismů, biologicky aktivními molekulami a nejrozšířenějšími organickými sloučeninami v biosféře. Udává se, že polovina veškerého množství uhlíku z naší biosféry je uložena v celulóse. V živých biologických objektech plní převážně funkci strukturní a metabolickou. [2]

Sacharidy jsou značně reaktivní složky potravin. Mezi nejběžnější a současně nejvýznamnější reakce sacharidů probíhající při skladování a zpracování potravin se řadí reakce s aminosloučeninami, pro které se vžil obecný název neenzymového hnědnutí. Často se používá také názvu Maillardova reakce. Produkty těchto reakcí jsou žluté, hnědé až černé pigmenty a aromatické látky mnoha potravin. Vznikají však také látky vykazující jisté antinutriční a toxické látky. [1]

1.1 Funkce sacharidů

Sacharidy mají v buňkách různé funkce. Využívají se především jako **zdroj energie** (některé polysacharidy, oligosacharidy a monosacharidy; 1 g cukru poskytuje 17 kJ, tj. 4 kcal). Jsou **základními stavebními jednotkami** mnoha buněk a chrání buňky před působením různých vnějších vlivů. Jsou také **biologicky aktivními látkami** nebo složkami mnoha biologicky aktivních látek jako jsou glykoproteiny, některé koenzymy, hormony, vitamíny aj. [1]

Rozdělení sacharidů

Podle počtu cukerných jednotek vázaných v molekule sacharidu je dělíme na:

1. Monosacharidy
2. Oligosacharidy
3. Polysacharidy (glykany) - Homopolysacharidy (Homoglykany)
- Heteropolysacharidy (Heteroglykany)
4. Heteroglykosidy (obsahují necukernou složku). [2]
5. Monosacharidy jsou složeny z jedné cukerné jednotky, oligosacharidy ze dvou až deseti stejných nebo také různých monosacharidů spojených vzájemně glykosidovými vazbami. Monosacharidy a oligosacharidy se někdy označují souhrnným názvem cukry, neboť mají mnoho společných vlastností a často sladkou chuť. [1]

2. POLYSACHARIDY

Polysacharidy se skládají z více než 10 monosacharidových jednotek a obsahují až také několik tisíc, stovek tisíc až kolem milionu strukturních (stavebních) jednotek spojených vzájemně glykosidovými vazbami. [1]

Polysacharidy jsou tvořeny buď výlučně identickými monomery (s výjimkou koncových jednotek), častěji se však skládají z molekul dvou a více různých monosacharidů nebo obsahují deriváty monosacharidů. Rozlišují se proto homopolysacharidy a heteropolysacharidy. Homopolysacharidy jsou např. složky škrobu (amylosa a amylopektin), glykogen a celuloza, které jsou složené pouze z molekul D-glukosy. Mezi heteropolysacharidy náleží většina dalších polysacharidů. [1]

2.1 Použití polysacharidů

Polysacharidy přispívají v potravinách k formování textury a ovlivňují i další organoleptické vlastnosti potravin. Rozpustné polysacharidy slouží v mnoha odvětvích potravinářského průmyslu a v dalších oborech jako plnidla, zahušťovadla, zvyšující viskozitu výrobků, působí jako stabilizátory disperzí, některé jsou tělotvornými látkami. [1]

Význam polysacharidů vzrostl s rozvojem nových technologií a s vývojem výrobků se sníženým obsahem tuků a sacharosy. Dříve dominoval na trhu nativní škrob, ale jeho spotřeba klesá, výrazně však roste spotřeba modifikovaných škrobů. Na významu také získaly modifikované celulosy, rostlinné gummy, polysacharidy mořských řas a mikroorganismů. Na čelním místě světové spotřeby neškrobových polysacharidů jsou gummy rostlinných semen (guarová, lokustová guma), následují karagenany, agary, arabská guma, pektiny, algináty, modifikované celulosy (karboxymethylceluloza) a xanthany. [1]

2.2 Homopolysacharidy

Homopolysacharidy, které se nazývají glukany se skládají výhradně z glukosových jednotek (amylosa, amylopektin, celulosa). Jsou-li glykosidovou vazbou vzájemně spojeny α -anomery monomeru (amylosa), jedná se o α -glukany, ale např. celulosa je β - glukánem, resp. β -(1→4)-glukanem. [1]

2.3 Hemicelulosity

Termín hemicelulosity je společným názvem pro strukturní necelulosové polysacharidy buněčných stěn rostlin, které vyplňují prostory mezi celulosovými vlákny.

Mezi hemicelulosity se řadí dvě hlavní skupiny polysacharidů:

Heteroglukany

Heteroxylany [1]

2.3.1 Heteroglukany

Hlavními strukturními heteroglukany, které se řadí mezi hemicelulosity jsou:

Xyloglukany

β - glukany [1]

2.3.1.1 Xyloglukany

Základem molekuly xyloglukanů je β -D-(1 \rightarrow 4)-glukan (celulosa) s jednotkami D-xylopyranosy v postranních řetězcích, které jsou vázány na glukosu α -(1 \rightarrow 6) glykosidovými vazbami. Xyloglukany hemicelulosového typu jsou dominantními hemicelulosami buněčných stěn dvouděložných rostlin, kam se řadí ovoce, většina zelenin, okopaniny a luštěniny. U jednoděložných rostlin, kam náleží některé zeleniny (cibulové zeleniny, chřest) a především obiloviny jsou přítomny v menším množství. Xyloglukany jsou z větší části nerozpustné složky vlákniny. [1]

3. GLUKANY

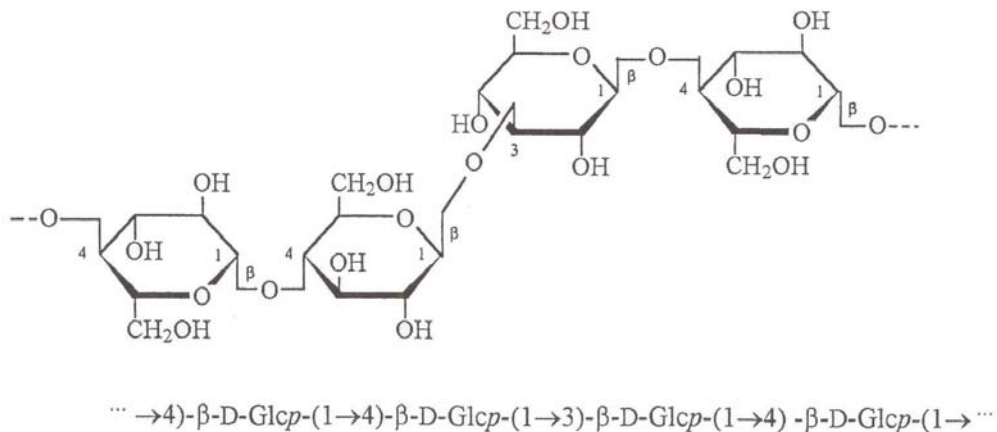
Glukany jsou polysacharidy obsahující pouze glukosu jako monomerní jednotku. [1]

Patří k nim škrob, glykogen, celuloza a dextran. Jejich sumární vzorec je $(C_6H_{12}O_5)_n$. [8]

Z obrovského počtu teoreticky možných kombinací existuje v přírodě jen omezený počet polysacharidů (asi 300). Nejrozšířenější jsou homopolymery D-glukosy. Jejich pestrost je podmíněna růzností způsobu vazeb glukopyranosových jednotek. Kondensace je možná s hydroxylovou skupinou kteréhokoliv atomu uhlíku a mohou vznikat buď α -, nebo β -anomery – vazbu mezi dvěma monomerními jednotkami lze proto uskutečnit ne méně než osmi možnými způsoby. Pestrost glukanů je dále zvyšována substitucemi cukerných kruhů a větvením řetězců. Z mnoha teoreticky možných polymerů glukosy se však v přírodě vyskytuje jen několik. [9]

4. BETA (β) - GLUKANY

Polysacharidy nazývané β – glukany, také β -(1 \rightarrow 3), (1 \rightarrow 4)-D-glukany nebo β – glukany se smíšenými vazbami (dříve také licheniny) se nacházejí v buněčných stěnách vyšších rostlin a ve větším množství v semenech některých obilovin (ječmen, oves). [1]



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

Příbuzné polymery, které se také nazývají β – glukany nebo β -(1 \rightarrow 3), (1 \rightarrow 6)-D-glukany nebo β – glukany se smíšenými vazbami, syntetizují také vyšší houby, plísně a kvasinky.

V ovesných otrubách se nachází β -(1 \rightarrow 3), (1 \rightarrow 4)-D-glukan nazývaný též ovesná guma. Pro ječmen jsou typické β – glukany se dvěma nebo více sousedícími (1 \rightarrow 4) vazbami.

Tyto hemicelulosity se vyskytují v zanedbatelném množství v buněčných stěnách dvouděložných rostlin, ale ve větším množství se nacházejí v buněčných stěnách obilovin, kde tvoří asi 30 % sušiny neškrobových polysacharidů. [1]

Obsah v pšenici a žitu je jen 0,2 – 2 % hmotnosti zrna, obsah v neloupaných zrnech rýže 1 – 2 %. V evropských i amerických odrůdách ovsa bývá jejich obsah 3,2 – 6,8 % a v sladovém i krmném ječmeni 3 – 7 %. [1]

Rozpustnost β -glukanů ve vodě závisí především na jejich struktuře a ta souvisí s původem. Např. klesá v řadě oves > ječmen > pšenice. Čím více je v molekule vazeb (1→4), tím nižší je rozpustnost polymerů. Nejvíce rozpustné jsou polymery obsahující asi 30 % vazeb (1→3) a 70 % vazeb (1→4), jejichž řetězec je složen z 2-3 jednotek β -D-glukosy spojených vazbami (1→4), mezi nimiž se nachází jednotka vázaná vazbou (1→3). [1]

Rozpustnost β -glukanů se zvyšuje s teplotou. Např. při 40 °C se extrahuje asi 20 % β -glukanů ječmene, při 65 °C asi 30 – 70 % (β -glukany pšenice se při této teplotě neextrahují) a vznikají viskózní roztoky. β -glukany vázané na proteiny jsou nerozpustné. K tvorbě gelu dochází po částečné hydrolyze. Nativní molekuly gel netvoří. [1]

Jejich velkou výhodou v potravinách má být dosud jak působení na texturu, tak na nahrazení pro všechny nebo určitou část tuků v řadě mlékárenských a pekařských produktech. [22]

β -glukany jsou částečně rozpustnou a částečně nerozpustnou vlákninou potravy [1] a mají užitečnou fyziologickou funkci jako složka potravy. (viz. Vlákna) [22]

Zdravotní výhody β -glukanů vzbudily zájem o zahrnutí β -glukanů do potravinářských produktů. Normální, obilná zrna neobsahují dostatečné hodnoty β -glukanu k poskytnutí nejžádanějšího přísunu rozpustného vlákna. Tak byl zájem o vytvoření potravin obohacených β -glukany buď doplněním s výtažkem β -glukanu nebo používáním obilných mouk nebo otrub obohacených β -glukany. [22]

β -glukan byl získáván komerčně, hlavně z ovsu setého, ale extrakční proces je drahý, takže přidávané β -glukany extrahované do pokrmů byly nevhodné. Nicméně, od ranných 90. let několik klíčových vývojových trendů vědělo, že by se mělo uvádět rozsáhlé použití podstatného množství β -glukanů ve zpracovaných potravinách, nejen kvůli jejich významným zdravotním výhodám, ale také protože β -glukan sám o sobě poskytuje významnou funkčnost potravinám. Doposud zásadním použitím β -glukanů u zpracovaných potravin bylo nahrazování tuku obsaženého v potravinách. To je samo o sobě zdravotní výhodou od doby typické západní stravy obsahující příliš mnoho tuku. [22]

První klíčový rozvoj byl vynalezen z Oatrimu (oves) od George Inglett v USDA v ranných devadesátých letech. Oatrim obsahuje pouze malé množství β -glukanu, ale je nenákladný pro vytěžení a může ukázat novou funkčnost v zpracovaných potravinách. Oatrim je aktu-

álně prodávaný dvěma společnostmi. Mountain Lake Speciality Ingredients produkuje Oatrim pod názvem TrimChoice-5, a Quaker Oats spolu s Rhodia vyprodukuje podobný produkt nazývaný Beta-Trim. V roce 1998, Inglett vynalezl Nu-trim, který má podobnou funkčnost, je dokonce méně nákladný na produkci, avšak může obsahovat vyšší hodnoty β -glukanů. ('trim' dodatek je jakási zkratka pro technický výzkum zahrnující výměnu látek). Druhý klíčový výzkum byl nový, levný proces pro získávání novou formu β -glukanů, zvaný Glucagel, z ječmene. Glucagel je nový funkční hydrokoloid, obsahující až 100 % β -glukanů. Ten tvoří měkké thermoreversibilní gely. [22]

β -glukany můžeme také najít v buněčné stěně plísní a jsou hlavní složkou stěnových polysacharidů kvasinek. β -glukany buněčné stěny kvasinek a jiných hub, ovesa, čočky aj. jsou pokládány za velmi účinné imunostimulátory. Využívají se např. při transplantaci orgánů (pomáhají bránit jejich odvrhnutí imunitním systémem), nebo mohou pomáhat proti některým typům rakoviny. [7]

Stručným shrnutím je, že se separované β -glukany používají jako nejrůznější potravinářské výrobky (tukové náhražky do mléčných a masových výrobků, přísada do cereálních výrobků) a pro léčebné účely. [24]

4.1 Výskyt β -glukanů v houbách

Obsahy a poměry jednotlivých sacharidických složek u hub jsou dány zejména geneticky, tzn. závisí na druhu houby. [10]

Jako nejvýznamnější zdroje β -glukanů jsou využívány houby houževnatec jedlý, který obsahuje účinný glukan lentinan a potom někteří zástupci rodu hlíva, kde se účinná látka nazývá pleuran. Glukany se odlišují svými postranními řetězci, které jsou specifické pro jednotlivé druhy hub. V houbách se nacházejí β -glukany jako nerozpustné ve vodě nebo ve vodorozpustné formě. Přitom vodorozpustná forma β -glukanů vykazuje mnohem vyšší biologickou aktivitu při působení na imunitní systém člověka i zvířat. [12]

I když chemická struktura β -glukanů v buněčných stěnách hub není zcela prozkoumána, je pravděpodobné, že se zde vyskytují především ve formě glukosových řetězců, které se stáčí a vytváří jednoduchou nebo trojitou šroubovici. Biologická účinnost mezi oběma

formami je různá. Zásadní se zdá být zejména schopnost vazby do jednoduché šroubovice tvarovaného glukanu na imunoglobulin v krevním séru. [13]

Velká pozornost se věnuje studiu medicínských účinků polysacharidů izolovaných z jednotlivých druhů hub, větší pozornost se však obrací na tzv. medicínské houby, jejichž polysacharidy jsou schopné lidskému organismu poskytnout mnohem výraznější imunostimulační účinek. [25]

Aktivita závisí od molekulové hmotnosti, početnosti větvení a konformace molekul. Nejvyšší antinádorovou účinnost vykazují beta glukany se stupněmi větvení 0,20-0,33 a vyšší relativní molekulovou hmotností. [25]

Hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*, Hiratake) mezi průmyslově používanými dřevokaznými houbami splňuje tyto kriteria a má i nejlepší nutriční hodnoty. β -glukan izolovaný z této houby má výrazný protirakovinový a imunomodulační účinek, houba navíc obsahuje velký podíl proteinů a uhlohydrátů, 8 esenciálních aminokyselin (kromě tryptofanu) jako i vitamíny B1 (tiamin), B2 (riboflavín), B3 (niacin), B5 (kyselina pantotenová), B7 (biotin), C a PP a minerální prvky (vápník, hořčík, fosfor, draslík, selen, sodík, a zinek). Vysoký obsah polysacharidů, jako i jejich čistota dělá z β -glukanu izolovaného z hlívy ústříčné atraktivní produkt vzhledem na cenu a kvalitu. [25]

4.2 Obilné β -glukany

β -glukan je typickým polysacharidem především pro ječmen a oves a výrobkům z nich se proto připočítává mnoho pozitivních efektů spojených s prodloužením vláčnosti i fyziologickým působením při trávení. V ječném zrně se nachází v rozmezí od 2 do 11 % hmotnosti zrna podle odrůdy a půdně klimatických podmínek. Vyšší obsah β -glukanů v pivovarských surovinách je ze sladařského a pivovarského hlediska nežádoucí, přestože část jich je během technologie výroby piva štěpena enzymem β -glukanázou. Jedním z důsledků vysokých hodnot β -glukanů ve sladu a především ve sladince je neúplný rozklad buněčné stěny a z toho plynoucí slabá mobilizace škrobu a zásobních proteinů. Vzhledem k tomu, že β -glukany vytváří vysoce viskózní vodní roztoky, mohou vést k problémům s filtrací při vaření piva. Nerozložené β -glukany mohou rovněž působit na stabilitu piva během skladování v podobě tvorby zákalů, srážení v konečném produktu, tvorby chlodo-

vých zákalů ve spojení s proteiny, ostatními polysacharidy a polyfenolickými sloučeninami. Optimální hranicí obsahu β -glukanů ve sladidě je 100 mg/l, nepřijatelnou hranicí je 250 mg/l. [5]

β -glukanáza hraje důležitou roli při depolymeraci ječného β -glukanu během skladování a mutování spolu s dalšími enzymy ze skupiny hydroláz. Výsledkem působení celého komplexu je cytolytické rozluštění sladu. Vyšší obsah β -glukanů ve sladidě způsobuje v pivovarských surovinách, jak již bylo zmíněno, zvýšení viskozity sladiny a piva, snížení varného výtěžku, špatné scezování a špatnou filtrovatelnost piva. Zvýšenou aktivitou β -glukanázy a hemiceluláz je možné negativní působení β -glukanů do jisté míry ovlivnit. Aktivita β -glukanázy stoupá při klíčení obilky v půdě i v průběhu skladování. Prodloužením klíčení, zvýšenou teplotou lze její aktivitu zvýšit.[5]

Umět ekonomicky extrahovat a destilovat β -glukan, je žádoucí. Ječmenné a ovesné moučné frakce z odrůd obsahující vysoké hodnoty beta-glukanu jsou dnes prodávány. Vysoké hodnoty β -glukanu v ječmenu souvisí s odrůdou která obsahuje voskový nebo amylozový škrob hlavně proto, že v těchto odrůdách nastává menší syntéza škrobu. Příkladem nejvyšších obsahů β -glukanu je dlouhozrná ječmenná mouka nazývaná Sustagrain uváděný na trh od Con-Agra. Jde o mleté zrnko, která má obsah 15% β -glukanu. Mouka je prodávána za vyšší ceny než běžná mouka, protože výnosy z obilí na hektar jsou nízké. [22]

β -glukan nebyl užíván jako hlavní potravinový hydrokoloid do 90. let, třebaže zde nikdy nebyl nedostatek vhodné suroviny pro výrobu β -glukanu. Současná světová produkce například ječmene je asi 170 milionů tun za rok. To reprezentuje značný zdroj β -glukanu. Dejme tomu, že průměrně stejný ječmen obsahuje asi 2% β -glukanu, pak toto je přinejmenším 3 miliony tun β -glukanu, který je syntetizován a uložen v buněčných stěnách ječmene každým rokem. Z tohoto důvodu dostupnosti surovin je β -glukan vyráběn bez omezení. Důvodem, pro který není podporována výroba β -glukanu pro použití do potravin je spíše kvůli značné ceně extrahování a čištění β -glukanu. [22]

V současné době lze ječmen rozdělit podle užitkových směrů na sladovnický, krmný, průmyslový, potravinářský a pícninářský. Z hlavních kritérií jakosti pro ječmen sladovnický je to obsah bílkovin, podíl předního zrna, obsah β -glukanů a další. Pro ječmen krmný je v zrnku požadován vysoký obsah bílkovin a esenciálních aminokyselin, nižší obsah β -glukanů a vysoký obsah škrobu. Využití průmyslového ječmene k technickým účelům je

zatím nízké. Především se jedná o výrobu etanolu. Ječmen potravinářský je určen pro výrobu funkčních potravin. Zde se uplatňuje hypocholesterolemický účinek β -glukanů a aktivních antioxidantů obsažených v zrně ječmene. Takové potraviny mají význam v prevenci a léčbě kardiovaskulárních a dalších civilizačních onemocnění. Vhodné jsou odrůdy s vysokým obsahem β -glukanů (nad 5 %) a vyšším obsahem dietní vlákniny. Tradičně se zrna ječmene používá k výrobě krup a kroup pro přípravu zabijačkových a kuchyňských specialit, nověji vloček a müsli výrobků. [5]

Tabulka 1: Přehled možných způsobů zpracování a využití zrna ječmene v lidské výživě [5]

Mouka	Chléb, čajové pečivo, sušenky, koláče, dia pečivo, nápoje obohacené vlákninou
Otruby	Cereální výrobky, křehké chlebičky, sušenky
Vločky	Koláče, kaše, cereální směsi, pečivo
Slad a sladové výtažky	Cukrovinky, náhražky čaje a kávy
Kroupy	Polévky, masné výrobky
Krupice	Instantní kaše, saláty, pečivo
Pražený ječmen	Sušenky, koláče, náhražky kávy
Celé zrna	Náhražka rýže, saláty s ovocem a zeleninou
Modifikované škroby	Mléčné výrobky
β -glukany	Tukové náhražky do mléčných, masných výrobků, přísada do cereálních výrobků
Nápoje z nezralých zrn ječmene	Ve směsi s nápoji mléčného typu, vyrobených z ostatních obilovin (zejména ovesa)

4.3 Působení β -glukanů v živočišném a lidském organismu

β -glukany účinkují při stimulaci imunitního systému. [14]

Patří mezi vysokomolekulární polysacharidy, které mají schopnost stimulovat makrofágy a tím zvyšovat aktivitu imunitního systému – to je základ jejich účinku. [27]

Nejlepší účinky při stimulaci imunitního systému byly zaznamenány v případě β -1,3-glukanu, který je ve velké míře zastoupen v buněčné stěně kvasinek. I když princip účinku β -glukanů není ještě zdaleka známý, biologická aktivita pravděpodobně spočívá v interakci se specifickými β -glukopyranosovými receptory na leukocytech. Tato interakce je stimulována kromě konformace molekuly glukanu také její rozpustností ve vodě. Vodorozpustné glukany mají mnohem lepší účinnost. [14, 19]

Beta-1,3-glukan tedy patří k typu s největší mírou aktivity a jak už bylo řečeno lze ho izolovat z buněčných stěn kvasnic, ova, ječmene a některých hub. Při chronických chorobách, u starších jedinců nebo při působení stresu dochází k vyčerpání makrofágů, které již nedokáží přívalu choroboplodných zárodků dostatečně čelit. Na základě působení β -glukanů dojde ke zvýšení fagocytózy, k uvolnění primárních i sekundárních cytokinů a stimulačních látkových faktorů a interferonů a k aktivaci T- a B-lymfocytů. V jedné studii bylo prokázáno, že β -glukany zvyšuje ničivou účinnost neutrofilů vůči cizorodým látkám 20 až 50krát. Beta-glukan působí i jako vychytávač volných radikálů a antioxidantní látka. Tento účinek se příznivě projevuje při profylaxi nebo léčbě onemocnění z ozáření (chrání krevní makrofágy před poškozením volnými radikály v průběhu ozařování nebo působení elektromagnetického pole - mobilní telefony, vysílače, obrazovky, atd.) a při korekci tvorby volných radikálů vzniklých z potravin. [27]

Dalším faktorem, který se podílí na schopnosti interakce β -glukanů s povrchem bílých krvinek je jejich molekulová hmotnost. Výzkumy jednoznačně ukazují, že vyšší molekulová hmotnost je mnohem výhodnější. β -glukany přijaté člověkem v potravě jsou různě odolné trávicím enzymům. [16]

Pro účinnost β -glukanů v lidském těle je důležité pH prostředí, ve kterém dochází k vlastnímu působení na bílé krvinky. V alkalickém pH se štěpí struktura trojitě glukánové

šroubovice a vznikají jednoduché šroubovice. Stejně tak neutralizace glukanového roztoku zvyšuje podíl molekul tvořených jednoduchou šroubovicí. Takovéto molekuly mají vysokou schopnost vázat se na některé bílkoviny a vytvářet komplexy, které potom stimulují makrofágy k tvorbě protilátek. V kyselém prostředí jsou narušovány hydroxylové skupiny na povrchu řetězců a dochází ke snižování biologické účinnosti β -glukanů. [17, 18]

Na našem trhu je v současnosti široká nabídka léků, které obsahují β -glukany. (Např. včelí med s β -glukanem – Glukamed, doplňky stravy jako Imunit, Vitaglukan Forte, Immunoglukan a další).

Tyto léky jsou zvláště účinné při:

- Infekcích,
- celkové únavě organismu,
- oslabení imunitního systému,
- stresu, depresích a zátěžových situacích,
- nachlazení,
- jako doplňková léčba nádorových onemocnění a leukémie (chrání zdravé buňky při chemoterapii a ozařování; podporují krvetvorbu), zlepšují stavy pacientů,
- zmírňování účinků elektronového smogu (mobilní telefony, počítače, televizory...),
- rekonvalescenci. [28]

A jsou velmi vhodné:

- Pro celkové posílení vlastní imunity organismu a zvýšení jeho odolnosti,
- pro podporu regenerace jaterních buněk,
- pro kardiaky - snižují hladinu cholesterolu v krvi, upravují krevní tlak,
- pro astmatiky a alergiky - čistí organismus,
- pro zlepšení funkce prostaty a odstraňování impotence,

- pro diabetiky - příznivě ovlivňují hladinu cukru v krvi, obnovují funkčnost buněk slinivky,
- při chřipkových epidemiích, zánětech a alergiích,
- pro zlepšení metabolismu a peristaltiky střev (zvláště při potížích s pravidelným vyprazdňováním),
- pro potlačení tvorby hemeroidů,
- pro celkové osvěžení a vzpružení organismu (řidiči, sportovci, podnikatelé). [28]

4.4 Mechanismus působení β -glukanů

Molekula β -1,3-glukanu je poměrně rezistentní vůči kyselému prostředí žaludku. Po perorální aplikaci dochází k postupnému průchodu glukanu do dvanáctníku. Pomocí receptorů makrofágů v intestinální stěně je β -glukan zachytáván. Tyto receptory jsou bílkovinné povahy a mají schopnost rozeznávat minimálně sedm sacharidových jednotek. Receptory vznikají v kostní dřeni a vyskytují se na membráně mikrofágů pravděpodobně už od počátku zrání těchto buněk i v průběhu jejich diferenciaci. [19]

Jakmile se setká makromolekula glukanu se skupinou glukanových receptorů, buňka je aktivována a vytváří baktericidní složky jako lysozym, reaktivní kyslíkové radikály a oxidy dusíku. Dále buňky začnou vytvářet několik cytokinů, které aktivují okolní fagocyty a leukocyty, které odpovídají za tvorbu získané imunity. Takže glukany indikují jak lokální aktivaci buněk, tak také indukují systémovou reakci organismu, protože cytokiny jsou produkovány buňkami migrujícími z místa, kde reagovaly s glukany. [20, 21]

I přes tyto poznatky jsou dnes považovány znalosti o kompletním mechanismu působení glukanů za nedostatečné a zatím málo prozkoumané. [16]

5. VLÁKNINA

5.1 Historie vlákniny

Už ve vyspělé starořecké kultuře si lidé uvědomovali význam potravin s rostlinnou vlákninou a záměrně zařazovali příslušné potraviny do jídelníčku.

Odborníci na lidskou výživu se začali zabývat vlákninou dosti pozdě a mnohem později než odborníci na výživu hospodářských zvířat. Ti totiž dávno věděli, že kupř. hovězí dobytek se neobejde bez určitého množství objemné píče apod.

Z hlediska lidské výživy to byli bratři Kellogové (USA) a Dr. Allison (Velká Británie), kteří ve stravovací praxi dávno prosazovali potravinářské výrobky bohaté nestravitelnou vlákninou. Skutečná vlna zájmu o nestravitelnou vlákninu se zdvihla až začátkem 70. let současného století a je spojena se jmény D.P.Burkitt, N.S.Painter, T.J.Cleave, H.Trowel. Ti přišli s tvrzením, že mnohé závažné chorobné stavy, v západním světě časté, jsou způsobeny či vyvolány nedostatkem vlákniny.

Burkitt začátkem 70. let vypracoval a předložil ucelenou koncepci chorobných stavů, vyvolaných dlouhodobým nedostatečným příjmem vlákniny, a u řady z nich se pokusil o přijatelné vysvětlení mechanismu vzniku. [4]

5.2 Stavba vlákniny

Z nutričního hlediska rozeznáváme polysacharidy :

1. využitelné
 2. nevyužitelné (dříve označováno za balastní), neboť enzymový aparát pro jejich trávení u člověka a dalších živočichů chybí (neštěpí se sacharasy trávicího ústrojí).
- [1]

Za využitelné polysacharidy se považují rostlinné škroby a živočišný glykogen. Mezi nevyužitelné polysacharidy se řadí celulóza, hemicelulózy a pektin, dále polysacharidy používané jako aditivní látky (polysacharidy mořských řas, mikrobiální polysacharidy, rostlin-

né gumy a slizy, modifikované polysacharidy) a lignin, z živočišných polysacharidů chitin. Souhrnně se tyto látky nazývají sice nepřesným a obtížně definovatelným, avšak všeobecně rozšířeným termínem **vláknina** nebo **vláknina potravy**. [1]

Podle rozpustnosti ve vodě se dále rozeznává:

1. rozpustná vláknina
2. nerozpustná vláknina [1]

5.2.1 Celulosa

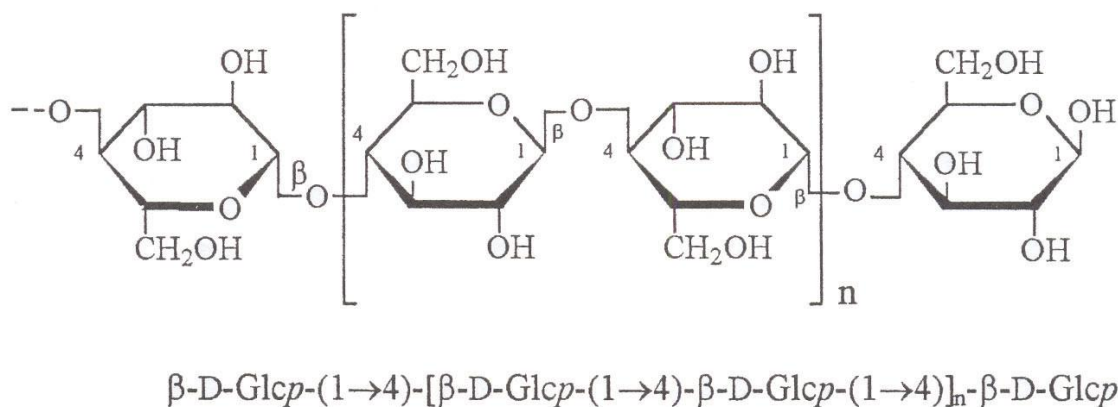
Celulosa je v přírodě nejrozšířenější organickou sloučeninou. Vyskytuje se jako základní polysacharid buněčných stěn vyšších rostlin. Nachází se také v zelených řasách, houbách a výjimečně i ve stěnách buněk jednoduchých mořských bezobratlých živočichů. [1]

Je to jediná vysokomolekulární látka, která se vyskytuje prakticky v neomezeném množství, protože tvoří asi čtvrtinu až třetinu celého rostlinného světa. Její spotřeba je úměrná výskytu – ročně se jí spotřebuje ve formě dřeva, papíru, vláken, laků, fólií a dalších aplikací včetně paliva téměř 500 miliónů tun. [6]

5.2.1.1 Struktura celulosy

Homoglukan celulosa je vysokomolekulární lineární polymer D-glukosových jednotek vázaných glykosidovými vazbami β -(1→4). Každá z vázaných glukosových jednotek v řetězci je otočena vzhledem k předchozí a v této poloze je udržována intramolekulárními vodíkovými vazbami mezi hydroxyskupinami na C-3 a kyslíkem pyranosového cyklu a mezi hydroxyskupinami na C-2 a C-6. Jednotlivé makromolekuly celulosy reagují prostřednictvím vodíkových vazeb vzájemně a tvoří ve stěnách rostlinných buněk více či méně uspořádané trojrozměrné struktury, které se nazývají celulosová vlákna nebo celulosové

mikrofibrily. Mají tloušťku přibližně 10 – 20 nm a obsahují zhruba 30 – 100 makromolekul celulosy. [1]



Obr. 2 Primární struktura celulosy [1]

5.2.1.2 Zdroje a výskyt celulosy

Vzhledem k tomu, že celulóza je obsažena prakticky ve všech rostlinách, zdálo by se, že její zdroje je možno volit takřka neomezeně. Záleží ovšem velmi na tom, v jaké formě nebo čistotě je celulóza v rostlině obsažena a v jakém množství je tento zdroj k dispozici. Tímto výběrem se došlo ke dvěma hlavním zdrojům celulosy, a to k bavlně a dřevu. Přesto, že se celulóza vyrábí i z jiných rostlin (např. rákosu), jsou tyto další zdroje v naprosté menšině. [6]

Celulóza tvoří v potravinách značný podíl neškrobových polysacharidů a to tzv. nerozpustné vlákniny. V ovoci a zelenině bývá podle druhu přítomno kolem 1 – 2 % celulosy, v obilovinách a luštěninách 2 – 4 %, v pšeničné mouce 0,2 – 3 % (podle stupně vymletí), v otrubách 30 – 35 %. [6]

5.2.1.3 Vlastnosti celulosy

Celulosa je nerozpustná ve vodě, zředěných kyselinách, zásadách a většinou rozpouštědel. Rozpouštědla však pronikají do přístupnějších amorfních oblastí mikrofibril a dochází k bobtnání, ale stupeň bobtnání je vždy nižší než u škrobů. Celulosa se rozpouští v koncentrovaných kyselinách, neboť podle podmínek (koncentrace kyseliny, teplota) dochází k hydrolyze na rozpustné fragmenty s kratším řetězcem, disacharid cellobiosu, případně až na D-glukosu. V roztocích hydroxidů je bobtnání intenzivnější než ve vodě a v kyselých roztocích při vyšších teplotách dochází k hydrolyze, případně k oxidaci. [6]

Oxidační činidla jako např. kyselina chlorná, chlornany, peroxidy, kyselina dusičná a další látky v koncentrované formě oxidují celulosu za vzniku tzv. oxycelulos. [1]

5.2.1.4 Použití celulosy

Nativní celulosa se přidává do některých potravin jako nekalorické zahušřovadlo, k vyvolání zákalů a k výrobkům zpracovávaným extruzí. Hlavní uplatnění v potravinářském průmyslu však mají modifikované celulosy. [1]

5.2.1.5 Modifikované celulosy

Rozlišují se dvě hlavní skupiny chemicky modifikovaných celulos:

1.)Hydrolyzované celulosy

2.)Derivatizované celulosy

Jediným reprezentantem hydrolyzovaných celulos je **mikrokrystalická celulosa**. Získává se parciální hydrolyzou celulosy kyselinou chlorovodíkovou, která rozpouští amorfní oblasti polysacharidu, ale krystalické zóny zůstávají zachovány. Výrobek je znám nejčastěji pod obchodním názvem Avicel. Viskozita tohoto výrobku je nezávislá na teplotě a pH. Funkční vlastnosti zůstávají stále i při vysokých teplotách a v kyselém prostředí, např. při

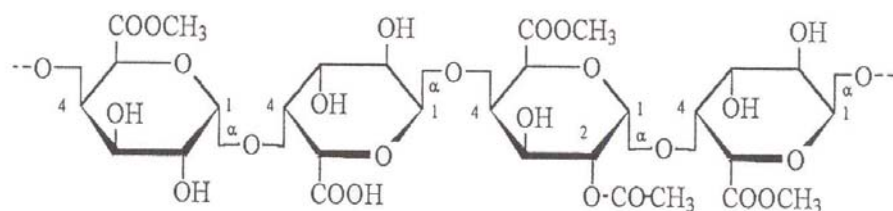
pečení, mikrovlnném ohřevu a UHT procesech. Používá se jako potravinářská vláknina, nízkoenergetické plnidlo, nosič aromatických látek, stabilizátor pěn. [1]

Z mnoha derivátů celulosy našly potravinářské použití pouze některé ethery. Nejčastěji používaným derivátem je karboxymethylcelulosa (její sodná sůl), z dalších etherů je významná methylcelulosa a hydroxypropylcelulosa. Etery celulos se používají jako zahušřovadla, stabilizátory emulzí (dresingy) a pěnotvorná činidla. Přidávají se k pečivu pro zvýšení vaznosti vody a omezení absorpce tuků výrobkem (např. při smažení koblih), k zpomalení synerze mražených výrobků a pro výrobu jedlých filmů chránících kupříkladu mražené výrobky před vysycháním. [1]

5.2.2 Pektiny

Pektiny jsou skupinou značně polydisperzních polysacharidů o proměnném složení. Nacházejí se v pletivech vyšších rostlin jako součást stěn primárních buněk a mezibuněčných prostor. Vznikají a ukládají se hlavně v ranných stádiích růstu, kdy se zvětšuje plocha buněčných stěn. Přítomnost pektinů a jejich změny během růstu zrání, skladování a zpracování mají značný vliv zejména na texturu ovoce a zeleniny.

Základní struktura pektinů je tvořena lineárním řetězcem 25 – 100 jednotek D-galakturonové kyseliny spojených vazbami α -(1→4), která se také nazývá polygalakturonová kyselina. [1]



... →4)- α -D-GalpA6Me-(1→4)- α -D-GalpA-(1→4)- α -D-GalpA2Ac6Me-(1→4)- α -D-GalpA6Me-(1→ ...

Obr. 3 Základní struktura pektinů [1]

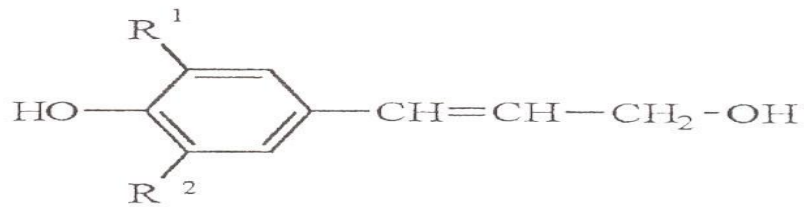
Pektiny se nacházejí prakticky ve všech druzích ovoce a zeleniny. Jejich obsah však není vysoký, v ovocné dužině kolísá okolo 1 %. Více pektinu se nachází např. v jablkách, slivách, rybízu a borůvkách. Ze zelenin obsahují nejvíce pektinu rajčata a mrkev. [1]

Pektin také patří mezi polysacharidy tvořící vlákninu potravy. Ovlivňuje metabolismus glukosy a snižuje množství cholesterolu v krvi. Účinnější je pektin s vyšším obsahem methoxylových skupin. [1]

Nerozpustné pektinové látky jsou příčinou tvrdosti a pevnosti nezralého ovoce a zeleniny. Během zrání, posklizňového skladování a zpracování podléhají pektinové látky enzymové a neenzymové degradaci, což vede k měknutí plodů. Pektiny jsou zodpovědné i za konzistenci sterilovaného ovoce a zeleniny, za lisovatelnost olejnin, filtrovatelnost a tvorbu některých zákalů ovocných šťáv. Změny během zpracování se potlačují tepelnou inaktivací pektolytických enzymů a přidáním monovalentních (měknutí) nebo bivalentních (zpevnování textury) kationtů. Některé technologické postupy, např. v konzervářském průmyslu, využívají pektolytických enzymů k zvýšení výtěžnosti při výrobě ovocných šťáv lisováním a k jejich čištění. Podobné využití je i v cukrovarnictví. V průmyslové praxi se pektiny nejčastěji získávají ze slupek citrusového ovoce (albeda), které obsahují zhruba 20 – 40 % pektinu nebo z jablečných výlisků obsahujících asi 10 – 20 % pektinu. [1]

5.2.3 Lignin

Lignin je jednou z hlavních komponent dřevní hmoty, kde tvoří asi 25 % biomasy. Podobné složení mají také skořápky ořechů. V menším množství je lignin součástí vlákniny ovoce, zelenin a obilovin. Stěny primárních buněk lignin prakticky neobsahují. Vysoký obsah je ve stěnách lignifikovaných sekundárních buněk jako jsou aleuronové a subaleuronové buňky obilovin (otruby), které obsahují okolo 8 % ligninu. Lignin se v malém množství vyskytuje i v lihovinách zrajících v dubových sudech, kam se dostává výluhem ze dřeva. Lignin je kopolymerem fenylypropanových jednotek odvozených od koniferylalkoholu, *p*-kumarylalkoholu a sinapylalkoholu. [1]



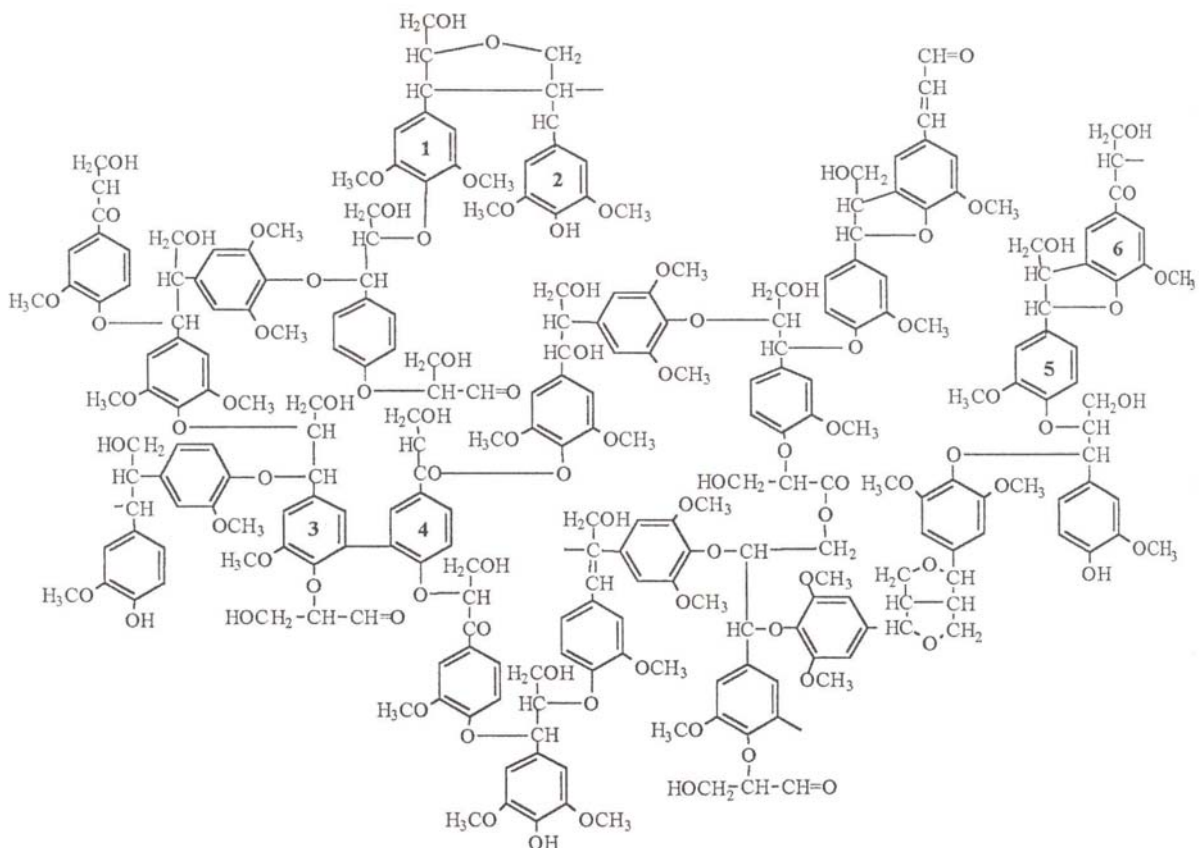
Obr. 4 Fenylpropanové stavební jednotky ligninu [1]

p-kumarylalkohol, $R^1 = R^2 = H$

koniferylalkohol, $R^1 = OCH_3$, $R^2 = H$

sinapylalkohol, $R^1 = R^2 = OCH_3$

Tyto fenylpropanové jednotky jsou nepravidelně vázány do trojrozměrných struktur etherovými vazbami (C-O-C) nebo vazbami mezi dvěma atomy uhlíku (C-C). Jako příklad je uvedena struktura ligninu březového dřeva. [1]



Obr. 5 Základní struktura ligninu [1]

V zažívacím traktu se lignin nerozkládá, štěpí se pouze vazby mezi ligninem a ostatními polymery. Během zrání lihovin vznikají z ligninu některé fenolové sloučeniny, které se uplatňují jako složky aróma. Fenolové složky udícího kouře vznikají z ligninu pyrolýzou dřeva při uzení masa, masných výrobků a dalších potravin. [1]

5.2.4 Rostlinné gummy a slizy

Exudáty rostlin nazývané rostlinné gummy nebo také klovatiny jsou zpravidla lepivé šťávy vytékající samovolně z pletiv v důsledku působení různých stresových faktorů (především při napadení mikroorganismy) nebo při poranění. Na vzduchu časem tuhnou v pevné slizovité hmoty. Jako rostlinné slizy se označují slizké sekundární metabolity vyskytující se v různých částech (plodech, semenech aj.) některých rostlin. Rostlinné gummy a slizy jsou vysoce hydrofilní, ve vodě dobře rozpustné polysacharidy. Jsou značně polydisperzní, větvené, velmi neuniformní struktury. Řadí se mezi hydrokoloidy, i když se v případě nízkomolekulárních frakcí jedná o pravé roztoky. Disperze nebo roztoky jsou viskózní, v některých případech mohou také vznikat gely. Mezi rostlinné gummy se také často řadí neškrobové zásobní polysacharidy některých semen a hlíz, např. guarová a konjaková gummy. Některé gummy se mohou používat jako zahušťovadla, stabilizátory a emulgátory. Rostlinné slizy se používají v některých asijských zemích jako přísady do polévek a omáček. [1]

5.3 Vlákna obecně

Vlákna je nejvýznamnější funkční složkou a podstatou balastních látek, nacházející se hlavně v povrchových vrstvách všech rostlinných produktů, kromě obilovin také u luštěnin, olejnin, brambor, v ovoci a zelenině. Pojem vlákna potravy (angl. Dietary fibre) zahrnoval dřívě celulosu, hemicelulosu, pektinové látky a lignin (komplexní aromatický polymer, nejsou známy žádné enzymy, které by v trávicím ústrojí člověka lignin štěpily – je proto zcela nestravitelný) jako složky odolné vůči štěpení enzymy zažívacího traktu. Souborná charakteristika zahrnuje do vlákniny všechny polysacharidy, které nejsou využitelné

v trávicím traktu, tedy počítají se tam i tzv. rezistentní škroby, což jsou nestravitelné části přírodního škrobu. [3, 4]

V současné době se v literatuře zavádí přesnější označení „neškrobové polysacharidy“ (non- starch polysacharides, zkratka NSP). [4]

Samotná **definice vlákniny** se časem postupně mění, jak jsou získávané nové poznatky. Samotný název tak trochu vypovídá o struktuře a funkci vlákniny, jak je patrné s názvu v jiných jazycích (crude fibre – hrubá vláknina v angličtině, die Ballaststoffe – balastní látky v němčině). Vláknina je tvořena řadou komponentů, které jsou si podobny vláknitou strukturou, tvořenou dlouhými řetězci převážně sacharidických jednotek. [3]

Nejzákladnější dělení vlákniny je podle rozpustnosti ve vodě. **Nerozpustnou vlákninu** tvoří celulóza, část hemicelulos a lignin, tvořící relativně silnější a pevnější vlákna, je obsažena v obilninách, zralé zelenině, např. tzv. dřevnatost v kedlubnách, způsobená hlavně ligninem. Je tedy „hrubší“ a bobtnáním zvětšuje obsah tráveniny ve střevech. **Rozpustná vláknina** zahrnuje část hemicelulos, β -glukany a pektinové látky. Tato část vlákniny váže značné množství vody a tvoří viskózní roztoky, pozitivně ovlivňuje hladinu cukru a cholesterolu v krvi a vyskytuje se na rozdíl od nerozpustné vlákniny spíše v mladých rostlinách. [3]

5.4 Výživové doporučení

Americká potravní asociace doporučuje alespoň 20-35 g denně pro zdravého dospělého v závislosti na příjmu energie (např. 8400 kJ strava by měla zahrnout 25 g vlákniny). Doporučení asociace pro dítě je, že počet gramů na den je číselně věk dítěte plus 5 (např. čtyřleté dítě má sníst alespoň 9 g vlákniny denně). Britská potravní asociace doporučila alespoň 12-24 g vlákniny denně pro zdravého dospělého. [23]

V ČR je doporučován denní příjem vlákniny pro dospělé 30 g, z toho nejméně 6 g má činit vláknina rozpustná (někde je uváděn poměr 3:1). [3]

5.5 Zdroje vlákniny

Vláknina se vyskytuje v naprosté většině poživatin a krmiv rostlinného původu. Pro člověka se jako významné zdroje uplatňují hlavně obilí, luštěniny, zeleniny, ovoce a brambory a pochopitelně i výrobky z nich. Vláknina z různých zdrojů nemá stejné složení a navíc je v nich nesterjné množství vlákniny. Některé poživatiny obsahují podle tabulek a podle výsledků chemických rozborů dosti velké množství vlákniny, někdy je tam však v podobě pro člověka nevyužitelné, neboť se po fyziologické stránce nemůže uplatnit. Jde např. o zrníčka některých druhů ovoce, nebo o skořápky ořechů. Pektiny se vyskytují hlavně v různých zdrojích zeleniny a ovoce, zatímco v obilí a v luštěninách je jich velmi málo. Nejčastěji lze dostat jablečná nebo citrusový pektin. Není snadné jíst každý den větší množství pektinu, protože v dutině ústní vytvářejí lepidou hmotu, jež se dá jen obtížně spolknout. Je proto lepší jíst je postupně a rozmíchaný v různých výrobcích, např. v jogurtu, kaších. Obilné zrno obsahuje vlákninu hlavně v povrchových vrstvách, takže tmavá, vysoce vymílaná mouka nebo dokonce celozrnná mouka obsahuje větší množství vlákniny než málo vymletá mouka bílá. [4]

Významný zdroj potravinové vlákniny jsou celozrnné produkty, bohaté na neškrobové sacharidy (arabinoxylany, celuloza). V pšeničných otrubách, které jsou hlavním zdrojem vlákniny, tvoří její podíl 45 – 50 % v sušině. V rámci výzkumného projektu byl vypracován postup k izolování hlavní vlákninové složky pšeničných otrub, již jsou glukuronoarabinoxylany, jež by mohla být přidávána do světlých mouk, a tak by byly obohacovány běžné pekařské výrobky vlákninou. [3]

Tabulka 2: Obsah vlákniny v potravinách [3]

Potravina (100g)	Vláknina (g)	Potravina (100g)	Vláknina (g)
Kroupy vařené	2,2	Petržel	9,1
Kroupy syrové	6,5	Karotka mladá	3,0
Otruby pšeničné	44,0	Květák	2,1
Mouka	9,6	Celer	1,8
Vločky ovesné syrové	7,0	Okurky	0,4
Strouhanka	3,4	Pór	3,1
Housky	3,1	Zelí bílé	2,7
Rýže vařená	0,8	Zelí červené	3,4
Rýže syrová	2,4	Jablka	2,0
Sojová mouka plnotučná	11,9	Meruňky	2,1
Sojová mouka odtučněná	14,3	Banány	3,4
Chléb celozrnný	8,5	Ostružiny	7,3
Chléb tmavý	5,1	Třešně	1,7
Chléb bílý, veka	2,7	Rybíz černý	8,7
Knacke-brot	11,7	Rybíz červený	8,2

Vafle	1,6	Rybíz bílý	6,8
Sušenky máslové	1,7	Ryngle	2,6
Čočka	11,7	Citróny	5,2
Nové brambory vařené	2,0	Pomeranče	2,0
Cibule	1,3	Broskve	1,4
Ředkvičky	1,0	Hrušky	2,3
Špenát vařený	6,3	Švestky	2,1
Rajčata	1,5	Jahody	2,2
hrášek	5,2	maliny	7,4

Tabulka 3: Obsah neškrobových polysacharidů v potravinách [3]

Potravina (100g)	NSP celkem (g)	Rozpustné NSP (g)	Nerozpustné NSP
Chléb obyčejný	4,3	2,1	2,2
Chléb tmavý	3,5	1,1	2,3
Chléb bílý	1,5	0,9	0,6
Chléb celozrnný	5,8	1,6	4,2
Otruby	24,5	4,1	20,4

Múslí	6,1	1,8	4,3
Lupínky kukuřičné	0,9	0,4	0,5
Ovesná kaše	0,8	0,5	0,4
Suchary celozrnné	4,4	1,6	2,9
Ovesné pečivo	5,9	3,5	2,4
Rýže loupaná	0,2	Stopy	0,2
Rýže hnědá	0,8	0,1	0,7
Špagety celozrnné	3,5	0,8	2,7
Jablka	1,6	0,6	1,0
Meruňky sušené	7,3	4,4	2,9
Banány	1,1	0,7	0,4
Pomeranče	2,1	1,4	0,7
Ananasy	1,2	0,1	1,1
Maliny	2,5	0,7	1,8
Rozinky	2,2	1,0	1,2
Arašidy pražené	6,2	1,9	4,3
Kokos sušený	13,7	1,4	12,3
Fazole vařené	3,5	2,1	1,4

Fazole červené	6,7	3,2	3,5
Zelí zimní	3,2	1,6	1,6
Karotka	2,5	1,4	1,1
Čočka	1,9	0	1,3
Hrách	2,9	0,8	2,1
Brambory	1,2	0,7	0,5
Bramborové lupínky	4,9	2,7	2,2
klíčky	4,8	2,5	2,3

Obě tabulky jsou od anglických autorských kolektivů. Přesto se hodnoty pro stejné položky značně rozcházejí. Tabulky proto mohou být jen velmi orientačním vodítkem při hodnocení spotřeby vlákniny. Na hodnoty, které v laboratořích zjistili chemici a jež byly zařazeny do tabulek se nedá absolutně spoléhat a považovat je za absolutně spolehlivé. Mezi důvody patří nestejnost použitých analytických metod, také různost potravin, označených stejným názvem. [3]

Rozpustná vláknina je obsažená v mnoha druzích potravin včetně následujících:

- Luštěniny (hrách, sójové boby, fazole),
- oves, žito, ječmen,
- některé ovoce (především jablka a banány) a bobule,
- některá zelenina jako brokolice a mrkev ,
- kořenová zelenina, jako brambory (slupky obsahují nerozpustnou vlákninu),

- semena psyllia (jen asi $\frac{2}{3}$ rozpustné vlákniny).

Luštěniny běžně obsahují sacharidy krátkých řetězců, které, ač nestravitelné lidským trávicím ústrojím, jsou trávené bakteriemi nacházejícími se v tlustém střevě, což způsobuje nadýmání. [3]

Zdroje **nerozpustné vlákniny** zahrnují následující:

- Celozrnná jídla,
- otruby,
- ořechy a semena,
- zelenina jako zelené fazole, květák, cuketa, celer,
- slupky některých druhů ovoce a rajčat.

Pět druhů potravy nejbohatších na vlákninu jsou luštěniny, pšeničné otruby, sušené švestky, asijská hruška a merlík čilský, říká Linus Pauling Institute. [3]

5.6 Fyziologické účinky vlákniny

Některé fyziologické účinky vlákniny se projevují na celém těle nebo na organismu jako celku, jiné jsou zřetelné pouze na trávicím ústrojí, zejména na střevě. [4]

V **ústech** vyžaduje strava s větším množstvím vlákniny vydatnější a delší žvýkání, což je většinou ku prospěchu. Je známo, že zejména osobám s nadměrnými zásobami tělního tuku se doporučuje, aby jedli pomalu, vydatně a dlouho žvýkali, takže snědí menší množství jídla, přijímají menší energetickou hodnotu a mají dříve pocit nasycení. [4]

Tráveninou s větším obsahem vlákniny se **žaludek** více naplní, což rovněž přispívá k častějšímu pocitu nasycení při poměrně malé energetické hodnotě. Někteří badatelé pro-

kázali, že trávenina bohatá vlákninou se v žaludku zpracovává delší dobu, takže pocit plnosti žaludku déle vydrží, než při trávenině vlákninou chudé. [4]

Účinek vlákniny na **tenké střevo** není vždy stejný a závisí na řadě podmínek, např. na rozpustnosti a viskozitě, na schopnosti vázat vodu, na velikosti částic a na odolnosti k fermentování. Důležitý je účinek na sacharidy a za významnou se považuje zejména schopnost zpomalovat vstřebávání jednoduchých cukrů, vzniklých hlavně rozštěpením složitějších cukrů. Pokud jde o účinek na tuky, tak některé neškrobové polysacharidy mohou na sebe vázat mastné kyseliny a žlučové kyseliny a tím omezovat jejich vstřebávání. Stolicí se pak vyloučí větší množství žlučových kyselin, takže se nevstřebávají a nepřejdou do jater, kde slouží jako stavební materiál cholesterolu. Vylučování žlučových kyselin stolicí podněcují a zvyšují hlavně rozpustné složky vlákniny. [4]

Důležitou úlohu má v souvislosti s vlákninou **tlusté střevo**. Většinu složek vlákniny sice nedokáže lidské trávicí ústrojí rozložit svými enzymy, avšak jsou napadány bakteriemi v tlustém střevě a v této souvislosti se hovoří o fermentaci. Fermentabilita jednotlivých polysacharidů je značně rozdílná, takže některé jsou fermentací stěží změněny – např. celulóza prostoupená ligninem (můžeme ji najít třeba v kedlubnách), tj. látkou jež sice náleží vláknině, avšak nepatří mezi polysacharidy, zatímco jiné, např. pektiny jsou fermentovány takřka úplně. Bylo prokázáno, že existují i značné rozdíly mezi jedinci, takže nejde jenom o bakteriální flóru napadenou a fermentovanou substancí. Produktem fermentace jsou hlavně mastné kyseliny s krátkým řetězcem a kysličník uhličitý, vodík a někdy i metan. Kyseliny se rychle vstřebávají a podněcují vstřebávání solí a vody. Okyselují prostředí horní části tlustého střeva, což potlačuje tvorbu sekundárních žlučových kyselin a to snad snižuje riziko tvorby žlučových kaménků a vznik nádoru tlustého střeva. [4]

Projímavý účinek vlákniny se projevuje jako následek několika mechanismů:

- a.) Nefermentované složky vlákniny, např. hrubě mleté pšeničné otruby, výrazně zvětšují objem stolice, protože díky své buněčné struktuře dovedou zadržet velké množství vody.
- b.) Fermentované složky vlákniny, např. pektiny, vedou ke zvětšení objemu stolice tím, že díky fermentačním pochodům se značně zvýší bakteriální masa ve střevě.
- c.) Zvětšený objem stolice navozuje vydatnější stahy stěny tlustého střeva. Objemný měkký obsah prochází střevem snáze než málo objemný tuhý obsah.
- d.) Vláknina urychluje pasáž stolice tlustým střevem. [4]

Tabulka 4: Biologické účinky vlákniny [26]

BIOLOGICKÉ ÚČINKY	NEROZPUSTNÁ VLÁKNINA	ROZPUSTNÁ VLÁKNINA
Zpevňování zubů a prevence zubního kazu	+++	0
Snížení přijímané energie	+++	+++
Omezení pocitu hladu	+	+++
Snížení hladiny glukosy v krvi	+	+
Snížení hladiny krevního cholesterolu	0	+++
Vyvázení toxických složek tráveniny	+	+
Podpora činnosti střev	+++	+
Urychlení průchodu tráveniny střevním traktem	+++	0
Žádoucí fermentace v tlustém střevu	0	+++

0...bez účinku; +...slabý příznivý vliv; ++...zřetelně příznivý vliv; +++...velmi výrazný příznivý vliv

5.7 Zdravotní účinky vlákniny

Prevence a zlepšení střevních onemocnění – bylo přisuzováno příznivému působení potravinové vlákniny již v sedmdesátých letech minulého století. Je tím rychlejší průchod a zvětšení objemu tráveniny v střevním traktu vlivem vyššího obsahu vlákniny, která bobtnáním váže vodu, odstraňuje chronické zácpy, snižuje výskyt divertikuly, jakož i nádorová onemocnění, zejména tlustého střeva. Sliznice střeva není tak dlouho vystavena působení karcinogenních látek jak z tráveniny, tak i karcinogenů, vznikajících činností střevních bakterií i žlučových kyselin, vytvářených organismem úměrně s množstvím konzumovaných tuků. Příznivým účinkem části vlákniny, zejména rezistentních škrobů, které jsou tráveny v tlustém střevu, je jejich fermentace za vzniku mastných kyselin s krátkým řetězcem – octová, propionová a zejména máselná, která brání proliferaci rakovinných buněk do střevní stěny, přičemž diferencování normálních střevních buněk nebrání a jejich růst podporuje. [3]

Zpomalení vstřebávání tuků a sacharidů vede k snižování hladiny tuků a cholesterolu v krvi, u sacharidů pak k pomalejšímu a mírnějšímu vzestupu cukru v krvi, a tím dochází ke kompenzaci (zlepšení) u cukrovky. [3]

Snížení výskytu civilizačních chorob, které vedle rakoviny střev podle některých studií poskytuje vláknina ochranu před onemocněním srdce, cév či mozku tím, že na sebe váže část cholesterolu, který odchází stolicí, a také žlučových kyselin, které pak musí organismus vytvářet z cholesterolu, jehož hladina v krevním séru pak klesá. [3]

Zpomalení a **snížení rizika z příjmu kontaminované potravy**. Na pokusech se zvířaty bylo např. prokázáno, že pšeničné otruby mohou vázat aflatoxin B1 (karcinogenní mykotoxin). Vláknina obilovin může díky své sorpční a iontovýměnné kapacitě ovlivňovat koncentraci některých mutagenních látek a těžkých kovů přijatých potravou. [3]

Pomáhá při snižování nadváhy, neboť rychlejším průchodem tráveniny a snížením vstřebávání tuků a jednoduchých cukrů se snižuje příjem energie potravou, k čemuž přispívá i správné vyprazdňování. Vlákna rovněž zvyšuje pocit nasycení a pocit hladu se dostavuje později. [3]

Seznam pozitivních účinků vlákniny není zdaleka vyčerpán. Je jen málo onemocnění, kdy podávání vlákniny je zakázáno. Rozpustná vlákna bývá přidávána i při infuzní výživě či výživě sondou, kdy je podávána tekutá strava, poněvadž bylo zjištěno, že pomáhá udržovat střeva v činnosti. Za nejúčinnější v řadě případů se považuje pšeničná vlákna. [3]

5.8 Negativní účinky vlákniny

Na druhé straně existují také negativní účinky vlákniny. Je to rychlejší průchod tráveniny zažívacím traktem, čímž se snižuje její využitelnost, dále cereální vlákninu provází kyselina fytová, fytáty, jež vytvářejí s některými prvky (Ca, Mg, K, Fe, Zn) nerozpustné komplexy, rovněž bývá upozorňováno na možnost interakce s některými léky. [3]

Podle názorů odborníků nepříznivý účinek stravy s vysokým obsahem vlákniny lze spíše předpokládat u populačních skupin, jejichž příjem minerálních látek je nízký, to je zejména u starých osob. U této skupiny spotřeba potravin se zvýšeným obsahem kyseliny fytové nebo šťavelové by měla být omezená. Vlákna je nepřímým rizikem ve stravě skupin, kde je nebezpečí, že vytěsní ze stravy potraviny, které obsahují nezbytné živiny. Týká se zejména skupin s nízkou energetickou potřebou (malé děti, staří lidé). [4]

Běžně konzumované a doporučené množství vlákniny ve stravě u zdravých dospělých osob nemá účinky jichž je třeba se obávat. Možným nepříznivým účinkům vlákniny můžeme snadno předejít i tím, budeme-li čerpat z pestrého sortimentu potravin, které obsahují vlákninu jako svou přirozenou složku, a nikoli ze suplementů nebo potravin obohacova-

ných vlákninou. V tomto bodě si jsou zajedno všichni pracovníci, kteří se problematikou vlákniny zabývají. [4]

ZÁVĚR

β -glukany jsou polysacharidy, které můžeme najít jen v říši rostlin a to především v obilovinách a také v houbách. Mnoha výzkumy byly prokázány jejich příznivé účinky na imunitní systém člověka a pravděpodobně mají i antinádorovou účinnost. Z těchto a dalších důvodů jsou předmětem bádání mnoha vědců, neboť, jak již bylo několikrát zmíněno, mechanismus jejich působení není dosud přesně znám. Podrobné poznání a popsání jejich mechanismu by mohlo vést k vývoji nových účinných léků proti mnoha onemocněním. Již dnes jsou na trhu k dostání mnohé potravinové doplňky s obsahem β -glukanů a je jen na nás, jestli po nich sáhneme. V potravinářství se tyto látky využívají jako tukové náhražky a přísady do cereálních výrobků.

Vlákninu radíme mezi tzv. nevyužitelné polysacharidy a vyskytuje se ve většině poživatin rostlinného původu, především však v ovoci, zelenině, luštěninách a obilovinách. Ve výživě člověka hraje velmi důležitou úlohu především tím, že snižuje výskyt civilizačních chorob (jako rakovina, onemocnění cév, mozku,...). Také pomáhá snižovat nadváhu, což je v dnešní době, kdy se mluví o obezitě jako o celosvětovém problému, nezanedbatelný poznatek.

Proto každý, kdo pečuje o své zdraví, by měl potraviny, které obsahují β -glukany a vlákninu zařadit do svého jídelníčku a snažit se naplnit doporučenou denní dávku vlákniny.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin 1*. Osis, Tábor 1999. ISBN 80-902391-3-7
- [2] HOZA, Ignác; KRAMÁŘOVÁ, Daniela. *Potravinářská biochemie 1*. Univerzita T. B. ve Zlíně, Zlín 2005. ISBN 80-7318-295-5
- [3] Doc. Ing. PELIKÁN, Miloš CSc. Časopis *Potravinářská revue 4/2005*.
- [4] Mudr. HEJDA, Stanislav DrSc. *Vláknina pro zdravé i nemocné*. Praha 1994
- [5] Prof. Ing. ZIMOLKA, Josef CSc. *Ječmen*. Profi press, s.r.o., Praha 2006
- [6] KOMÁREK, J; MRÁZEK, J; ŠRÁMEK, M. *Deriváty celulosy*. SNTL, Praha 1996
- [7] ŠILHÁNKOVÁ, Ludmila. *Mikrobiologie pro potravináře a biology*. Victoria Publis., Praha 1995
- [8] DUCHOŇ, Jiří. *Lékařská chemie a biochemie*. Avicenum, Praha 1985
- [9] VODRÁŽKA, Zdeněk. *Biochemie*. Academia, Praha 1996
- [10] MANZI, P. *Commercial mushrooms: nutritionl quality of effect of cooking*. Food chemistry 2004
- [11] MIZONO, M; MINATO, K; TSUCHIDA, H.. *Preparation and specifity of antibodies to an antitumor beta-glucan, lentinan*. Biochemistry and molecular biology international 1996
- [12] ISHIBASHI, T. *Relationship between solubility of grifolan*. Bioscience biotechnology and biochemistry 2001
- [13] SUZUKI, T. *Activation of the complement – systém by 1,3-beta-D-glukan having different degrees of branching and diferent ultrastructures*. Journal of Pharmacobio-Dynamics 1992
- [14] TOKUNAKA, K. *Immunopharmacological and immunotoxicological activities of water*. International journal of Immunopharmacology 200
- [15] YADOMAE, T. *Structure and biological aktivities of fungal beta-1,3-glucans*. Yakugaku zasshi – Journal of the pharmaceutical society of Japan 2000

- [16] WASSER, S. P. *Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides*. Applied microbiology and biotechnology 2002
- [17] ADACHI, Y. *Enzyme immunoassay system of estimating the ultrastructure of 1,6-*β*-branched-1,3-*β*-glucans*. Carbohydrate polymers 1999
- [18] KISHIDA, E; SONE, Y; MISAKI, A. *Effects of branch distribution and chemical modifications of antitumor 1,3-*β*-D-glucans*. Carbohydrate polymers 1992
- [19] DUČKOVÁ, K; BUKOVSKÝ, M; KUČERA, J. *Study of topical dispersions with an immunomodulatory activity*. STP Pharma science 1997
- [20] OKOMATO, T. *Lentinan from shiitake mushroom suppresses expression of cytochrome P450 1A subfamily in the mouse liver*. Biofactors 2004
- [21] OHNO, N. *Comparison of the immunopharmacological activities of triple and single-helical schizophyllan in mice*. Biological and pharmaceutical Bulletin 1995
- [22] MORGAN, K. *Cereal beta-glucans*. Industrial Research Ltd.. New Zealand
- [23] Informace z encyklopedie Wikipedia dostupné z: <http://encyklopedie.seznam.cz/heslo/490379-vlaknina>
- [24] Výzkumný ústav rostlinné výroby dostupný z: <http://www.vurv.cz>
- [25] Stránky společnosti Natures s.r.o. dostupné z: <http://www.natures.sk>
- [26] Zdravý životní styl dostupný z: <http://www.vyziva.estranky.cz>
- [27] Finclub international dostupný z: <http://www.finclub.cz>
- [28] Bylinné prostředky pro krásu a zdraví dostupné z: <http://www.hladik.hopem.cz/byliny/betaglukany.php>