

Význam beta-glukanů ve výživě člověka

Gabriela Janírková

Bakalářská práce
2009



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav potravinářského inženýrství

akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Gabriela JANÍRKOVÁ**

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

Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Význam beta-glukanů ve výživě člověka.**

Zásady pro vypracování:

- **Charakteristika a význam beta-glukanů**
- **Metody stanovení rozpustné vlákniny**
- **Průzkum trhu v oblasti výrobků na bázi vlákniny**

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

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

[2] http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2007_11_872-880.pdf

[3] FOŘT, P. Zdraví a potravní doplňky, Ikar, Praha 2005.

[4] ODSTRČIL, J. Chemie potravin, Národní centrum ošetřovatelství, Brno 2006.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Marta Severová

Ústav potravinářského inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

18. února 2009

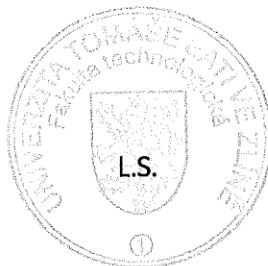
Termín odevzdání bakalářské práce:

31. května 2009

Ve Zlíně dne 31. května 2009



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
vedoucí katedry

ABSTRAKT

V bakalářské práci je zpracována problematika vlákniny a její konkrétní složky - β -glukanů. Pojednáno je o charakteristice, zdrojích a fyziologických účincích jak β -glukanů tak i vlákniny. Rovněž je zpracován přehled používaných metod pro stanovení vlákniny a β -glukanů. V závěru práce byl proveden průzkum trhu sortimentu dostupných výrobků na bázi vlákniny a β -glukanů v tržní síti.

Klíčová slova: vláknina, rozpustná vláknina, β -glukany, výživa

ABSTRACT

The bachelor thesis is prepared pulp issues and specific components - β -glucans. Is dealt with on the characteristics, sources and physiological effects of both β -glucans and fiber. It is also prepared an overview of the methods for the determination of fiber and β -glucans. In conclusion, the work was carried out market research-the assortmentof available products based on fiber and β -glucan in the market network.

Keywords: fiber, soluble fiber, β -glucans, nutrition

Poděkování:

Chtěla bych touto cestou vyjádřit poděkování paní Ing. Martě Severové za odborné rady, trpělivost, literaturu a čas, který mi věnovala a za spolupráci v průběhu vypracování této bakalářské práce.

Motto:

„Dokážeš-li vyléčit pacienta potravou, ponech léky v chemikově nádobě.“ (Hippokratés)

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

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 VLÁKNINA	10
1.1 HISTORIE VÝZKUMU VLÁKNINY	10
1.2 DEFINICE VLÁKNINY	11
1.3 SLOŽENÍ VLÁKNINY	13
1.4 ROZDĚLENÍ VLÁKNINY.....	13
1.5 ZDROJE VLÁKNINY.....	14
1.6 FYZIOLOGICKÉ ÚČINKY VLÁKNINY NA ZDRAVOTNÍ STAV ČLOVĚKA.....	15
1.7 NEPŘÍZNVÉ ÚČINKY KONZUMACE VLÁKNINY	19
2 BETA-GLUKANY	20
2.1 POČÁTKY ZÁJMU O BETA-GLUKANY.....	20
2.2 VÝZKUM CHEMICKÉHO SLOŽENÍ BETA-GLUKANŮ	20
2.3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ BETA-GLUKANŮ	21
2.4 VÝSKYT	23
2.4.1 Výskyt beta-glukanů v houbách	24
2.4.2 Výskyt beta-glukanů v bakteriích.....	31
2.4.3 Výskyt beta-glukanů v kvasinkách.....	31
2.4.4 Výskyt beta-glukanů v řasách.....	32
2.4.5 Výskyt beta-glukanů v lišejnících.....	32
2.4.6 Výskyt beta-glukanů v obilovinách.....	32
3 PODSTATA ÚČINKŮ BETA-GLUKANŮ	34
3.1 VLIV BETA-GLUKANŮ NA IMUNITNÍ SYSTÉM ČLOVĚKA.....	35
3.2 GLUKANY V INFEKČNÍCH ONEMOCNĚNÍCH	36
3.3 GLUKANY V NÁDOROVÝCH ONEMOCNĚNÍCH.....	37
3.4 GLUKANY JAKO OBRANA PŘED RADIOAKTIVNÍM ZÁŘENÍM.....	37
3.5 LOKÁLNÍ POUŽITÍ BETA-GLUKANŮ NA KŮŽI	37
3.6 GLUKANY VE VETERINÁRNÍ LÉČBĚ.....	38
3.7 INDIKACE PRO POUŽITÍ BETA-(1→3)-D-GLUKANU	39
3.8 BETA-GLUKANY JAKO PREBIOTIKA.....	39
3.9 NEŽÁDOUCÍ ÚČINKY BETA-GLUKANŮ.....	40
3.10 MOŽNÉ ALTERNATIVY DALŠÍHO VÝZKUMU.....	40
4 ANALÝZA BETA-GLUKANŮ	42
5 METODY STANOVENÍ VLÁKNINY	46

5.1	VÝVOJ A HISTORIE METOD PRO STANOVENÍ VLÁKNINY.....	46
5.2	METODY STANOVENÍ VLÁKNINY V POTRAVĚ.....	48
6	PŘEHLED VÝROBKŮ NA BÁZI VLÁKNINY V TRŽNÍ SÍTI ČR.....	49
7	PŘEHLED VÝROBKŮ NA BÁZI BETA-GLUKANŮ.....	55
	ZÁVĚR.....	60
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	62
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	70
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	71
	SEZNAM TABULEK.....	72
	SEZNAM PŘÍLOH.....	73

ÚVOD

Tato bakalářská práce pojednává o problematice vlákniny se zaměřením na jednu ze složek vlákniny – β -glukany. Pod pojmem vláknina jsou obecně chápány jedlé části rostlin nebo analogické sacharidy, které jsou odolné vůči trávení a absorpci v tenkém střevě člověka a jsou zcela nebo částečně fermentovány v tlustém střevě. Vláknina se vyskytuje v naprosté většině potravin rostlinného původu. Pro člověka se jako významné zdroje uplatňují především ovoce, zelenina, tmavá mouka, obiloviny. Význam vlákniny potravy pro lidský organismus spočívá především v její ochranné funkci proti civilizačním chorobám. Může se pozitivně podílet na prevenci a léčbě obezity, chronické zácpy, cukrovky, divertikulózy tlustého střeva, rakoviny tlustého střeva či kardiovaskulárních onemocnění. Ovšem z celého světa přicházejí stále nové poznatky o možnosti využití léčebných účinků vlákniny. Při studiu chemického složení a účinků vlákniny byl v posledních několika letech zaznamenán velký zájem (nejen odborníků, ale i laické veřejnosti) o β -glukany, jež jsou součástí vlákniny. Blahodárný vliv glukanů na lidský organismus je znám již několik desetiletí, ale výzkum prudce vzrostl až v 80. letech minulého století, díky tomu, že glukany začaly být dostupné jak laboratorně, tak i komerčně v rozpustné formě. β -glukany jsou unikátní čistě přírodní polysacharidy, které se v přírodě vyskytují ve stěnách některých vyšších hub, v obilovinách, mořských řasách a kvasinkách. Vědecky bylo potvrzeno, že β -glukany jsou bezpečné, netoxické a nenávykové, takže jim v USA úřad pro schvalování léčiv udělil status GRAS (generally recognised as safe), to znamená, že jsou obecně chápány jako bezpečné a vhodné k dlouhodobému užívání. β -glukan jednoznačně představuje jeden z nejúčinnějších imunostimulátorů, které jsou na dnešním trhu. Všechny produkty s obsahem β -glukanu se rovněž dají bez nadsázky označit za novou generaci dieteticko – podpůrných léčivých kosmetických přípravků, jež mají před sebou velkou budoucnost.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VLÁKNINA

1.1 Historie výzkumu vlákniny

Již ve vyspělé starořecké kultuře si lidé uvědomovali význam potravin s rostlinnou vlákninou a záměrně zařazovali příslušné potraviny do jídelníčku.[1]

Účinek rostlinných zbytků na trávicí ústrojí je nejdéle známým působením vlákniny potravy, zmiňuje se o něm, již ve 4. století př.n.l. Hippokrates, který pozoroval, že „... lidské tělo rozlišuje, zda je chléb dělaný z jemné či hrubé mouky, zda obsahuje otruby či nikoliv. Celozrnný chléb čistí střevo a prochází jako exkrement. Bílý chléb je výživnější a dělá méně stolice.“ [1]

Odborníci na lidskou výživu se začali zabývat vlákninou dosti pozdě. 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 minulého 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. [1]

Britský chirurg Burkitt (1911-1993) již v 50. letech v Ugandě srovnáním výskytu náhlých břišních příhod v Africe a ve Velké Británii a o dvacet let později i sledováním výskytu dalších, tzv. civilizačních chorob prokázal, že v lokalitách s vysokým konzumem vlákniny se neinfekční choroby tlustého střeva vyskytují mnohem vzácněji. V roce 1969 poukázal v souvislosti s konzumem vlákniny na rozdíly ve výskytu karcinomu tlustého střeva. Velmi důležité na hypotéze bylo, že vláknina hraje důležitou roli v ochraně proti rakovině tlustého střeva. [2]

Ve svých názorech na význam vlákniny a životního stylu při prevenci chorob byl Burkitt silně podporován kolegou, lékařem Hughem Trowellem.

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. [1]

Termín „dietary fibre“ (dietní vláknina), pro který se v češtině navrhl termín vláknina potravy, poprvé užil v roce 1954 Hipsley pro nevyužitelné sacharidy rostlinného původu netrávené a neresorbované v horní části lidského trávicího ústrojí (tj. žaludku a tenkém střevě). V současné době je nejčastěji akceptována Trowellova definice z roku 1972, která pod pojmem vláknina potravy zahrnuje zbytky rostlinné buněčné stěny neštěpitelné lidskými trávicími enzymy. Tato definice byla v roce 1976 rozšířena o látky vyskytující se i mimo buněčnou stěnu (některé zásobní polysacharidy a látky vylučované v místech porušené struktury – pryskyřice a slizy). [2]

1.2 Definice vlákniny

Trowellova definice potravní vlákniny z roku 1976 byla základem pro definici kanadské dozorčí rady pro vlákninu a zdraví z roku 1985 (Health and Welfare Canada), která pod pojmem vláknina rozumí vnitřní části rostlinného materiálu, které jsou odolné vůči enzymům produkovaným člověkem. Jedná se především o nerozpustné polysacharidy, lignin a jejich sloučeniny.

V roce 1987 byla vláknina vyizolována AOAC metodou 985.29.

Vlákninou se rozumí požitelná část rostlinného materiálu ve stravě, která není hydrolyzována lidskými enzymy zažívacího traktu, jak je dohodnuto ve stanovené metodě (Codex také schvaluje metody AOAC 985.29 a 991.43)

Ministerstvo zdravotnictví a sociálních věcí a japonská asociace pro výzkum potravní vlákniny (JDF) se pokusily v Japonsku v roce 1996 vyřešit globální rozpory spojené s definicí vlákniny potravy. Tyto organizace definovaly vlákninu potravy jako materiál vyizolovaný metodou AOAC 985.29. Kromě toho přiřadili k vláknině i nestravitelné nízkomolekulární sacharidy, jež byly určeny vysokotlakou kapalinovou chromatografií jako vláknina potravy. [3]

V roce 2001 byla schválena definice vlákniny americkou asociací AACC (American Association of Cereal Chemists): „Vlákninu potravy tvoří jedlé části rostlin nebo analogické sacharidy, které jsou odolné vůči trávení a absorpci v lidském tenkém střevě a jsou zcela nebo částečně fermentovány v tlustém střevě. Vláknina obsahuje polysacharidy, oligosacharidy, lignin a přidružené rostlinné látky. Vláknina má prospěšné fyziologické účinky včetně snižování krevního cholesterolu a snižování hladiny glukosy v krvi.“

V Austrálii v roce 2001 navrhl potravinový úřad (ANZFA) definici vlákniny, která se velice podobá definici podle AACC. Podle ní vlákninu potravy tvoří zlomek z jedlých částí rostlin nebo jejich výtažků, nebo obdobné sacharidy, které jsou rezistentní k trávení a absorpci v lid-

ském tenkém střevě, obvykle s úplnou nebo částečnou fermentací v tlustém střevě. Tento pojem zahrnuje polysacharidy, oligosacharidy a ligniny. Vlákna podporuje snížení cholesterolu v krvi a upravuje hladinu glukózy v krvi. [4]

Vlákna je definována také Evropskou unií směrnicí č. 100/2008/ES ze dne 28. října 2008, kterou se mění směrnice Rady 90/496 ES o nutričním označování potravin. Tato odpovídá vyhlášce České republiky č. 450/2004 Sb. o označování výživové hodnoty potravin, která uvádí, že vlákninu je možno definovat jako rostlinné složky potravin nehydrolyzované endogenními enzymy trávicího traktu. Pro účely evropské směrnice se vlákninou rozumí:

- uhlovodíkové polymery s třemi nebo více monomerními jednotkami, které nejsou tráveny ani vstřebávány v tenkém střevě lidského organismu a náleží do těchto kategorií:

a) jedlé uhlovodíkové polymery přirozeně se vyskytující v přijímané potravě,

b) jedlé uhlovodíkové polymery, které byly získány z potravních surovin fyzikálními, enzymatickými nebo chemickými prostředky a které mají prospěšný fyziologický účinek prokázaný obecně uznávanými vědeckými poznatky,

c) jedlé uhlovodíkové polymery, které mají prospěšný fyziologický účinek prokázaný obecně uznávanými vědeckými poznatky. [5]

Způsob výpočtu a označování nutriční hodnoty potravin uváděných do oběhu určených konečnému spotřebiteli nebo pro zařízení společného stravování je stanoven vyhláškou v souladu s právem Evropských společenství. [6]

V roce 2005 byla shrnuta historie definice vlákniny potravy. (Příloha 1 – Tabulka 1)

Termínem hrubá vlákna (crude fiber – CF) je označována vlákna, která zahrnuje především celulózu a lignin. Pro kvalitativní a kvantitativní popis vlákniny v potravinách však tento ukazatel nestačí, a proto se přechází na jiná vymezení pojmu, která se více či méně přibližují skutečné podstatě „vlákniny“. Tak vznikla celá řada termínů a definic, které se často obsahově překrývají. Používané termíny jsou shrnuty v Tabulce 2. [7] (viz Příloha 2)

Pokud se týká označování vlákniny na výrobcích neexistují dle FDA (USFDA) žádné jednotné předpisy, které výrobcům ukládají, jak vlákninu na výrobku značit. Avšak FDA navrhla použít pro výrobky obsahující dietní vlákninu následující pokyny označení:

- Pokud potravina obsahuje nejméně 2 g dietní vlákniny v jedné porci, lze ji nazývat „zdroj dietní vlákniny.“
- Pokud potravina obsahuje nejméně 5 g dietní vlákniny v jedné porci, může to být tzv. „dobrý zdroj dietní vlákniny.“[8]

1.3 Složení vlákniny

Nejdůležitější složky vlákniny se nachází nebo se dávají do spojitosti s buněčnými stěnami rostlin. Ty zahrnují strukturální složky jako celulózu, hemicelulózy, pektiny a lignin. Ostatní složky jsou biosyntetizovány rostlinami jako odezva na poranění nebo ochránění semen před vysušením. Tyto nestrukturální polysacharidy zahrnují různé gumy a rostlinné slizy, které jsou obsaženy v endospermu a mezibuněčných prostorech. Chemické složení hlavních složek vlákniny je uvedeno v Tabulce 3 (Příloha 3) [7]

Jednotlivé frakce vlákniny se liší svým chemickým složením. Poměrné zastoupení nejdůležitějších složek vlákniny je uvedeno v Tabulce 4.

Tab. 4: Poměrné zastoupení nejdůležitějších složek vlákniny[9]

Sloučeniny	Průměrný obsah (%)	Rozmezí (%)
Lignin, suberin, kutin	10	0,1-20
Celulóza	25	8,0-48
Hemicelulózy	45	20,0-80
Pektinové látky	20	5,0-40

1.4 Rozdělení vlákniny

Vláknina může být dělena z několika úhlů pohledu podle různých parametrů. Z výživového hlediska je vláknina členěna především na vlákninu nerozpustnou ve vodě a vlákninu rozpustnou ve vodě. Obsah vlákniny v potravinách shrnuje Tabulka 5 (viz Příloha 4).

Z nutričního hlediska můžeme polysacharidy rozdělit do dvou skupin:

1. využitelné – rostlinné škroby a živočišný glykogen
2. nevyužitelné, balastní – člověk nemá enzymy, které by je štěpily, patří sem celuloza, hemicelulosa, pektin, polysacharidy mořských řas, rostlinné gumy a slizy, lignin a živočišný chitin. Tyto látky se souhrnně označují termínem vláknina potravy. [10]

K **nerozpustné vláknině** jsou řazeny celuloza, některé hemicelulosa a lignin.[10] Nedostatek nerozpustné vlákniny je jedním z faktorů, které podporují vznik zácpy.[1] Zvětšuje objem potravy, zkracuje dobu jejího průchodu trávicí soustavou a zlepšuje střevní peristaltiku.[10] Vaznost vody patří k významným schopnostem vlákniny, je ovlivněna velikostí částic.[7] Vázaná voda zvyšuje objem stolice (zředění nebo vazba toxických látek) a zkracuje tranzitní čas stolice tlustým střevem, omezení resorpce toxických látek, snížení vstřebávání některých živin, hrubá mechanická čistící funkce ve střevě.[11] Naprosto nutnou podmínkou je však dodržení pitného režimu, jedině tak může být vláknina ať už z potravy nebo doplňků plnit svoji roli. Zdrojem nerozpustné vlákniny může být celozrnné pečivo, müsli, rýže natural, celozrnné těstoviny, luštěniny. Velmi vysoký obsah vlákniny má lněné semínko nebo pšeničné klíčky (lze je přidávat do mnoha pokrmů).[1]

K **rozpustné vláknině** patří především pektiny, slizy, některé hemicelulosa, modifikované škroby.[10] Rozpustná vláknina ovlivňuje hladinu cukru v krvi a některé druhy vlákniny (například ovesné β -glukany) i hladinu krevního cholesterolu.[1] Dokáže totiž ve střevu vázat vodu a tuky, absorbovat jedovaté látky a žlučové kyseliny, vznikající při odbourávání cholesterolu.[12] Rozpustná vláknina zvyšuje viskozitu obsahu žaludku a střev, zpomaluje promíchávání jejich obsahu, omezuje přístup trávicích enzymů (amylasy a lipasy) k substrátům, tím zpomaluje štěpení potravy a vstřebávání střevní stěnou. Dochází také k navazování minerálních látek (Ca, Fe, Cu, Zn) a žlučových kyselin na vlákninu a tím se snižuje jejich dostupnost (malá část iontů se uvolní v tlustém střevě).[10] Zdrojem rozpustné vlákniny je ovoce a zelenina, pektin, inulin, některé hemicelulózy, rostlinné gumy a slizy, částečně obiloviny. V obilovinách se vyskytuje zároveň i nerozpustná složka vlákniny. [1]

1.5 Zdroje vlákniny

Vláknina se vyskytuje přirozeně ve všech rostlinách a je dostupná ve stravě lidí prostřednictvím řady potravinářských surovin a výrobků (např. cereální výrobky, ovoce, zelenina, dietní dodat-

ky... aj.) Na její obsah mohou mít vliv faktory jako typ půdy, klima, odrůda rostlin, doba skladování apod. [7]

Zdroje vlákniny se mohou klasifikovat jako konvenční, méně konvenční a nekonvenční. [7] Konvenční zdroje vlákniny zahrnují obilné otruby (pšeničné, kukuřičné, ovesné i rýžové), ovoce, zeleninu. K méně užívaným zdrojům aplikovaným v malém měřítku, ale se širokým potenciálem patří vláknina z olejnin, citrusová dřeň, vláknina získaná z jitrocele vejčitého (psyllium), luštěniny, mořské řasy, čekanka, jablečné slupky a sója. Nekonvenční zdroje jsou například syntetické polymery (polydextrosa) nebo látky dosud neschválené k užití do potravin. V neposlední řadě se k spotřebiteli vláknina dostává ve formě různě specializovaných výrobků či potravinových doplňků. Obsah čisté vlákniny v doplňku je různý – může se pohybovat mezi 30-100%. Tento údaj by měl být na etiketě vyznačen. Některé produkty jsou ještě obohaceny o nutričně výhodné složky (lecitin, vápník, vitamin C), jiné obsahují látky, které jsou zrovna populární (například karnitin), ale v množstvích nutričně bezvýznamných. [1] V ideálním případě je obsah vlákniny uveden na obalech výrobků, někdy to však není možné (ovoce, zelenina).

Podle výzkumu na Linus Pauling Institute na Oregonské univerzitě v Texasu jsou nejbohatšími čistě přírodními zdroji vlákniny luštěniny (např. čočka až 30,5 g vlákniny ve 100 g), pšeničné otruby (45 g vlákniny ve 100 g), sušené švestky (7,1 g vlákniny ve 100 g), nashi neboli asijská hruška (10 g vlákniny v 1 ks) a merlík čilský (9 g vlákniny ve 100 g). [13,14]

1.6 Fyziologické účinky vlákniny na zdravotní stav člověka

Jednotlivé složky vlákniny mají své specifické fyziologické účinky v trávicím traktu člověka, vyplývající z její schopnosti vázat vodu a různé další látky, příp. škodlivé, toxické i karcinogenní látky, které se do těla dostanou s potravou nebo které v něm z potravy vznikají. Zvýšený příjem vlákniny snižuje využitelnost energeticky a nutričně významných složek potravy při trávicím procesu (např. sacharidů). Potrava s vysokým podílem vlákniny je sytější, takže se snižuje i její celkové přijímané množství.[7] Podle nejnovějších výzkumů v USA by měl zdravý člověk denně zkonsumovat v průměru 30 - 40 g vlákniny (v ČR se toto množství pohybuje kolem 25 g). Alespoň polovina přijímaného množství vlákniny by měla být cereálního původu.[7] Nicméně skutečný příjem vlákniny ve Spojených Státech se pohybuje průměrně kolem 12-15 g za den, na rozdíl od obyvatel Číny, kde lidé zkonsumují průměrně 77 g vlákniny za den. Britská potravní asociace

doporučila alespoň 12 - 24 g vlákniny denně pro zdravého dospělého.[16] Příjem vlákniny se může lišit v závislosti na věku a pohlaví. [15] Poměr rozpustné a nerozpustné vlákniny v potravě by měl být 1 : 3. [11,17] V roce 2002 vydala americká Rada pro výzkum vlákniny standardní denní výživová doporučení vlákniny pro jednotlivé věkové skupiny. Tato doporučení jsou níže uvedena v Tabulce 6) [15] (viz Příloha 5)

Fyziologické účinky vlákniny potravy závisí na jejím složení a na chemických a fyzikálních vlastnostech jejích složek. Tepelné úpravy a zpracování (vaření, pečení, dušení, extruze, sterilace aj.) potravin rostlinného původu mohou v závislosti na druhu potravy, množství přítomné vody, kyselosti a slanosti prostředí, teplotě a době, obsahy některých složek vlákniny v upravovaných potravinách snížit, ale i zvýšit. Ke snížení dochází v důsledku částečného štěpení složitějších molekul na jednodušší a z toho plynoucí rozpustnosti některých složek vlákniny, např. některých pektinových látek a hemicelulóz. Změny v poměrném zastoupení jednotlivých složek vlákniny mohou mít příčinu v jejich uvolňování z vázaných forem. Celkově jsou změny obsahu a složení vlákniny způsobené průmyslovým zpracováním a kuchyňskými úpravami potravin rostlinného původu většinou malé a z hlediska předpokládaných fyziologických účinků vlákniny nevýznamné.[7]

Současná lékařská věda přisuzuje vláknině značný pozitivní význam pro zachování dobrého zdravotního stavu člověka. Vlákna není nezbytnou součástí stravy jako např. živiny a mikroživiny, její trvalý nebo dlouhodobý nedostatek ve stravě (a to především ve stravě masného typu) může vést k řadě zdravotních potíží. Jejich společným jmenovatelem je zhoršené nebo málo účinné trávení. Střevní obsah je totiž nabobtnalou vlákninou, dobře pohlcující vodu, načechráván, zředěn a čištěn, takže potrava postupuje střevy snáze (prevence zácpy). Také se z něj do krevního oběhu přes střevní sliznici mnohem lépe vstřebávají mikroživiny a další užitečné látky ze stravy. [13]

Peristaltika (vyprazdňovací pohyby) střev je s vlákninou živější a celý proces trávení se s ní urychluje, zintenzivňuje a usnadňuje. Naopak prodlužuje dobu potřebnou k vyprázdnění žaludku, čímž reguluje pocit sytosti, dále reguluje vylučování žaludečních šťáv a tím kontroluje pH v žaludku. [13]

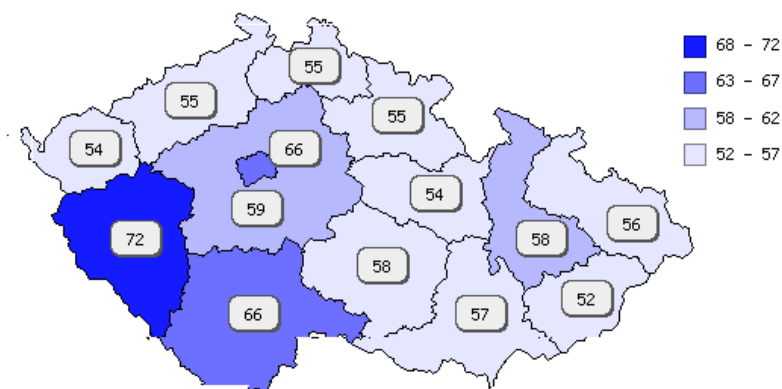
Fyzikální vlastnosti ve vodě nerozpustné vlákniny (celulosa, lignin, hemicelulosa) předurčují také její tzv. kartáčový efekt, který spočívá v čištění střev a jejich úplném a nezpomaleném (zácpa) vyprazdňování. Tím se omezuje riziko tvorby divertikulů (vychlípění střevní stěny, které vedou

k tzv. divertikulóze), v nichž se nestrávená strava může usazovat, hnit a působit problémy, a zejména hrozí riziko obávané rakoviny tlustého střeva. Nárůst případů této zhoubné nemoci je v ČR přímo varující: od roku 1960 do roku 1997 vzrostl téměř 5x na 37,6 onemocnění na 100 000 obyvatel! [13]



Obr.1: Obrázek zdravé sliznice tlustého střeva a sliznice postižené rakovinou[18,19]

Rakovina tlustého střeva je na začátku 21. století v České republice nejčastějším nádorovým onemocněním obou pohlaví. V Evropě jsme ve výskytu karcinomu tlustého střeva na prvním místě u mužů a na šestém místě u žen. Ve výskytu rakoviny tlustého střeva u mužů nad 65 let jsme dokonce na prvním místě ve světě. Nemocnost u nás od sedmdesátých let minulého století trvale stoupá, a to výrazněji u mužů než u žen. V rámci České republiky lze zaznamenat ve výskytu těchto nádorů určité rozdíly mezi regiony, nejvyšší výskyt byl za celé sledované období 1977-2005 zaznamenán v kraji Plzeňském, Jihočeském a v Praze. V ostatních krajích jsou hodnoty poněkud nižší a zhruba vyrovnané.[20] Přehled rozdílů případů onemocnění (na 100 000 obyvatel) mezi jednotlivými regiony je uveden na Obrázku 2.



Obr.2: Počet osob s rakovinou tlustého střeva v České republice v letech 1977-2005[21]

Vláknina ve vodě rozpustná (např. pektin, gumy, slizy) se v tlustém střevě částečně rozkládá (fermentuje) za absorpce velkého množství vody. Vzniká z ní kaše gelovité, viskózní konzistence, která oddaluje vyprazdňování žaludku, zpomaluje průchod tráveniny tenkým střevem, snižuje vstřebávání cholesterolu z tráveniny do krve a stimuluje střevní vylučování žlučových solí. Tím se zlepšuje metabolismus tuků a zvyšuje se spotřeba cholesterolu, potřebná k tvorbě těchto solí. Prostředí vlákniny tedy nepřeje vstřebávání tuků a cholesterolu, kterým vláknina brání usazování, ale také toxických a karcinogenních látek. Zpomaluje se i vstřebávání jednoduchých a složitějších sacharidů (nenastávají prudké výkyvy hladiny krevního cukru – glykémie, jejichž důsledkem jsou tzv. insulinové šoky, dlouhodobě vedoucí k cukrovce.) [13] Vláknina přispívá k prevenci nádorových onemocnění zažívacího traktu. [22]

Podobně jako bifidogenní probiotické bakterie z jogurtů a dalších zakysaných mléčných výrobků také rozpustná vláknina podporuje pomnožování prospěšné střevní bakteriální mikroflóry, která zvyšuje celkovou imunitu organismu. Naši obranyschopnosti též prospívají rostlinné antioxidanty, které jsou v přírodě chemicky vázány na vlákninovou strukturu rostlin. Tato vazba je nezdánlivě natolik pevná, že vláknina odejde střevním traktem z těla ven, aniž by se užitečné antioxidační látky (např. karoteny – mrkev a ovoce, lykopen- rajčata, allylsulfidy – česnek, sulforafan – brokolice, resveratrol – vinná réva) uvolnily a zůstaly v těle. Tuto vazbu mezi vlákninou a antioxidanty však můžeme snadno narušit vařením, a proto je vhodné se občas nevyhýbat ani tepelně zpracovaným pokrmům z vlákninové zeleniny jako např. dušené kapustě, mrkvi, rajčatovému a paprikovému leču apod. [13]

Vláknina dobře zahání hlad, který bývá někdy i neodůvodněný, např. při stresu, únavě nebo nedostatku chromu ve stravě, při náhlém poklesu glykémie, způsobeném výronem insulinu atd. [13] Nerozpustná vláknina má velmi výrazně příznivý vliv na zpevňování zubů a prevence zubního kazu. Tuhost potravin obsahujících větší množství nerozpustné vlákniny vyžaduje intenzivní kousání, což přispívá ke zvýšení pevnosti zubů v čelisti. Při žvýkání se z části odstraňuje zubní plak, zvýšená tvorba slin pomáhá neutralizovat vznikající kyseliny, což obojí přispívá k prevenci vzniku zubního kazu.[23] Z výše uvedených poznatků lze shrnout, že vláknina potravy se nutričně a fyziologicky uplatňuje hlavně tím, že:

- zvyšuje pocit nasycenosti
- má kladný vliv na konzistenci obsahu žaludku a střev (schopnost vázat a zadržovat vodu)

- zvyšuje objem a hmotnost střevního obsahu a snižuje dobu průchodu zažívacím traktem
- snižuje resorpci žlučových kyselin, což má za následek snížení hladiny cholesterolu a tuku v krvi
- stimuluje činnost střevní mikroflóry
- může vázat toxické kovy [7]
- přispívá k zpevňování zubů a působí jako prevence zubního kazu
- napomáhá ke snížení množství přijímané energie
- omezuje pocit hladu a působí tak jako přirozená ochrana proti přejídání
- pomáhá snižovat hladinu glukosy v krvi
- způsobuje žádoucí fermentace v tlustém střevě [23, 24, 81]

1.7 Nepříznivé účinky konzumace vlákniny

Experimentálně i klinicky bylo studováno ovlivnění vstřebávání a bilance řady prvků. (Ca, Zn, Fe, Mg, P, Cu a další). Pravděpodobně pouze extrémně velké dávky podávané dlouhou dobu mohou vést k negativní bilanci, spíše však jen u starých lidí a jedinců trpících těžkou podvýživou.[7] Otruby inhibují resorpci železa. Nepříznivý vliv otrub je částečně rušen konzumací dostatečného množství kyseliny askorbové nebo masa.[25] Obdobná situace je i u vitaminů. Vláknina může negativně ovlivnit vstřebávání kyseliny askorbové a vitamínu B₁₂. Naopak vitamin A a kyselina listová se vstřebávají dobře.[7] V zemích s vysokou spotřebou vlákniny a nízkou spotřebou vápníku je velmi vzácná postmenopauzální osteoporóza. Uvažuje se ale, že extrémní spotřeba vlákniny může vést k poruchám metabolismu vápníku.[25]

Již po poměrně krátké době podávání většího množství vlákniny se mohou – a to i u jedinců se zdravým zažíváním – objevit nepříjemné potíže jako nadýmání, velká střevní plynatost a trvalý pocit tíhy v břiše. Tyto symptomy mohou být tak intenzivní, že donutí k přerušení podávání vlákniny. Udává se, že u zdravých je to asi 10 % jedinců. Někdy mohou obtíže spontánně vymizet. [7]

2 BETA-GLUKANY

2.1 Počátky zájmu o beta-glukany

Počátky výzkumu β -glukanů spadají do šedesátých a sedmdesátých let minulého století. V historii β -glukanů lze vystopovat dvě linie, vycházející z odlišných východisek, ale postupně konvergující:

- první probíhala především v USA a také v Evropě
- druhá v Asii, především v Japonsku.[26]

Výzkum β -glukanů v euroamerickém prostředí vycházel z poznatků o imunomodulačním účinku zymosanu, což je směs polysacharidů, izolovaná ze stěn kvasinek *Saccharomyces cerevisiae*. Při hlubším zkoumání zymosanu byl jako primární účinná složka identifikován právě β -glukan, který byl izolován a zkoumán jeho imunomodulační účinek. Velmi důležitý krok a velký kus práce v tomto směru provedl Nicholas R. DiLuzio z University v New Orleans.[26]

V Japonsku k β -glukanu dospěli poněkud odlišným způsobem. V asijské medicíně má velmi dlouhou tradici konzumace různých léčivých hub (shiitake, maitake, reishi ad.). Podrobným zkoumáním biologických efektů, zejména antikarcinogenních účinků těchto hub byl opět jako hlavní příčina nespecifické imunomodulace zjištěn β -glukan. Počátky tohoto výzkumu jsou spojeny se jménem Goro Chihary z University v Kawasaki, který izoloval β -glukan, nazvaný jím lentinan, z houby shiitake (*Lentinula edodes*).[26]

2.2 Výzkum chemického složení beta-glukanů

Výzkum chemického složení β -glukanů má dlouhou, avšak nikoliv přímočarou historii. Složení stěn různých mikrobiálních producentů β -glukanu, především kvasinek, bylo zkoumáno již v devatenáctém století. Van Wisselingh na počátku roku 1898 publikoval názor, že v buněčné stěně hub může převažovat buď chitin nebo celulóza. V roce 1940 v oblasti výzkumu Dr. Louis Pillemer přinesl poznatky o látce, která aktivuje imunitní schopnosti. Touto látkou byl zymosan (β -glukan izolovaný z buněčné stěny kvasinek). Zymosan aktivuje imunitní odpověď, bez ohledu na typ „vetřelce“ nebo patogenu jako jsou viry, bakterie, plísňe, parazity a nádory. Další výzkum provedl Dr. Nicholas DiLuzio, který izoloval beta-glukan z pekařského droždí. Na příkladu β -glukanu ze stěn *Saccharomyces cerevisiae* je možné ilustrovat, jak obtížné bylo v první polo-

vině minulého století exaktní stanovení chemické struktury. V padesátých a šedesátých letech 20. století byl β -glukan, izolovaný ze stěn *Saccharomyces cerevisiae* podroben zkoumání s využitím tehdy běžného aparátu analýzy sacharidů, tj. parciální kyselá hydrolyzy, enzymové hydrolyzy, methylační analýzy, jodistanové oxidace, Smithovy degradace (tj. jodistanové oxidace, redukce NaBH_4 a parciální hydrolyzy) atd., zpočátku ovšem se značně rozporupnými výsledky. Teprve zjištění, že ve stěně kvasinek se může vyskytovat několik různých typů β -glukanu, vedlo k detailní frakcionaci komponent stěn sacharomycet a k chemické charakterizaci nalezených složek. Ustálil se názor, že hlavní složkou β -glukanu ze stěn sacharomycet je mírně větvený $(1\rightarrow3)$ - β -D-glukan s vysokou molekulární hmotností (kolem 1500, molekulová hmotnost cca 240 kDa), s obsahem kolem 3 % větvení β -(1 \rightarrow 6); je to běžný partikulární, kvasničný β -glukan.[26] V roce 1970 začalo zkoumání účinků β -glukanů na člověka. Význam v aktivaci imunitního systému pomocí β -glukanů, byl velmi pozitivní. Výborné výsledky se získaly při léčbě maligní rakoviny kůže u pacientů, kteří byli injektováni beta-(1 \rightarrow 3)-D-glukanem. V roce 1970 a 1980 byly β -glukany izolovány ze tří různých zdrojů *Lentinus edodes*, *Schizophyllum commune* a *Coriolus versicolor* a uváděny na trh pro léčebné použití v Japonsku. [27]

2.3 Chemické složení beta-glukanů

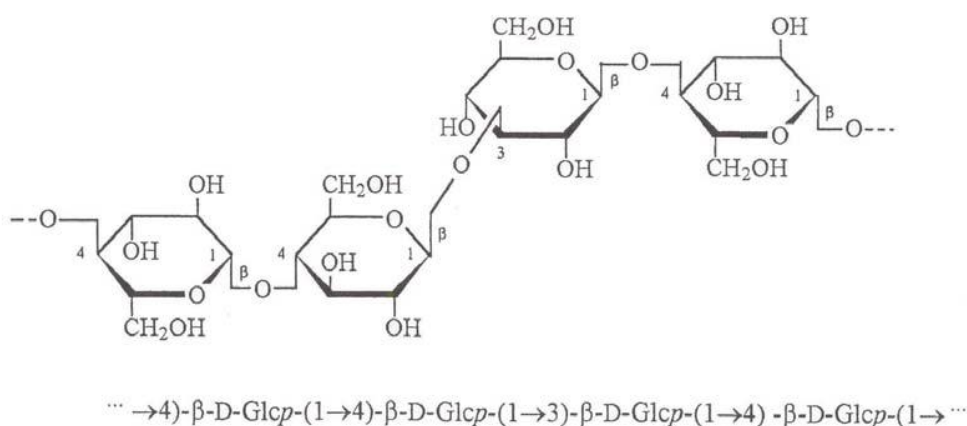
Glukany patří mezi homopolysacharidy (glykany). Jsou to polysacharidy s dlouhým řetězcem, kde jedinou strukturální jednotkou je glukosa. V řetězci je vázána vazbami v pozicích 1,3 a 1,6. Menší postranní řetězce se rozvětvují z hlavního řetězce polysacharidu. Neaktivnější formou β -(1 \rightarrow 3)-D-glukanů jsou ty, které obsahují postranní řetězce v pozicích 1,6 a rozvětvují se z delšího β -(1 \rightarrow 3)-glukanového hlavního řetězce. Z toho důvodu je možné setkat se v literárních zdrojích s označením β -(1 \rightarrow 3)-D-glukanu i jako β -(1 \rightarrow 3),(1 \rightarrow 6)-D-glukan. Na monosacharidové jednotky následující v řetězci za sebou a obsahující jen jeden druh vazby se případně ve stejném směru mohou navázat postranní vazby a tím vzniknou lineární polysacharidy, např. α -amylasa-(1 \rightarrow 4)-glukan. Větvené glukany obsahují na určitých místech své molekuly také glukosové jednotky, ze kterých vycházejí dvě nebo víc glykosidových vazeb (body větvení). Struktura glukanů má mimořádný význam při aktivaci imunitního systému. Glukany, které jsou více větvené a mají vyšší molekulovou hmotnost zvyšují aktivaci imunitního systému.[28] β -glukany společně s xylany (tvořeny molekulami β -D-(1 \rightarrow 4)-glukanu s jednotkami

D-xylopyranosy v postranních řetězcích, které jsou vázány na glukosu α -(1 \rightarrow 6) glykosidovými vazbami.) patří mezi hlavní strukturální heteroglukany a heteroxylyany, které se řadí mezi hemicelulose. Termín hemicelulose je společným názvem pro strukturální necelulosevé polysacharidy buněčných stěn rostlin, které vyplňují prostory mezi celulosovými vlákny. [9]

Kromě monomerních jednotek a charakteru jejich vazby, do primární struktury glukanů patří ještě poloha glykosidové vazby, stechiometrická příslušnost k α -konfiguraci nebo β -konfiguraci a velikost kruhu cyklické formy glykosidické jednotky (furanosová nebo pyranosová forma). [28]

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.



Obr. 3: Základní struktura β – glukanů s kombinovanými vazbami (1 \rightarrow 3), (1 \rightarrow 4) [9]

Relativní molekulová hmotnost β -glukanů se pohybuje v širokých mezích od desítek do tisíců kDa dle původu. [9]

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 \rightarrow 4), tím nižší je rozpustnost polymerů. Nejvíce rozpustné jsou polymery obsahující asi 30 % vazeb (1 \rightarrow 3) a 70 % vazeb (1 \rightarrow 4), jejichž řetězec je složen z 2-3 jednotek β -D-glukosy spojených vazbami (1 \rightarrow 4), mezi nimiž se nachází jednotka vázaná vazbou (1 \rightarrow 3). [9]

Rozpustnost β -glukanů se zvyšuje s teplotou. Např. při 40 $^{\circ}$ C se extrahuje asi 20 % β -glukanů ječmene, při 65 $^{\circ}$ C asi 30-70 % (β -glukany pšenice 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. β -glukany jsou částečně rozpustnou a částečně nerozpustnou vlákninou potraviny [9] a mají užitečnou fyziologickou funkci jako složka potraviny.[29] Viskozita je determinována především molekulovou hmotností, ale i molekulární strukturou, danou rozmístěním vazeb β -(1 \rightarrow 3) a (1 \rightarrow 4). Makromolekuly glukánů jsou velmi citlivé na mechanické zásahy a mohou se při vysokých stříhových rychlostech porušit. Proto je třeba provádět mechanické opracování velmi pečlivě a opatrně. [30]

2.4 Výskyt

β -glukany jsou polysacharidy nacházející se v přírodě v buněčných stěnách vyšších rostlin a ve větším množství v semenech některých obilovin (oves, ječmen), v houbách, kvasinkách, bakteriích a řasách. Jsou primárně izolované z buněčných stěn.[28] β -glukany jsou také mnohými rostlinami vylučovány při poranění buněčné stěny.[31] β -glukany jsou významnou součástí vlákniny cereálií, kterou tvoří nerozvětvené polysacharidy složené z β -D-glukopyranosových jednotek vázaných (1 \rightarrow 4) a (1 \rightarrow 3) glykosidovými vazbami. Z obilovin obsahují nejvyšší množství β -glukanů oves (3-7 % sušiny) a ječmen (3-11 % sušiny). β -glukany jsou obvykle koncentrovány ve vnitřních aleuronových buněčných stěnách a v buněčných stěnách endospermu ječmene, ovesa a pšenice. Pšenice obsahuje β -glukanů menší množství asi 1 % obsahu sušiny. [28]

Kvasinky, plísňe a vyšší houby produkují velké množství různých extra- a intracelulárních polysacharidů. Určité využití v potravinářském průmyslu jako jsou hydrokoloidy našly glukany, speciálně α -glukany s kombinovanými vazbami α -(1 \rightarrow 4), α -(1 \rightarrow 3) a také některé β -glukany s kombinovanými vazbami β -(1 \rightarrow 3), β -(1 \rightarrow 6). Unikátní vlastnosti mají extracelulární (jsou vylučovány jako slizy) a intracelulární polysacharidy (strukturní polysacharidy buněčných stěn - β -(1 \rightarrow 3)-D-glukany). Jsou produkovány některými kvasinkami, plísněmi a vyššími houbami. Jejich antibakteriálních, antivirálních, antikoagulačních a zejména antikarcinogenních účinků se využívá ve farmacii a medicíně.[9]

β -D-glukan z kvasinek se nachází v buněčných stěnách spolu s chitinem a mannanem. Je rozvětveným polymerem. Strukturu přímého řetězce tvoří glukosové polymery vázané vazbami (1,3) a (1,6). Rozvětvené polymery se skládají z hlavního řetězce s vazbami (1,3), které v různé míře obsahují větve β -(1,6).

PGG-glukan (poly-(1→6)-β-D-glukopyranosyl-(1→3)-β-D-glukopyranosa) je geneticky modifikovaný β-glukan ze *Saccharomyces cerevisiae*. Zymosan je název preparátu získaného ze *Saccharomyces cerevisiae* (pekařské droždí), který obsahuje β-(1→3) a β-(1→6)-glukan a jiné složky buněčné stěny jako chitin a mannoproteiny.

Mezi nejprozkoumanější β-glukany z hub patří lentinan z *Lentinus* (i *Lentinula*) *edodes*. Grigolan (také nazývaný GRN a grifolan LE) z *Grifola frondosa*, schizophyllan (také nazvaný SPG, sonifilan, sizofiran a sizofilan) ze *Schizophyllum commune*, SSG ze *Sclerotinia sclerotiorum*, PSK (krestin) z *Coriolus versicolor* a PSP (polysacharidový peptid) též z *Coriolus versicolor* a pleuran z *Pleurotus ostreatus*. [28] Zajímavým zdrojem glukanů je i čínská houba Housenice čínská (*Cordyceps sinensis*).[32]

2.4.1 Výskyt beta-glukanů v houbách

Lidé se již dávno snaží učinit houby stejnou zemědělskou plodinou, jako jsou obilniny, zelenina, ovoce.[33] U více než 50-ti druhů hub byly zjištěny protirakovinné účinky. β-glukany patří právě mezi nejvíce probádané účinné látky hub. Buněčná stěna většiny hub je složená z chitinu, glykoproteinů a β-glukanů. Mezi nejprozkoumanější a nejvýznamnější houby, které obsahují β-glukany patří např. houževnatec jedlý (*Lentinus edodes*).

Houževnatec jedlý, pocházející z Japonska, je po celém světě známý pod názvem šiitake nebo také xianggu. Lidé ho v zemích jihovýchodní Asie začali pěstovat již před 2000 lety. V přirozených podmínkách je houževnatec dřevokazná houba, rostoucí na dubech a habrech. I nyní se pěstuje na těchto dřevinách, celý kmen se nařeže na velké špalky a očkuje se podhoubím. První plodnice se na špalcích tvoří po dvou letech. Pěstování šiitake je hodně rozšířeno, protože je po této houbě velká poptávka. [33]

Vědecký výzkum šiitake začal přibližně před 20 lety a jeho výsledkem bylo vyvinutí progresivnější metody pěstování ve speciálních místnostech na rýžové slámě, máčené ve výtažku ze sójových bobů, což umožňuje šetřit dřevo, které je v Japonsku velmi vzácné. [33]



Obr.4: Houževnatec jedlý[34]

V Nizozemsku se šii-také pěstuje na speciálních regálech, zatímco ve Francii jsou k tomuto účelu vyráběny speciální polyethylenové sáčky s nasekanou slámou. Léčivé účinky této houby jsou způsobeny obsaženým β -glukanem – lentinanem. Molekulární vzorec lentinanu je $(C_6H_{10}O_5)_n$. Skládá se z β -(1 \rightarrow 3)-D-glukanové kostry s β -(1 \rightarrow 6)-glukanovými postranními řetězci. Molekulová hmotnost lentinanu je přibližně 500 kDa, stupeň větvení je 2/5 a terciární struktura lentinanu je pravotočivý trojnásobný helix. Ve 100 g sušiny šii-také je obsaženo 220 mg β -glukanu.

Další houba, významná svým obsahem β -glukanu je trsnatec lupenitý (*Grifola frondosa*). **Trsnatec lupenitý** je ve světě známý také pod jinými názvy, např. maitake („tančící houba“) nebo Hen of the Woods. [35]. Biologicky aktivní glukan izolovaný z trsnatce se jmenuje *grifolan*. Grifolan se skládá z β -(1 \rightarrow 3)-D-glukanové kostry s β -(1 \rightarrow 6)-glukanovými postranními řetězci. Molekulová hmotnost grifolanu je přibližně 500 kDa, stupeň větvení je 1/3 a terciární struktura je trojnásobný helix. V Japonsku se maitake trvale používá jako doplněk stravy v dávkováních 3-7 gramů 3-5-krát denně s přesvědčením o jejích preventivních a imunostimulačních účincích mj. u osob s rakovinou a jako podpora organismu pod chemoterapeutickou léčbou.[35]



Obr.5:Trsnatec lupenitý – plodnice[35]

Glukany *schizophyllan* a *SSG* jsou biologicky aktivní látky **klánolístky obecné** (*Schizophyllum commune*). Schizophyllan a SSG obsahují β -(1 \rightarrow 3)-D-glukanové kostr s β -(1 \rightarrow 6)-glukanovými

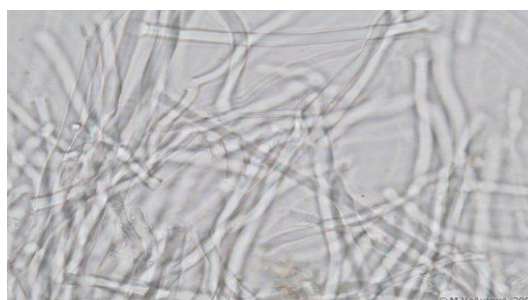
postranními řetězci, mají terciární strukturu trojnásobného helixu. Stupeň větvení schizophyllanu je 1/3. V Japonsku se používá při léčbě a prevenci některých nádorů, zejména u leukémií, zvláště v oblastech, kde na konci 2. světové války vybuchly atomové bomby. [36]



Obr.6: Klánolístka obecná[37]

Skleroglukan je polysacharid produkovaný některými nižšími houbami rodu *Sclerotium*. Představitelem tohoto rodu je **hlízečka hlíznatá** (*Sclerotium glaucanicum*). Jako průmyslový zdroj slouží i *S. roefsii*. Dalšími zdroji jsou též rody *Sclerotinia*, *Corticium*, *Stromatinia* a *Botrytis*, které produkují polysacharidy podobné skleroglukanu. Příbuzné polysacharidy jsou také složkami buněčných stěn a zásobními polysacharidy kvasinek a vyšších hub. [9] Skleroglukan produkovaný *S. glaucanicum* je tvořen lineárním řetězcem složeným z β -(1 \rightarrow 3) vázaných D-glukosových zbytků s postranními glukosovými zbytky vázanými vazbou β -(1 \rightarrow 6). [9]

Outkovka pestrá (*Coriolus versicolor*) je především v Japonsku známá pod svým druhým názvem – yunzhi. V outkovce jsou obsaženy dva polysacharidy a to *Krestin* a *PSP* (polysacharidpeptid). [38]



Obr.7: Outkovka pestrá – systém hyf [39]

Ve skupině hub saprofytujících na dřevu (dřevokazné houby) je rovněž několik perspektivních druhů, které obsahují β -glukany. Nejvýznamnější je i u nás pěstovaná **hlíva ústříčná** (*Pleurotus ostreatus*).[33] V Číně se ročně vypěstuje více než 85 % celosvětové produkce hlívy ústříčné. [30] S jejím pěstováním se začalo již dávno – na počátku našeho století, ale velkovýroba byla zahájena až v šedesátých letech minulého století, zpočátku v Číně, Maďarsku a Americe, později v dalších zemích. Hlíva se pěstuje na dřevě nebo na substrátu obsahujícím slámu, včetně kukuřičných palic, kukuřičnou slámu, piliny, otruby apod. Používá se rovněž kůra stromů a některé městské odpady, což umožňuje řešit současně s pěstováním hub také složitou problematiku likvidace městských odpadů biologickým způsobem. Pěstuje se i ve velkovýrobně na slamnatém substrátu.[33] β -glukan izolovaný z hlívy ústříčné, nazývaný *pleuran*, má rozvětvenou strukturu skládající se z hlavního řetězce tvořeného β -D-glukopyranosovými jednotkami vázanými vazbami (1,3).

Ve 100 g sušiny hub rodu *Pleurotus spp.* je obsaženo až 414 mg β -glukanu.



Obr. 8: Hlíva ústříčná – vyvíjející se houby a plodnice po pěti dnech [40]

Ačkoliv byl **žampion mandlový** (*Agaricus brasiliensis*) známý již v dávné říši Inků, kde byl oblíbenou pochoutkou, byl znovu objeven naší civilizací až v 70. letech minulého století. Jedinou oblastí, kde dnes lze houbu v přírodě nalézt, je malé území v Brazílii a to v okolí malé vesnice Piedade u Sao Paula. Žampion mandlový je speciální druh žampionu pěstovaný pouze odborníky a vědci ve fázi odborného výzkumu. Tento žampion není pouze houbou s exotickou chutí, ale obsahuje významné léčivé látky. Především je to β -D-glukan, který má odlišnou účinnost, než glukany u jiných druhů hub. V pokusech se podařilo prokázat, že výtažky z tohoto žampionu zabrzdí vývoji virů pronikajících do tkání u pokusných zvířat. Jsou účinné proti řadě solidních (pevných) nádorů (prostata, hltanu, plic, prsu, žaludku, vaječnicků, jater). Po aplikaci výtažků

ze sušených plodnic se zvýšila aktivita specializovaných lymfocytů s protirakovinným účinkem až o 3000 % v průběhu 2 - 4 dnů. [41]

Další houbou, ve které se β -glukany vyskytují, je **lesklokorka lesklá** (*Ganoderma lucidum*). Tato houba je veřejnosti známá spíše pod názvy reishi nebo Lingzhi. Již 2000 let je používána čínskými léčiteli jako „kouzelná rostlina“, pomáhá léčit a předcházet mnoha chorobám. Současné výzkumy potvrzují, že složky obsažené v houbě reishi mají pozitivní vliv na zlepšení kvality zdraví a prodloužení života. Lesklokorka vykazuje tyto účinky: protizánětlivé, protialergické, protivirové, protirakovinné, a stimuluje imunitu. Vyskytuje se v různých variantách (červená, fialová, modrá, žlutá, černá a bílá), z nichž nejcennější je – pro terapeutické účely – uznávána barva červená. Lesklokorka se vyskytuje především na mrtvých větvích listnatých stromů. V přírodě ji nalezneme poměrně zřídka, jen v Asii, Jižní Americe, Evropě a v Severní Americe. Nejdůležitější roli, vzhledem k farmakologickým vlastnostem, hrají polysacharidy. Vyskytují se především v podobě β -D-glukanů, spojených s aminokyselinami. Vykazují silné protirakovinné účinky a zvyšují odolnost organismu, ničí volné radikály a napomáhají tvorbě buněk typu B, produkujících protilátky. Mají také vliv na zvýšení počtu makrofágů, které napomáhají funkci leukocytů, mají vliv na dokončení syntézy DNA a RNA.[42]



Obr. 9: Lesklokorka lesklá, mladé plodnice a dorůstající plodnice [42,43]

Pórnatka kokosová (*Poria cocos*) má korovité plodnice s hlízovitým tělem a velikost velkého kokosového ořechu. Roste na kořenech některých borovic v nejteplejších oblastech Číny, Japonska a dalších oblastech. Američtí indiáni z ní dělali druh chleba.[35] Hlavním polysacharidem pórnatky kokosové je lineární β -(1 \rightarrow 3)-D-glukan PCM3 (*pachyman*). [78]

Zatímco ostatní léčivé pěstované houby osidlují dřevo nebo rozloženou organickou hmotu, **houšence** se vyskytuje v oblastech střední Číny (převážně v provinciích Sečuan, Junan, Šizang), Tibetu a Himalájí jako parazit larvy můry *Hepialus armoricanus*, patřící do čeledi hrotnokřídlecovitých (*Hepialidae*). Typické pro houbu je, že jí vyhovují nadmořské výšky 2000 – 6000 m,

což je spojeno s trvale nižšími teplotami, řídkým vzduchem a četnými srážkami. Sušina housenice čínské obsahuje až 16 % β -glukanu. Mycelium obsahuje β -(1 \rightarrow 3),(1 \rightarrow 4)-D-glukan. [32]



Obr. 10: Housenice čínská[44]

β -D-glukan označovaný jako *beta-glukan I*, byl izolován z **bolcovitky bezové** (*Auricularia auricula – judae*) neboli Jidášova ucha. Označuje se zkratkou AAG. [45]

Mezi další houby, které mají významné fyziologické účinky na zdraví člověka, patří korálovec ježatý (*Hericium erinaceus*), penízovka sametonohá (*Flammulina velutipes*) a žampion brazilský (*Agaricus blazei*).

Vzácná jedlá houba **korálovec ježatý** (*Hericium erinaceus*) s plodnicí kulovitěho či vejčitého tvaru o velikosti až 30 cm. Paraziticky roste na poškozených kmenech buků a dubů. Pro svůj tvar se v angličtině nazývá "hřívou lva", v čínštině či němčině "hlavou opice". V Japonsku byla léta cenná jako významná léčivá houba u obtíží trávicího traktu. [35]



Obr. 11: Korálovec ježatý [15]

Z dřevokazných hub se v zemích Dálného východu pěstuje houba **penízovka sametonohá** (*Flammulina velutipes*). V Japonsku, Koreji a dalších zemích jihovýchodní Asie jsou dokonce specializované farmy, kde se tato houba pěstuje ve skleněných nádobách na směsi slámy nebo pilin s minerálními doplňky.[33]



Obr. 12: Penízovka sametonohá[46]

Žampión pěstovaný v Brazílii, (*Agaricus blazei*), je známý také pod japonským jménem hime-matsutake nebo Cogumelo de Sol. Často je používána pouze zkratka ABM.[47] Vědeckými výzkumy bylo zjištěno, že ve 100 g žampiónu brazilského je obsaženo asi 43 mg β -glukanů. Experimenty *in vitro* i klinické pokusy prokázaly, že konzumací plodnic lze předcházet onkogenezi, dále byla prokázána protinádorová této houby.[38]

Celkový obsah β -glukanů ve 100 g sušiny zjištěný v pěstované pečárce dvouvýtrusé (*Agaricus bisporus*) byl jen kolem 20 mg, zatímco ve směsi sušených tzv. pravých hřibů vesměs v rozmezí 1200-2000 mg a v pěstované hlívě ústříčné kolem 1600 mg. Po desiminutovém grilování poklesl obsah β -glukanů na průměrnou hodnotu 67 % a u namočených sušených hub na 88 % u hub čerstvých či zmrazených. [48] Čistota vyizolovaných β -glukanů z hub se pohybuje kolem 93 % (s tolerancí 2 %).

Preparáty beta-hlukanů izolované z několika druhů pěstovaných hub se zejména v Japonsku a v Číně klinicky ověřují jako podpůrné látky při léčbě rakoviny. Dosavadní výsledky prokazují zlepšení imunity a prodloužení doby přežití zejména při léčbě rakoviny konečníku a žaludku. Preparáty se získávají jak z plodnic, tak z mycelia či substrátu, na kterém byla houba pěstována. Evropská medicína, vycházející z jiných tradic nároků na léky, je však zatím vůči těmto preparátům poměrně zdrženlivá. [48]

Zastoupení β -glukanů v dalších druzích hub je prozatím ve fázi vědeckého výzkumu. Předpokládá se, že významnější obsah by mohl být obsažen např. v rosolovce bílé (*Tremella*) nebo kukmáku sklepním (*Volvariella volvacea*).

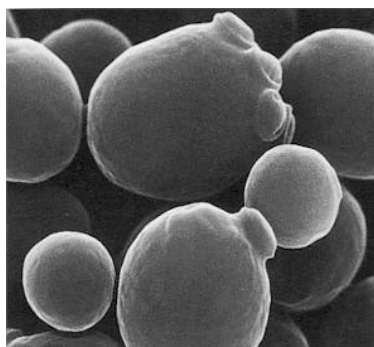
U některých výše uvedených hub bylo zjištěno, že v nich obsažené β -glukany vykazují významnou protinádorovou aktivitu. Přehled těchto β -glukanů i s jejich názvy uvádí Tabulka 7, která je uvedena v Příloze 6.

2.4.2 Výskyt beta-glukanů v bakteriích

β -glukan kurdlan byl izolovaný z buněčné stěny bakterie *Alcaligenes faecalis*. [36] Bakterie *Bradyrhizobium japonicum* syntetizuje β -(1 \rightarrow 3),(1 \rightarrow 6)-D-glukany jako reakci na hypotonické prostředí. Molekuly glukanu mají specifickou funkci (kromě osmoregulace) také při růstu. [49]

2.4.3 Výskyt beta-glukanů v kvasinkách

Hlavní složkou stěnových polysacharidů kvasinek jsou glukany, které byly zjištěny ve stěnách všech dosud analyzovaných druhů kvasinek. Jejich stavební kameny tvoří glukosa. U některých druhů kvasinek (*Saccharomyces cerevisiae*) jsou ve stěně přítomny mannany, glukosamin a chitin. [50]



Obr. 13: kvasinka *Saccharomyces cerevisiae* [51]

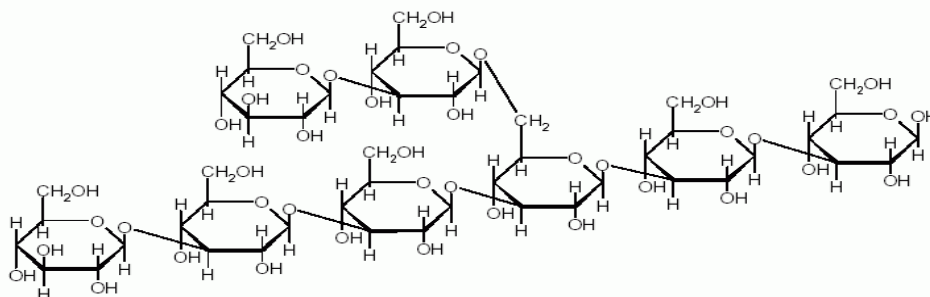
Buněčná stěna tvoří podstatnou část hmotnosti buněk; u kvasinek je to mezi 15 až 25 %. Skládá se v zásadě z pěti hlavních složek: (1 \rightarrow 3)- β -D-glukanu, (1 \rightarrow 6)- β -D-glukanu, (1 \rightarrow 3)- α -D-glukanu, chitinu a glykoproteinů. (1 \rightarrow 3)- α -D-glukan chybí v kvasinkách (např. u *Saccharomyces cerevisiae* a *Candida albicans*), ale je nalézán u celé řady dalších příslušníků třídy *Ascomycetes* a *Basidiomycetes*, kde tvoří 9,46 % hmotnosti buněčné stěny. Z toho vyplývá významná skutečnost, týkající se jak imunologického výzkumu, tak případného farmaceutického využití β -glukanů. [26] β -glukan izolovaný ze *Saccharomyces cerevisiae* je známý pod názvem *zymosan*. Oficiálně od roku 1940 existuje na trhu i lék s názvem *Zymosan*. [30] Kvasničný β -glukan je schopný absorbovat mykotoxiny (zearalenon, aflatoxin B1, deoxynivalenol, ochrato-

xin A, patulin), pravděpodobně prostřednictvím vodíkových můstků a van der Waalsových sil; tento efekt β -glukanů je významný zejména u hospodářských zvířat. [26]

Doplňkem stravy obsahující beta-glukany, mohou být sušené pivovarské kvasnice, veřejnosti již dobře známé jako „Pangamin“.

2.4.4 Výskyt beta-glukanů v řasách

Klíčovou zásobní látkou v plasmě krásnooček, rozsivek a některých řas jsou β -glukany s glukosidickou vazbou β -(1 \rightarrow 3). Těmito polysacharidy jsou např. *paramylon* (chemický vzorec viz Obr.14), *schysolaminarin* nebo *laminarin*. [52]



Obr. 14: Chemická struktura *paramylonu* [52]

2.4.5 Výskyt beta-glukanů v lišejnících

Lišejník islandský (*Cetraria islandica acharius*) je složen z polysacharidu – licheninu (více než 50 % licheninu), který se rozpouští v horké vodě. Chemicky je to lineární glukán podobný celulóze, složený ze 60-200 β -D-glukósových jednotek. [53]

2.4.6 Výskyt beta-glukanů v obilovinách

β -D-glukan se u obilovin obvykle nachází ve vnitřní aleuronové vrstvě buněčných stěn endospermu. Obilniny využívají β -D-glukan jako strukturální složku stěn rostoucích buněk a jako zásobní materiál hydrolyzovaný v průběhu klíčení. [54]

Oves obsahuje 1,8-7,9 % β -glukanu. Toto procento se liší podle kultivaru a vlivu životního prostředí. Ovesné β -glukany jsou lineární glukósové polymery, které mají vazby β -(1 \rightarrow 3), (1 \rightarrow 4). Přibližně 70 % vazeb jsou vazby β -(1 \rightarrow 4) a 30 % vazeb je tvořeno vazbami

β -(1 \rightarrow 3). Smíšené vazby, které tvoří ovesné β -glukany jsou důležité pro jejich fyzikální vlastnosti jako je viskozita a rozpustnost. Přítomnost dvou typů vazeb zabraňuje sdružování řetězců do pevných celků a umožňuje jejich rozpustnost ve vodě. Ovesné β -glukany jsou asymetrické molekuly, které ve vodném roztoku zaujímají protáhlý tvar. Molekulová hmotnost ovesných β -glukanů se pohybuje v mezích od $2,68 \cdot 10^4$ do $3,106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$. Toto kolísání je pravděpodobně závislé na rozdílech v surovinách, způsobu zpracování a metodách stanovení. [30]

Ječmen obsahuje 2,8-11 % z β -glukanu (u některých kultivarů ječmene bylo nalezeno dokonce 14-16 % těchto glukanů) [9], zatímco u pšenice a žita hlavní složka rozpustná vláknina je arabinoxylan a množství β -glukanu jsou malé, 2,5 % β -D-glukanu v žitu. [55] Obsah β -glukanu v neloupaných zrnech rýže se pohybuje kolem 1-2 %. [9] V ječmeni závisí na odrůdě, lokalitě a vegetačních podmínkách. Ve sladu ho lze ovlivnit podmínkami skladování v rozmezí 40-300 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ve sladině. Ve sladině je limit obsahu β -glukanů 150-200 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (u exportních sladů). Snížit jejich obsah lze i přidávkem enzymů (β -glukanasy) na počátku rmutování. Pro technologii piva je žádoucí úplné rozložení glukanů, jinak se zvyšuje viskozita, snižuje varný výtěžek, zhoršuje filtrovatelnost a prodlužuje dobu svezování. [56]

3 PODSTATA ÚČINKŮ BETA-GLUKANŮ

Použití β -glukanů vychází ze schopnosti makrofágů vázat je na svých buněčných membránách. Díky tomu se aktivuje jejich činnost, tzv. nespecifická imunita. Makrofág je buňka imunitního systému, tzv. fagocyt, čili buňka, která má schopnost pohlcovat škodliviny včetně virů, bakterií a mutovaných migrujících nádorových buněk nebo odumřelých buněk. Aktivuje se schopnost makrofágu pohlcovat cizorodé částice (např. plísňe a některé nitrobuněčné parazity, např. původce toxoplazmózy, *Toxoplasma gondii*.) Snižují také hladinu některých zplodin výměny látek, ovlivňují rychlost odstranění přebytečných hormonů, chrání buňky při chemoterapii a ozařování, podporují tvorbu červených a bílých krvinek (podporují růst kmenových buněk kostní dřeně) po léčbě nádorů. [57]

Preventivní význam β -glukanů je dán především jejich schopností zvýšit aktivitu imunitního systému bez následné provokace cytokinů a protizánětlivý účinek. Toto zjištění je příslibem pro alergiky, u nichž pokles imunitní aktivity znemožňuje jiný typ imunomodulace. [57]

Molekula β -glukanu je rezistentní vůči kyselému prostředí, takže po požití ústy prochází až do střeva, kde je dostatek enzymu β -1,3-D-glukanasy, který glukan štěpí. Díky receptorové interakci dojde k okamžité aktivaci makrofágů, která se zpětně přenáší do lokálních lymfatických uzlin ve střevní stěně (Payerovy plaky) a stejně jako při přirozené prezentaci antigenu se uvolňují cytokiny, které aktivují imunitní systém. Tento mechanismus se označuje jako fagocytární transport. Nástup účinku je již po 2 hodinách od podání ústy. [57]

Denní doporučená dávka β -glukanu je podle většiny autorů 3-3000 mg, v závislosti od toho, či se užívá preventivně a nebo jako podpůrná látka při chorobných stavech.

Studie působení perorálního použití glukanu s cílem snížení cholesterolu pokračují a již nyní ukazují na podporu efektu dosud používaných doplňků, jako je např. niacin. Glukan se často kombinuje s vitamínem C a jeho deriváty – tato kombinace zvyšuje obsah nitrobuněčného vitamínu C ve fagocytech až 40-krát v porovnání s jeho koncentrací v plazmě. [57]

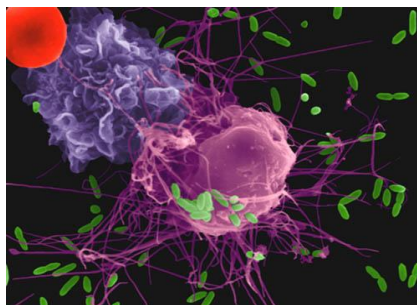
Makrofágy jsou hlavním producentem buněk, které zvyšují produkci inzulínu. Tvorba těchto buněk může být zesílena β -glukanem. To lze využít ke zlepšení života pacientů s diabetes mellitus trpících aterosklerózou. [57]

3.1 Vliv beta-glukanů na imunitní systém člověka

Buňky, z nichž se skládá imunitní systém, jsou přítomny všude v těle, ale shromažďují se především v lymforetikulárních orgánech, jako jsou lymfatické uzliny, slezina, kostní dřeň, brzlík a lymfoidní tkáň ve sliznicích gastrointestinálního a dýchacího ústrojí. Hlavními imunocyty jsou lymfocyty, ale monocyty-makrofágy, endoteliální buňky a vzácnější eozinofily mají v imunitním systému také své role. Všechny buňky imunitního systému vznikají v kostní dřeni a jsou nadány schopností sebeobnovování.[58] Imunitní odpověď tvoří řada na sebe navazujících událostí. Spouští ji podnět zavlečený do organismu (imunogen neboli antigen) a jejím vyvrcholením je odstranění činitele, který reakci vyvolal. Základní funkcí imunitní reakce je rozlišovat vlastní od cizího a cizí vylučovat, ať již jde o patogenní mikroorganismus, o štěp cizí tkáň nebo neškodnou částici prostředí, jako jsou proteiny pylů, trav nebo potravy. [58]

Imunitní odpověď je závislá zejména na třech hlavních typech buněk: na makrofázích, na lymfocytech, pocházejících z thymu (T buňky) a na lymfocytech pocházejících z kostní dřene (B buňky). Tyto buňky navzájem spolupracují a ovlivňují se. Imunita je dvojího druhu: vrozená a získaná. [58] Imunita může být zjednodušeně definována jako schopnost organismu bránit se proti čemukoliv, co by mohlo způsobit poškození zdraví nebo dokonce smrt. Buňky imunitního systému mohou být rozděleny na primární, zodpovědné za produkci lymfocytů a sekundární, kde se odehrává samotná imunitní reakce. Počet imunitních buněk se liší v závislosti na stavu, v němž se organismus nachází. Například v případě infekce může počet leukocytů vzrůst až několiknásobně. Důsledky snížené obranyschopnosti jsou všeobecně známé. Neustálé zvyšování počtu virových, bakteriálních, plísňových, parazitárních a alergických onemocnění. Přibývání zhoubných nádorů, tragický je nárůst infekce HIV – AIDS, rostoucí počet pacientů s chronickým únavovým syndromem, zhoršování následků účinků ultrafialového záření ... aj. To jsou jen některé důvody, proč jsou v současnosti stále více vyhledávány tzv. imunostimulátory – látky zvyšující obranyschopnost organismu. Pod pojmem imunostimulace se rozumí medicínský zásah do imunitního systému člověka zaměřený pozitivním směrem, to je ve smyslu ochrany organismu, úprava odchylek a případně podpora mechanismů imunity s cílem udržet integritu organismu. Je možné rozlišit několik typů imunostimulace: vakcinaci, enzymoterapii aplikaci imunoaktivních látek izolovaných z mikroorganismů, rostlin či živočichů. V rámci posledně jmenované imunostimulace mají přední význam β -glukany. [57, 58]

Takže glukany indukují nejen lokální aktivaci buněk (makrofágů), ale i systematickou reakci organismu. V důsledku aktivace makrofágy zachytávají a zneškodňují cizí látky, jak je možno vidět na Obrázku 15, kde buňku (zbarvena růžově) obklopuje velké množství bakterií (zbarveny zeleně). Makrofágy mají barvu fialovou, v levém horním rohu část červené krvinky – erytrocytu. [28]



Obr. 15: Aktivovaný makrofág, rozpoznávající bakteriální buňky [59]

3.2 Glukany v infekčních onemocněních

Klinické i experimentální studie potvrdily významné zlepšení a zrychlení léčby infekčních onemocnění virového, bakteriálního, plísňového i parazitárního původu při aplikaci β -glukanů. Tyto studie ukázaly možnost výrazně omezit množství podávaných antibiotik a antivirotik. Široké spektrum antiinfekčního účinku β -(1 \rightarrow 3)-D-glukanu lze vysvětlit nespécifickým působením s velkou šíří záběru. V případě nezbytnosti použití antibiotik se řadou studií potvrdilo, že β -glukan také působí i proti plísním a virům *Herpes simplex*. [57]

Schizophyllan a lentinan vykazují antibakteriální a antivirovou aktivitu a v klinických podmínkách snižují výskyt infekčních komplikací. Lentinan a schizophyllan inhibují růst *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus*. Lentinan vyazuje aktivitu také proti *Bacillus subtilis*, *Micrococcus luteus*, *Mycobacterium tuberculosis* a *Listeria monocytogenes*. [28]

β -glukany zvyšují účinky antimikrobiálních léčiv jako jsou antibiotika, protiplísňové a antiparazitární přípravky. Tím je možné zvyšovat efekt tradiční léčby nebo u běžných onemocnění snižovat účinné dávky podávaných léků. [28]

Nedávno se zjistilo, že glukan kurdlan inhibuje vazbu HIV-1 (virus vyvolávající syndrom získané imunodeficiency - AIDS) na pomocné T-lymfocyty. Proto se konají zkoušky s jeho možným využitím při prevenci a léčbě AIDS.

3.3 Glukany v nádorových onemocněních

β -glukany pomáhají makrofágům poznat a zneškodnit buňky, vykazující nádorovou aktivitu. V oblasti poznání účinků β -glukanů je velkým přínosem práce japonských odborníků, kteří udávají, že již dávka $0,1 \text{ mg.kg}^{-1}$ živé váhy se vyznačuje výraznou protinádorovou aktivitou.[28] Glukan má lokální i systémový protinádorový účinek. Výsledky nedávných studií opravňují k optimismu nejen při léčbě melanomu, ale i bazálních kožních nádorových buněk. Kombinovaná léčba glukanelem a protinádorovými léčivy má synergický efekt, a tak zvyšuje účinnost léčby, stejně jako může podpořit prevenci posttraumatických pooperačních sepsí. [57]

Většina klinických důkazů o protinádorové aktivitě se týká lentinanu, PSK (krestinu) a schizophyllanu. Účinnost je prokázána při dávce $0,2 - 1,0 \text{ mg.kg}^{-1}$ živé váhy. Jejich aktivita je obzvláště prospěšná ve spojení s chemoterapií. [28]

Rovněž byla vypracována klinická studie provedená u žen, které měly maligní nádory prsu po mastektomii a ozařování. Po podávání β -glukanu došlo ke kompletnímu vyléčení těchto nádorů. [60]

3.4 Glukany jako obrana před radioaktivním zářením

β -glukany poskytují ochranu proti záření různého původu (RTG vyšetření, radiační smog z počítačů, ozařování).

Studie potvrzují, že glukan může působit jako účinný zachytávač volných radikálů, vznikajících v důsledku záření. V jedné z pozoruhodných studií, provedených v americkém Armed Forces Radiobiology Institute byl β -(1 \rightarrow 3)-D-glukan podáván perorálně krysám, které byly ozářeny smrtelnou dávkou radiace. Sedmdesát procent krys, kterým byla po radiaci perorálně podána dávka β -(1 \rightarrow 3)-D-glukanu, bylo zachráněno. β -glukan je schopen chránit makrofágy, cirkulující v krvi od napadení volnými radikály, a tak udržet jejich funkce.[37] β -glukanem aktivované makrofágy dokážou lépe eliminovat buňky a nebo jejich části, které byly poškozené radiací.[28]

3.5 Lokální použití beta-glukanů na kůži

Glukan je vhodným přípravkem pro léčbu a hojení povrchových zranění. Zajímavý lokální účinek β -(1 \rightarrow 3)-D-glukanu byl prokázán i v případě nepoškozené kůže. Po podávání β -glukanu došlo

k revitalizaci kůže u testovaných žen, k reprodukci počtu vrásek, k úpravě vlhkosti kůže. V tomto ohledu se velmi dobře uplatní kombinace s pyknogelem. Lokálně aplikovaný glukán aktivuje epidermální makrofágy a působí fotoprotektivně (ochraňují kůži před nepříznivým slunečním nebo jiným zářením).[57]

Bylo vědecky prokázáno, že kůže léčená koupeli z koloidního ovsa obsahující β -glukán vykazovala o 80 % menší poškození UV zářením.

Z toho vyplývá, že všechny výrobky s obsahem β -glukanů se dají označit za novou generaci dieticko-podpůrných a léčivých kosmetických přípravků. Dá se říct, že budou nenahraditelnou složkou v obraně proti stárnutí.[28]

Lokálně aplikovaný β -glukán aktivuje epidermální makrofágy a tím zabraňuje průniku mikrobů přes poranění. Dále urychluje zotavení poškozené tkáň. Teprve v roce 2005 byla potvrzena penetrace β -glukanu do lidské epidermis. Po osmi hodinách aplikace proniklo 28 % aplikované látky do epidermis a 4 % do dermis – do vrstvy, která zodpovídá za vznik vrásek. V USA je cca 300 výrobců zabývajících se výrobou β -glukan pro farmaceutický a kosmetický průmysl. Odhadem se vyrábí 3.500 kosmetických výrobků s obsahem těchto biologicky aktivních látek. β -glukany se používají zejména do přípravků po opalování, na denní kosmetiku a jako antioxidant k potlačení vlivu UV záření na lidskou kůži. Zvýšením imunostimulace se současně zvyšuje hydratační efekt, snížení drsnosti kůže, iritace a zeslabování epidermis. Toto působení je popsáno zejména u derivátu - karboxymethyl- β -glukanu.[37]

3.6 Glukany ve veterinární léčbě

Beta glukany jsou obecně velmi dobrým imunostimulátorem v jakémkoli případě, proto se používají i ve veterinárním lékařství. Na našem trhu jsou dostupné např. v sirupu Imunoglukan Plerasan nebo přímo pro zvířata sirup Plerasan. β -glukany se aplikují např. při onemocnění PBFD (Psittacine beak and feather disease), což je virové onemocnění zobáku a peří u papoušků. Toto onemocnění je velmi rozšířené zejména mezi papoušky, kteří pocházejí z Austrálie (amazoňan oranžovokřídý). Terapie spočívá v podpoře imunitního systému papouška, popř. léčbě druhotných bakteriálních nebo plísňových infekcí. Doporučitelná dávka pro ptáky je $10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (přímo do zobákové dutiny nebo na kousek potravy).[62]

3.7 Indikace pro použití beta-(1→3)-D-glukanu

Výše uvedené poznatky ukazují, že beta-glukany jsou vhodné pro:

- osoby s imunodeficiencí jakéhokoliv původu: HIV infekce, vysoký výskyt infekčních onemocnění, zhoubná nádorová onemocnění, imunosupresivní léčba, chemoterapie a radioterapie, osoby starší 40 let, u nichž dochází ke zpomalení některých imunitních reakcí a také jsou vhodné pro seniory
- osoby infikované: virovou infekcí, bakteriální infekcí, plísňovou infekcí, parazitární infekcí.
- osoby s chronickým onemocněním: diabetes mellitus, chronickým zánětem, častými infekcemi
- osoby po expozici záření: UV záření, elektromagnetické pole, radiální záření.
- osoby nevhodně se stravující s nesprávnými stravovacími návyky, větší konzumací potravin s vysokým obsahem konzervačních látek.
- osoby, vykonávající mimořádnou fyzickou a psychickou činnost: profesionální a amatérští sportovci, těžce fyzicky pracující, osoby vystavené kombinaci fyzického a psychického stresu.
- osoby s vysokým rizikem aterosklerózy.

Glukany je tedy možné aplikovat do organismu v různých formách, od roztoků a tablet, podáváním ústy, až po krémy. Glukanové výrobky jsou významnou složkou boje proti stárnutí. Jejich konzumace nahrazuje zdroje epidermu, a tak obnovuje přirozeným způsobem fyziologické funkce, jež aktivují buněčnou činnost. [57]

3.8 Beta-glukany jako prebiotika

Dolní část trávicí soustavy, tlusté střevo, je označována jako klíčový orgán obecně ovlivňující zdraví. Růst a metabolismus řady individuálních bakteriálních druhů osidlujících tlusté střevo závisí především na dostupnosti a vhodnosti substrátů, které ve většině případů pocházejí ze stravy. [30] β-glukany, které jsou nestravitelné v tenkém střevu, ale jsou fermentovány bakteriemi tlustého střeva, jsou prebiotika. [30, 63]

3.9 Nežádoucí účinky beta-glukanů

Převažující imunofarmakologický účinek β -glukanů je pozitivní, nelze však přehlédnout ani určité nepříznivé vedlejší účinky, které tyto látky mají. V současné době je popsáno poměrně málo nežádoucích efektů β -glukanů, nicméně lze předpokládat, že s postupujícím prohlubováním znalostí o širokospektrých účincích těchto látek se tato oblast bude rozšiřovat. V ojedinělých případech byly vyšší dávky makromolekulárních glukanů spojovány s vazodilatací (rozšíření cév). Intramuskulárně podávaný β -glukan působí v místě vpichu zánětlivou reakci a především je tento způsob aplikace značně bolestivý. Samotný fakt, že β -glukan je příčinou vzniku zánětlivé reakce, sebou přináší určité nebezpečí. Fyziologický zánět probíhá v rozsahu i tempu odpovídajícím množství přítomného β -glukanu. Pokud je množství aplikovaného β -glukanu velké, β -glukan je obtížně odbouratelný a je možné, že může dojít k patologickému zánětu s nadměrným tkáňovým poškozením, s přechodem do chronicity, poruchami imunoregulace a rozvojem imunopatologického (např. autoimunitního) procesu. Nejzávažnější hrozbu představuje generalizace zánětlivých dějů s rozvojem šoku a selháním orgánů (multiple organ dysfunction syndrome, MODS); takový případ byl popsán u zymosanu. [57]

3.10 Možné alternativy dalšího výzkumu

Přírodní původ z různých zdrojů, polymerní charakter, způsoby izolace, nerozpustnost nebo omezená rozpustnost preparátů, jejichž frakcionace je pak nereálná, to vše vede k tomu, že každý preparát β -glukanu, je heterogenní. I když v řadě případů heterogenita β -glukanu z hlediska velikosti molekuly, větvení a krystalické nebo amorfní struktury zásadním způsobem nemění účinky β -glukanu, pro seriózní farmakologický výzkum i pro schvalovací řízení je to značnou komplikací. Není divu, že většina preparátů obsahujících β -glukan – aby se tyto komplikace obešly – je zařazena jako potravina pro zvláštní výživu nebo potravní doplněk. Tímto způsobem se ovšem na trh dostává nepřeberné množství různých výrobků, obsahujících větší či menší množství β -glukanu, mnohdy značně pochybného původu, s nejistým účinkem a klamavou reklamou. Problém heterogenity a nestandardnosti různých přírodních β -glukanů na solidní výzkumné úrovni lze řešit různě. Především se naskytá možnost zdokonalování izolačních postupů k získání produktů s co možná úzce vymezeným chemickým složením, a využití moderních metod fyzikálně-chemické analýzy k jejich spolehlivé identifikaci. Další možností je příprava chemicky modifikovaných glu-

kanů, které díky své značné rozpustnosti je možné poměrně úspěšně frakcionovat; u některých takovýchto produktů ale klesá biologická účinnost. V nedávné době se tento problém začal řešit přípravou semisyntetických a syntetických sond, vhodných pro přímý imunologický výzkum. Obecným řešením je navázání krátkých oligomerů glukosy obsahujících β -(1 \rightarrow 3) a β -(1 \rightarrow 6) vazby na polymerní nosič s definovanou velikostí a strukturou. Lze důvodně předpokládat, že takovýto syntetický β -glukan bude interagovat s receptory buněk zodpovědnými za imunitu a vyvolávat analogické reakce, jako β -glukan přirozený; z imunofarmakologického hlediska by jej mohl zcela nahradit. [57]

V poslední době se rovněž prokázalo, že β -glukan může mít významný efekt při profylaxi následků použití biologických zbraní, především nákazy anthraxem. [26]

V roce 2002 byly VĚTVIČKOU a kol. provedeny pokusy na myších, které byly infikovány *Bacillus anthracis*. Byla navržena nespecifická imunitní stimulace pomocí aktivace makrofágů. *Bacillus anthracis* produkuje dva toxiny, edema toxin a letální toxin. Vysoce čistý β -(1 \rightarrow 3)-D-glukan izolovaný z kvasinek *Saccharomyces cerevisiae* je schopen inhibovat do určité míry letální toxin. U myší, kterým byl perorálně podáván β -(1 \rightarrow 3)-D-glukan, byla snížena úmrtnost na antrax. Údaje zjištěné tímto výzkumem jsou pouze předběžné, skutečný účinek musí být potvrzen rozsáhlejší a kontrolovanější studií. Toto je však mezi vědci považováno za velmi důležitou pilotní studii. [64]

4 ANALÝZA BETA-GLUKANŮ

β -glukany mohou být získány mnoha způsoby. Výnos z extrakce závisí především na použité metodě, použitém rozpouštědle a teplotě. Obsah β -glukanů závisí také na plodině a odrůdě, z níž jsou β -glukany stanovovány.

Nejčastěji používanou metodou pro stanovení β -glukanů je enzymatická metoda podle McClearyho (níže podrobněji popsána), která je oficiální metodou AOAC (Method 995.16)

Při analýze β -glukanů mohou být použity následující analytické metody:

- a) Hydrolyza (kyselá, metylační, enzymatická)
- b) Chromatografické metody (kapalinová chromatografie - HPLC, plynová chromatografie - GC)
- c) Kapilární elektroforéza
- d) Spektroskopické metody (nukleární magnetická rezonance (NMR), infračervená spektroskopie (IČS)) [55]
- e) Metoda FIA (průtoková injekční analýza)
- f) Metoda BIOCON
- g) Termická analýza

Strukturu β -glukanů lze stanovit např. pomocí *methylační analýzy*. Byly prokázány vazby charakterizující β -glukany v ječmeni, sladu, houbách a kvasinkách. Poměr vazeb (1 \rightarrow 3), (1 \rightarrow 4) a (1 \rightarrow 6) je rozhodující charakteristikou glukanů z různých zdrojů. V β -glukanech izolovaných z kvasinek *Saccharomyces cerevisiae* nebo hub druhu *Pleurotus ostreatus* bylo ve většině případů prokazatelné větší zastoupení hlavního řetězce, tedy vazeb (1 \rightarrow 3), a vazby (1 \rightarrow 6) byly potvrzeny v menším zastoupení. Na rozdíl od smíšených a lineárních β -glukanů z ječmene dochází u β -glukanů z hub v místě vazby (1 \rightarrow 6) k větvení. [65]

Další metodou, která se používá pro strukturální analýzu polysacharidů je *infračervená spektroskopie* (Fourierova transformace-infračervené (FT-IR) spektroskopie). Je rychlá a umožňuje citlivé konformační analýzy a mapování sacharidů z různých fyzikálních hledisek. FT-IR může být použita ke sledování vývojových a kompozičních změn v buněčných stěnách a je schopna rozlišit

α - a β -konformaci sacharidů. BARBOSA a kol. (2003) studoval β -(1 \rightarrow 3),(1 \rightarrow 6)-D-glukany, obsažené v houbách rodu *Botryosphaeria sp.*

Izolace β -glukanů byla realizována také z rozmixovaných čerstvých hub *Pleurotus ostreatus* tak, aby bylo možné získat frakce β -glukanů. Houbová drť byla postupně extrahována studeným fyziologickým roztokem, horkým fyziologickým roztokem a roztokem hydroxidu (v chladu). Jednotlivé výluhy byly shromažďovány a po dalších očišťovacích postupech lyofilizovány. V jednotlivých frakcích byly sledovány obsahy β -glukanů a proteinů. Dále byla zjišťována rozpustnost jednotlivých izolátů. Poměr obsahu β -glukanů a proteinů byl též orientačně potvrzen pomocí infračervené spektroskopie. Z výsledků vyplývá, že je velmi těžké u vzorků z *Pleurotus ostreatus* oddělit proteiny od β -glukanů. Jednotlivé frakce obsahují různé poměry těchto látek a také velikost molekul je různá. Nejvíce β -glukanů obsahovaly frakce získané alkalickou extrakcí a následně vysrážené při okyselení extraktu na pH 8. Nicméně i tato frakce obsahovala vedle 45 % β -glukanů také 30 % proteinů. [66]

Nukleární magnetická rezonance (NMR) také poskytuje přímé informace o chemické struktuře polysacharidů Tato metoda se používá k získání informací o struktuře molekul, které mají vysokou molární hmotnost. CUI a kol. (2000) použil NMR pro studium struktury β -glukanu v pšenici. [67] MORGAN a kol. (1999) analyzoval strukturu β -glukanu z ječmene rovněž touto metodou. [55]

Analýza sacharidů může být provedena také pomocí *vysokotlaké-kapalinové chromatografie*. Z důvodu chybějících chromoforů v molekule sacharidů, musí být klasifikace jednotlivých komponent dosažena fluorescencí nebo detekcí absorpance po derivatizaci sacharidu nebo musí být provedena detekce indexu lomu pomocí RP-HPLC. Metoda stanovení β -glukanu ječmene pomocí HPLC je ve vývoji. β -glukany jsou hydrolyzovány enzymem lichenasou z *Bacillus subtilis* na oligosacharidy, které byly analyzovány pomocí RP-HPLC s použitím vody jako mobilní fáze. Metoda HPLC umožňuje stanovení glukanů se stejnou přesností jako stanovení enzymovými metodami nebo metodou FIA-Calcofluor. [68]

Pro stanovení obsahu β -glukanů v zrninách (ječmen), sladu a sladině se používají především srážecí metody, fluorimetrické metody a fluorimetrické metody s aplikací FIA (Flow Injection Analysis – průtoková injekční analýza). Metodu FIA vymyslel a uvedl do praxe Čech, profesor Jaromír Růžička z USA se svým kolegou, dánským profesorem Elo Hansenem v roce 1975. Průto-

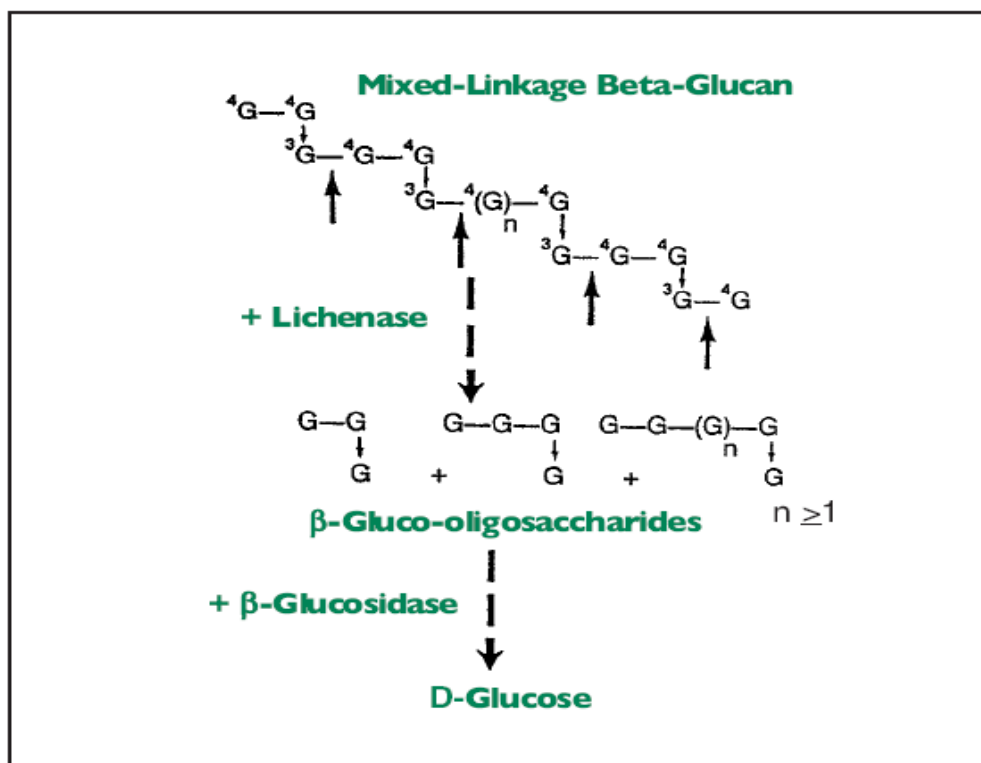
ková injekční analýza (FIA) je založena na vstřikování kapalného vzorku do pohyblivého, nerozděleného nepřetržitého proudu vhodné transportní tekutiny. Injektovaný vzorek tvoří zóny, které jsou pak dopraveny na detektor, který nepřetržitě zaznamenává změny absorbance nebo další fyzikální parametry vyplývající z průchodu vzorku materiálem. Tato metoda je založena na vzniku komplexu β -glukanu s barvivem Calcofluor White M2R New. Následně dojde ke zvýšení fluorescenční intenzity barviva a ta je změřena spektrofluorimetrem. Tato metoda je v praxi využívána například Výzkumným ústavem pivovarským a sladařským v Brně. Je identifikována pod číslem 2410 (dle EBC 8.13.2). [69]

Metoda Biocon vychází z principu použití bakteriálního enzymu lichenasy, jehož producentem je *Bacillus subtilis*. Po chemické stránce je lichenasa β -(1 \rightarrow 3),(1 \rightarrow 4)-D-glukanasa (EC 3.2.1.73). Produkty, vznikající působením lichenasy, jsou dále štěpeny enzymem β -glukosidasou na glukosu, která se stanoví enzymaticky. Tato zkušební metoda je identifikována jako 2420 (dle EBC 8.13.1).

Polysacharidy a jejich deriváty mohou být rozlišeny *termickou analýzou* podle rozdílného mechanismu jejich rozkladu. Termická analýza je obecné označení pro skupinu experimentálních metod, při nichž se měří teplotní závislost nějaké fyzikální veličiny zkoumané látky. K základní termoanalytické metodě patří termogravimetrie (TG). TG je metoda, při které se plynule zaznamenává hmotnost vzorku zkoumané látky jako funkce teploty nebo času během jeho ohřevu nebo ochlazování kontrolovanou rychlostí, někdy se sleduje změna hmotnosti jako funkce času za izotermních podmínek. TG analýza prokázala významné rozdíly v termostabilitě vzorků β -glukanů. Získané výsledky potvrdily, že TG může být užitečným nástrojem při analýze β -glukanů z různých zdrojů, protože mechanismus tepelného rozkladu závisí na zdroji, molekulární hmotnosti a struktuře těchto polysacharidů. [70]

Enzymatické stanovení β -glukanů s vazbami (1 \rightarrow 3),(1 \rightarrow 4). Metoda vychází z McClearyho metody a metod AACC 32-23, AOAC 995.16, EBC 3.11, 4.16, 8.11.1 a ICC Standard Method No.166. Jedná se o specifické stanovení β -(1 \rightarrow 3)(1 \rightarrow 4)-D-glukanu. Metoda stanovení je velmi přesná, spolehlivá a praktická. Byla adaptována na měření obsahu β -glukanů v ječmeni, sladu, mladině, pivu, ovsu a ovesných produktech. Princip metody spočívá v hydrataci vzorků v tlumivém roztoku (pufru) o pH 6,5, dále inkubaci čistou lichenasou a následně filtraci. Poté je alikvotní podíl filtrátu hydrolyzován β -glukosidasou (enzym izolovaný z *Aspergillus niger*). [71]

(Princip stanovení je schematicky znázorněn na Obr.16) Po přidavku reakčního pufru GOPOD se změří absorbance při vlnové délce 510 nm.[72]



Obr. 16: Princip stanovení β -glukanů s kombinovanými vazbami [72]

Metoda byla použita pro stanovení obsahu β -glukanů v letech 2001-2002 v Turecku, kde byly mezi sebou porovnávány vzorky ječmene (*Hordeum vulgaria*), fazolí, lesknice kanárské (*Tropaeolum peregrinum*), kukuřice seté (*Zea mays*), čočky (*Lens culinaris*), lnu setého (*Linum usitatissimum*), prosa (*Panicum miliaceum*), ovsa (*Avena sativa*), hrachu, rýže, žita (*Secale cereale*), špaldy, jarní a ozimé pšenice.[71]

Tabulka 8 (viz Příloha VII) ukazuje výsledky měření, kde bylo porovnáváno těchto 14 obilovin. Nejvyšší hodnoty β -glukanů byly zjištěny u ovsa (3,9 – 5,7 %). Naopak nejnižší obsah β -glukanů byl ve vzorku lněných semen (0,3 – 0,7 %).[71]

5 METODY STANOVENÍ VLÁKNINY

5.1 Vývoj a historie metod pro stanovení vlákniny

Neexistuje jediná metoda, kterou by bylo možné stanovit všechny chemické a nutriční komponenty vlákniny v potravě. Analytické metody a techniky se i nadále inovují a to vede ke zlepšení přesnosti, rychlosti a nákladové efektivity metod.[73] První myšlenkou, jak stanovit vlákninu v potravě byla představa, že fyzikálně-chemickým procesem lze oddělit složku nestrávitelnou od složky stravitelné. První vědecké pokusy stanovit vlákninu sahají do počátku 19. století. Konkrétně roku 1806, kdy H. Einhof provedl kyselou a zásaditou hydrolyzu při stanovení vlákniny v krmivu pro zvířata. Na výsledky jeho práce navázal v roce 1814 H. Davy, který vlákninu izoloval varem ve vodě za přídavku alkoholu. Metoda podle Schulzeho z roku 1857 spočívala v použití kombinace různých koncentrací kyseliny dusičné s malým množstvím chlorečnanu draselného. Oxidační hydrolyza probíhala již při pokojové teplotě. Existuje ovšem mnoho variant Schulzeho metod.[82] Metoda, kterou navrhli W. Henneberg a F. Stohmann roku 1860, se rozšířila celosvětově. Princip spočívá v tom, že zhomogenizovaný vzorek se hydrolyzuje kyselinou sírovou (1,25%), směs se uvede do varu a poté se odfiltrované nerozpuštěné části hydrolyzují za varu hydroxidem draselným (1,25%).[83] K oxidační metodě se roku 1931 vrátili K. Scharrer a K. Kürschner. Tato se jevila časově méně náročná a poskytovala velmi podobné výsledky jako u metody podle W. Henneberga a F. Stohmanna. Na začátku šedesátých let minulého století byla snaha inovovat analytické metody a hledat takové, které by lépe identifikovaly strukturní komponenty vlákniny.[46] Pokud se týká dalšího vývoje metod, lze jej rozdělit do několika směrů:

a) využití detergentů pro oddělení základních složek vlákniny

Roku 1960 Peter Van Soest a Wine, kteří se zabývali studiem nutriční hodnoty krmiv pro zvířata, zavedli pojmy neutrálně-detergentní vláknina (NDF), acido-detergentní vláknina (ADF) a acido-detergentní lignin (ADL), na základě oddělení jednotlivých komponent buněčných stěn od buněčného obsahu.[4] Metoda byla založena na hydrolyze za varu v pufovaném neutrálním roztoku detergentu laurylsulfátu sodného. Po hydrolyze v prostředí detergentu zůstala neutrálně-detergentní vláknina, acido-detergentní lignin je zůstatek buněčných stěn, získaný hydrolyzou zbytku po stanovení ADF kyselinou sírovou za studena, čímž je ze vzorku odstraněna celuloza.



Obr. 17: Přístroj firmy O.K. Servis BioPro ke stanovení vlákniny [74]

b) postupy, jež vedou k získání chemicky definovaných komponent vlákniny

Roku 1969 D. A. T. Southgate rozložil „hrubou vlákninu“ pomocí chemických, enzymatických a fyzikálních metod na jednotlivé fáze o částečně známém chemickém složení. Kombinací i s jinými metodami (gravimetrické, chromatografické) se jednotlivé fáze mohly oddělit na strukturální komponenty (monosacharidy, lignin, kutin ...atd). Protože analytické postupy byly poměrně náročné, komplikované a nákladné, do se praxe výrazným způsobem nerozšířily. Roku 1982 byla Southgateova metoda P. Amanem zjednodušena a na stanovení strukturálních monosacharidů použita plynová chromatografie.

c) použití enzymů

V roce 1984 L. Prosky a Lee vyvinuli enzymatickou metodu na stanovení tzv. celkové vlákniny potravy (TDF-Total Dietary Fiber). Princip je založen na rozpuštění sacharidů etylalkoholem, odstranění škrobu pomocí proteasy. V současné době lze již vyrobit velmi čisté preparáty, které zajišťují vysokou selektivitu, proto začínají enzymy pronikat do chemických metod (α -amylasa při stanovení NDF). Díky tomu se stává použití enzymů velmi atraktivní. Jiná metoda, která byla přijata AOAC pro stanovení TDF, je založena na testech pro složky TDF - neutrální cukry, rezidua uronové kyseliny a lignin (45.4.11 AOAC). Tento postup je často označován jako metoda Uppsala. Škrob je odstraněn enzymaticky a rozpustné polymery se srážejí 80% etanolem (w/w).[76]

5.2 Metody stanovení vlákniny v potravě

Prozatím neexistuje ideální metoda ke stanovení vlákniny, která by poskytovala komplexní kvantitativní i kvalitativní výsledky a současně byla rychlá, levná a jednoduchá. Metody analýzy se stále zdokonalují a při výběru metod je podstatné brát v úvahu účel stanovení, složení výrobku, vybavení laboratoře, finanční a časovou náročnost.

Ke stanovení vlákniny se využívá několik typů metod. Tyto metody mohou být rozděleny na:

1. Enzymaticky-gravimetrické (metody AOAC 985.29, 991.43, 992.16, 993.21)
2. Neenzymaticky-gravimetrické (Výsledky stanovení vlákniny touto metodou nebyly uspokojivé, proto dnes není tato metoda příliš rozšířena.)
3. Englystovu metodu (Enzymatické odstranění škrobu s následným stanovením neškrobových polysacharidů. Englystova metoda se nepoužívá celosvětově, proto ji nelze použít pro rutinní analýzu.)
4. Enzymatické (stanovení rozpustné vlákniny, β -glukany)
 - a) Kolorimetrická metoda
 - b) GC/HPLC [73,75]

Všechny výše uvedené metody jsou založeny na technikách AOAC. Výhodou těchto metod je, že se používají na celém světě, lze je snadno používat v praxi, dávají relativně uspokojivé výsledky u potravin, které neobsahují ani přidané nestravitelné oligosacharidy (např. FOS) ani rezistentní škrob (RS; zejména ten, který není stanoven AOAC metodou: RS1 a 2). [73]

6 PŘEHLED VÝROBKŮ NA BÁZI VLÁKNINY V TRŽNÍ SÍTI ČR

Výrobky obohacené vlákninou jsou v poslední době trendem mezi spotřebiteli i výrobci. Jak již bylo uvedeno výše, vláknina se přirozeně vyskytuje v potravinách rostlinného původu. Pro člověka jsou kromě přírodních zdrojů na trhu dostupné vlákninové preparáty. Technologický výzkum se zabývá možností aplikace vlákninových preparátů do pekařských či masných výrobků a to např. i za účelem snížení obsahu tuku.

Na vlákninové preparáty je možné zpracovat některé vedlejší produkty, vznikající při zpracování ovoce a zeleniny. Jako příklad je možné jmenovat vlákninu z jablek, sušenou pomerančovou či citrónovou dřev aj. Komerčně jsou dostupné preparáty nerozpustné vlákniny na bázi celulosy, především prášková a mikrokrytalická.

Vláknina v potravinách nejen pomáhá udržovat správnou funkci trávicího ústrojí, ale zlepšuje také technologické a sensorické vlastnosti.

Na nedostatečný příjem vlákniny v potravě reagovali výrobci potravin obohacováním potravin vlákninou. Čeští výrobci se snaží orientovat na fortifikaci svých produktů vlákninou, ale ve výrobě doplňků stravy stále převažují zahraniční výrobci. Ze světových výzkumů dále vyplývá, že vyspělé státy se více orientují na nové trendy ve vývoji a využití nových typů vlákniny než ČR.[77]

Na základě průzkumu tržní sítě byl zpracovaný seznam výrobků na bázi vlákniny, které jsou k dostání na spotřebitelském trhu. Vzhledem k široké škále nabízených výrobků na bázi vlákniny na trhu, byl průzkum zaměřen pouze na produkty, pocházející od českých výrobců.



Název výrobku: Vláknina

Výrobce: Walmark (Česká republika)

Charakteristika výrobku: Jedná se o přírodní produkt vlákninového komplexu ve formě tablet, který je složen z ovesné vlákniny, ovesných otruby, rýžových otrub, ječných otrub, kukuřičných otrub, pšeničných. Výrobce udává, že obsah vlákniny v každé tabletě je 750 mg.



Název výrobku: Vlákna pro děti

Výrobce: ASP CZECH s.r.o. (Česká republika)

Charakteristika výrobku: Výrobek obsahuje ovesný β -glukan, inulin z kořene čekanky, arabskou, xantanovou a guarovou gumu, probiotické kultury: *Bifidobacterium brevis*, *Bifidobacterium infantis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Streptococcus thermophilus*. Výrobek je vhodný pro děti.

Název výrobku: Vlákna

Výrobce: MEDI-AP Pharma s.r.o. (Česká republika, Slušovice)

Charakteristika výrobku: Jedná se o doplněk stravy ve formě tablet. V každé tabletě je obsažena přírodní jablečná vláknina o hmotnosti 0,35 g. Jablečná vláknina je účinná při snižování nežádoucích změn ve střevě a podporuje dobré trávení.



Název výrobku: Vlákna s lecitinem

Výrobce: VitaHarmony s.r.o. (Česká republika, Brno)

Charakteristika výrobku: Žvýkácká vláknina s příchutí čokolády a s přísadkou lecitinu. Přípravek je vhodný pro podporu trávení a pročistění organismu. Žvýkácké tablety jsou slazené fruktosou, obsahují ovesné otruby, rostlinnou vlákninu a syrovátkové bílkoviny.

Název výrobku: Psyllium

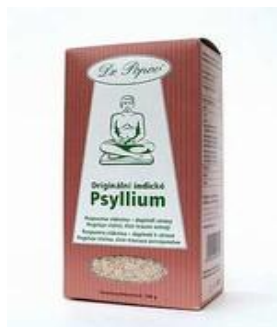
Výrobce: Dr. Popov s.r.o., Megafyt – R spol. s.r.o (Česká republika, Vraná nad Vltavou), ASP-CZECH s.r.o. (Česká republika)

Charakteristika výrobku: Psyllium je rostlina známá pod českým názvem jitrocel indický (*Plantago psyllium*, *Ispaghula*) a přirozeně roste v Íránu nebo Indii. Stvoly jsou po odkvětu tvořeny malými semínky, jež jsou krytá slupkou. Právě tato slupka je bohatým zdrojem vlákniny (ve 100 g psyllia je obsaženo až 84 g rozpustné vlákniny). Tuto vlákninu tvoří glykosidy a rostlinný sliz, který velmi příznivě působí na trávicí ústrojí. Indové si jsou účinky této rostliny dobře vědomi, v tradiční medicíně se užívá již přes 2000 let.



Obr. 18 Jitrocel indický (*Plantago psyllium*)

Malé množství psyllia je možné najít také v cereáliích. Na trhu je možné setkat se také s pekařskými výrobky či speciálními sušenkami, do nichž se psyllium přidává. Psyllium je svými vlastnostmi řazeno mezi rozpustnou vlákninu. Mechanicky napomáhá ke snadnému a rychlému vyprazdňování stolice z těla. Vzniklý gel má tišící účinky na stěny žaludku a střev, absorbuje odpadní látky a jedovaté toxiny uvolněné hnilobnými bakteriemi. Psyllium nahrazuje chemicky působící projímadla s negativními vedlejšími účinky, je vhodné jako doplněk redukční diety i pro diabetiky. Účinně reguluje hladinu cholesterolu v krvi. Psyllium není návyková látka.[45, 80] Na trhu lze najít psyllium v mnoha formách: např. jako kapsle (v čisté podobě nebo s ovocnými příchutěmi), lisované tyčinky, rozemletý rozpustný prášek, sušenky ochucené psylliem. Výrobky z jitrocele indického se na trhu prodávají pod různými názvy jako Psyllium, Psyllicol, Bificol, Ispaghula.



Název výrobku: Zajíc – sójový nápoj

Výrobce: MOGADOR, s.r.o. (Česká republika, Otrokovice)

Charakteristika výrobku: Sójový nápoj s vlákninou *Zajíc* vyniká nejen složením sojového nápoje, ale hlavní jeho předností je, že obsahuje kvalitní rozpustnou vlákninu z čekanky obecné (inulin).

Název výrobku: Čiperka

Výrobce: Goldim s.r.o. (Česká republika, Soběslav)

Charakteristika výrobku: Granulovaný dětský čaj *Čiperka posilující* s prebiotickou vlákninou je určen pro doplňování pitného režimu kojenců a malých dětí. Čaj obsahuje inulin, borůvkovou dřev a extrakty z jahodníku a ibišku.



Název výrobku: Oves Milk

Výrobce: ASP CZECH s.r.o. (Česká republika)

Charakteristika výrobku: *Oves Milk* je rostlinný produkt, který má vysokou biologickou hodnotu. Oves Milk blahodárně působí na celý



trávicí trakt a významně napomáhá v prevenci proti rakovině tlustého střeva. Kromě vysokého množství vlákniny obsahuje také vitaminy (A, D, E, B₁). Díky přítomnosti β -glukanů napomáhá ke snížení cholesterolu v krvi.



Název výrobku: OK sladidlo

Výrobce: Natural Medicaments, s.r.o. (Česká republika, Chrudim)

Charakteristika výrobku: Stolní sladidlo *OK s vlákninou* obsahuje sukralosu, rozpustnou rostlinnou vlákninu a kyselinu listovou. Rozpustné vlákniny

(obilná a z kořene čekanky) mají pozitivní vliv na snižování cholesterolu a ochranu cévního systému. Spojení sladidla a rozpustné vlákniny pomáhá zejména u dětí, při snižování energetického příjmu a snižování závislosti na sladkém. Ok sladidlo s rozpustnou vlákninou je velmi dobře rozpustné a lze jej použít u nápojů, ale i jako náhrada cukru při přípravě pokrmů.

Název výrobku: OK horká malina

Výrobce: Natural Medicaments, s.r.o. (Česká republika, Chrudim)

Charakteristika výrobku: *OK horká malina s vlákninou* je zdravý a chutný horký nápoj v tabletách, vhodný na pitný režim. Nápoj s extraktem zeleného čaje, obohacený o rozpustnou vlákninu a celé spektrum vitamínů s dostatečnou denní dávkou vitamínu C. Výrobek dále obsahuje šípkový extrakt a důležitý biogenní prvek jod. Horký nápoj je určen především pro konzumaci v chladných dnech. 1 tableta obsahuje 73 mg rozpustné vlákniny.



Název výrobku: Rýžová vláknina

Výrobce: ASP CZECH s.r.o. (Česká republika)

Charakteristika výrobku: Rýžová vláknina je vhodná pro bezlepkovou stravu, je bohatá na vitaminy skupiny B a má vysoký obsah antioxidantů.

Název výrobku: Vlákna

Výrobce: Miss Cosmetic, s.r.o. (Česká republika, Ostrava)

Charakteristika výrobku: Obsahuje složky rozpustné i nerozpustné vlákniny, výtažky z mořských řas (algináty) a výtažky kaktusové vlákniny z *Opuntia*

Název výrobku: UniLakt

Výrobce: HM Harmonie, s.r.o. (Česká republika, Praha)



Charakteristika výrobku: Vlákniňový komplexní přípravek UniLakt obsahuje pektin, probiotické bakterie *Enterococcus faecium*, sladkovodní řasu *Chlorella*, vitamin C a skořici. Jeho významné složení posiluje imunitní systém, normalizuje činnost žaludku, pomáhá snížit hladinu cholesterolu a cukru v krvi, upravuje pravidelnost stolice a užívá se při hemoroidech.

Název výrobku: Kukuřičné lupínky

Výrobce: Bio – Life, s.r.o. (Česká republika, Pardubice)

Charakteristika výrobku: Kukuřičné lupínky neobsahují sůl, cukr, lepek, přídavné látky ani přídavná sladidla. Obsahuje kukuřičnou vlákninu, hořčík, fosfor, draslík a železo.



Název výrobku: LYCKEBY PM 50

Výrobce: Lyckeby Amylex, a.s. (Česká republika)

Charakteristika výrobku: Další produkt, nově dodávaný na trh, je LYCKEBY PM 50. Vyrábí se na bázi bramborové vlákniny a dalších funkčních přísad. Má vysokou schopnost vázat vodu a želatinizuje při teplotách grilování. Byl vyvinut pro zlepšení šťavnatosti a ekonomiky grilovaných kuřat. Použití tohoto výrobku je velmi jednoduché, neboť se dobře rozmíchává v láku a je možné jej používat v různých úrovních nástřiku E 1420.



7 PŘEHLED VÝROBKŮ NA BÁZI BETA-GLUKANŮ

Na základě průzkumu tržní sítě byl zpracovaný přehled výrobků na bázi β -glukanů, které jsou k dostání na spotřebitelském trhu.

Ve Švédsku byl uveden na trh nový výrobek – nízkotučný jogurt v 200ml balení s müsli ve vrchní části kelímku. Müsli obsahuje 4 g ovesných β -glukanů ne jednu porci. Příznivý vliv jogurtu a müsli s obsahem β -glukanů, zařazeného jako součást přesnídávky, na hladinu krevního cukru a inzulínovou odezvu byl prokázán klinickou studií, prováděnou na univerzitě v Lundu. Testovaná přesnídávka s β -glukany významně snižovala, v porovnání s kontrolním vzorkem, hladinu krevního cukru a inzulínovou odezvu, konkrétně o 36 %.[30]

Významného snížení plazmových LDL-cholesterolu se může docílit denní konzumací zhruba 3 g β -glukanů. Snížení píku krevní glukózy o 30-50 % se může dosáhnout v případě, že β -glukany tvoří 8-10 % sacharidů v potravine. Zdravotní tvrzení pro β -glukany jsou doložena vědeckým výsledky. Schválená zdravotní tvrzení se v jednotlivých zemích liší, v současné době jsou pro β -glukany povolena v USA, Velké Británii a Švédsku. [30]



Název výrobku: Imunoglukan

Výrobce: Pleuran, spol. s r.o. (Slovenská republika, Bratislava)

Charakteristika výrobku: Imunoglukan sirup doplněk stravy s β -(1 \rightarrow 3)(1 \rightarrow 6)-D-glukanem a vitamínem C. Posiluje obranyschopnost organismu je vhodný pro osoby se sklonek k opakovaným infekcím a pro osoby citlivé na alergy, na stavy vyčerpání a psychickou a fyzickou zátěž.



Název výrobku: Unimilk Imunoaktiv

Výrobce: CB Soft s.r.o., (Slovenská republika, Skalica)

Charakteristika výrobku: Unimilk Imunoaktiv jsou tablety z kozího mléka obohacené o β -glukan. Pro své složení je unikátní při stavech, vyžadujících podporu imunitního systému (onkologická onemocnění, chemoterapeutická léčba, gynekologická a kardio-vaskulární onemocnění).

Název výrobku: ApiGlukan

Výrobce: Václav Grulich & syn (Česká republika, Sedloňov)

Charakteristika výrobku: Výrobek je určen pro osoby se sníženou imunitou, oslabeným organismem a infekcemi (angínou, chřipkou, nachlazením) a alergiemi, pro osoby trpící vředovým onemocněním. Výrobek mohou užívat i těhotné ženy. Výrobek obsahuje med, fruktosu a β -glukan (ve 100 g výrobku ApiGlukanu je osaženo 0,025 g β -glukanu).



Název výrobku: VitaGlukan

Výrobce: Virde, spol, s.r.o (Česká republika, Holasovice)

Charakteristika výrobku: Výrobky VitaGlukan Forte obsahují přírodní biologickou formu β -(1 \rightarrow 3)-D-glukanu získaného z hlívy ústřičné speciální extrakční metodou za studena. Produkty VitaGlukan Forte lze koupit v tabletovém, tekutém a gelovém stavu. Výrobek VitaGlukan Forte JUNIOR je navíc obohacen vitamínem C.



Název výrobku: Imunocare

Výrobce: Brainway INC, s.r.o (Česká republika, Praha)

Charakteristika výrobku: Čistý výtažek β -(1 \rightarrow 3)-D-glukanu

(> 99%) z kvasinek *Saccharomyces cerevisiae*.



Název výrobku: beta-glukan

Výrobce: ASP-CZECH s.r.o. (Česká republika)

Charakteristika výrobku: Výrobek obsahuje sušený extrakt ovesného β -glukanu.

Název výrobku: Glukanovka

Výrobce: Medinamis, s.r.o.

Charakteristika výrobku: Glukanovka je alkoholický nápoj obsahující extrakt hlívy ústříčné a bylinný macerát, koření. Obsahuje 16 % alkoholu.



Název výrobku: Beta-extrakt

Výrobce: PERFEKTRA, s.r.o (Česká republika, Dobruška)

Charakteristika výrobku: Výrobek Beta-extrakt černý zázrak s meduňkou je složen z třtinové melasy, β -glukanu, a přírodního rostlinného výtažku z meduňky lékařské (*Melissa officinalis*)

Název výrobku: Glukanky

Výrobce: Natures, s.r.o (Slovenská republika, Trnava)

Charakteristika výrobku: Glukanky jsou pastilky obohacené β -glukanem určené především pro děti. Na trhu jsou k dostání v několika příchutích jahodové, citrónové, ovocné, pomerančové.



Název výrobku: Kombucha wonder drink

Výrobce: např. STEVIKOM, s.r.o (Česká republika, Praha)

Charakteristika výrobku: Kombucha – čajová houba je symbiotické společenství z několika druhů kvasinek rodu *Saccharomyces cerevisiae*, *Bacterium xylium*, *Acetobacter* aj. Protože kombucha obsahuje kvasinky *Saccharomyces*, druh *Saccharomyces pombe*, je velmi pravděpodobné, že kvasinky produkují do čaje rovněž látky glukanového typu. Kombuchový čaj je vhodný pro úpravu imunity.



Název výrobku: Modifilan

Výrobce: ProHealth Solutions, s.r.o (USA)

Charakteristika výrobku: Extrakt z hnědých řas, obsahující β -glukan laminarin (z řasy *Laminaria japonica*).

Název výrobku: Rehmania Endurance 150T

Výrobce: Planetary Herbals, s.r.o



Charakteristika výrobku: Výrobek Rehmania Endurance 150T obsahuje výtažky houby pórnatky kokosové (*Poria cocos*), která je zdrojem β -glukanu pachymanu.



Název výrobku: TRIUMF PORLICO

Výrobce: GQ 100, s.r.o (Česká republika, Prachovice)

Charakteristika výrobku: Chléb TRIUMF PORLICO se složkami hlívy ústříčné, byl na trh uveden v roce 2008. Výrobek obsahuje směs minerálů draslík, hořčík a železo, vitamínu A, C a skupiny B. Jedná se o ojedinělý výrobek na českém trhu.

Název výrobku: Cordyceps sinensis

Výrobce: Kunming Dali Industry & Trade Co (Čína)

Charakteristika výrobku: Výtažky houby Housenice čínské mají antibiotické účinky, působí proti bakteriím včetně pneumokoků a streptokoků. Má všestranné regenerační účinky, umožňuje lépe snášet ozařování a chemoterapii, působí protizánětlivě. Zlepšuje prokrvení organismu a tím zvyšuje schopnost odolávat únavě.



Název výrobku: ELEUTEROCOCC-extrakt

Výrobce: Cosmetics ATOK International, s.r.o. (Česká republika, Ústí nad Labem)

Charakteristika výrobku: Produkt ELEUTEROCOCC-kořen z tajgy s beta-glukanem má bylinnou a mírně nahořklou chuť. Pro celkové pročištění organismu a podporu imunitního systému je doporučováno užívat tento extrakt 3-krát denně (15-30 kapek) po dobu několika měsíců.



ZÁVĚR

Pod pojmem vláknina se rozumí jedlá část rostlin, která je rezistentní k trávení vstřebávání v tenkém střevě s úplnou nebo částečnou fermentací v tlustém střevě. Vláknina má ve výživě člověka nezastupitelnou úlohu. Celosvětový výzkum odhalil, že vláknina má prověřené schopnosti regulovat tělesnou hmotnost a hladinu energie a dokáže snižovat výskyt závažných onemocnění, jako jsou srdeční nemoci, některé druhy rakoviny a cukrovku. Podle rozpustnosti vlákniny ve vodě, je možné ji dělit na nerozpustnou a rozpustnou. β -glukany jsou částečně rozpustnou a částečně nerozpustnou složkou vlákniny. Nejvýznamnější jsou polymery glukosy s lineární molekulou obsahující β -(1 \rightarrow 3)-D-glykosidové vazby, případně s větvenou molekulou, obsahující navíc ještě postranní řetězce, vázané (1 \rightarrow 6) nebo (1 \rightarrow 4) - β -D-glykosidovými vazbami. Skupina těchto polysacharidů je označována společným názvem β -glukany. Významné fyziologické účinky jsou důvodem, proč je β -glukanům v posledních letech věnováno tolik pozornosti. Zájem se objevil do slova po celém světě a za posledních dvacet let patří glukany mezi nejvíce studované imunomodulátory. β -glukany se staly téměř módní záležitostí, k čemuž jistě přispěla jejich významná vlastnost – nízká až zanedbatelná toxicita, což se o řadě dalších imunomodulátorů nedá tvrdit. Hlavní fyziologické aktivity β -glukanů zahrnují zvýšení odolnosti hostitele vůči virovým, bakteriálním, fungálním a parazitárním infekcím. Glukany vykazují protinádorový efekt, prevenci karcinogeneze, radioprotektivní účinky. Nejvýznamnější vlastností β -(1 \rightarrow 3)-D-glukanů je schopnost posilovat imunitní systém a inhibovat růst nebezpečných nádorů. Byl testován jejich účinek na nejružnější onemocnění – infekce, choroby z ozáření, velkou psychickou zátěž. Výtažek z hub β -glukan-sulfát byl dokonce japonskými vědci označen za prostředek, účinnější při léčbě AIDS než dosud používaný lék s názvem AZT. Významným zdrojem glukanů jsou obiloviny (ječmen, oves), kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* a řada jedlých hub (například i u nás populární hlíva ústřičná). V některých zemích (Japonsko, USA) jsou již klinicky využívány fugální β -glukany (lentinan, schizophyllan) při léčbě rakoviny. Kvasničný β -glukan je schopný absorbovat některé mykotoxiny (aflatoxin B1, ochratoxin, patulin). V posledních letech jsou rovněž prováděny výzkumy efektu β -glukanu jako ochrany před použitím biologických zbraní, především nákazy anthraxem. V centrálním nervovém systému β -glukany aktivují buňky, které hrají významnou úlohu např. při ochraně před onemocněním typu Alzheimerovy nemoci. V tržní síti existuje velmi pestrá škála výrobků obsahujících β -glukany. Tyto výrobky lze zakoupit ve formě kapslí, tablet, bonbonů, pastilek,

tekutých roztoků či gelů. Úplnou novinkou je například chléb s obsahem β -glukanů z hlívy ústříčné od české firmy GQ 100.

Z hlediska výzkumu β -glukany mají tedy velmi dobré vyhlídky do budoucna a dá se říci, že jsou a budou významnou a doposud ničím nenahraditelnou složkou potravy člověka.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KUNOVÁ, V., *Zdravá výživa*. Grada, 1.vydání, Praha 2004, 136 str., ISBN 80-247-0736-5
- [2] ZAMRAZILOVÁ, E., *Vláknina potravy – význam ve výživě a v klinické medicíně*. Avicenum, 1. vydání, Praha 1989, 39 str., ISBN 08-092-89
- [3] KIRIYAMA, S., EBHARA, K., IKEGAMI, S., INNAMI, S., KATAYAMA, Y., TAKEHISA, F. *Searching for the Definition, Terminology and Classification of Dietary Fiber and the New Proposal from Japan.*, J. Jpn. Assoc. Dietary Fiber Res. Vol. 10, No.1, 2006
- [4] Team of Authors, *Proposed Definition of Dietary Fiber*, Food and Nutrition Board, INSTITUTE OF MEDICINE, NATIONAL ACADEMY PRESS, Washington, D.C., 2001, 79 str. ISBN 0-309-07564-5
- [5] Směrnice komise 100/2008/ES ze dne 28. října 2008, kterou se mění směrnice Rady 90/496/EHS o nutričním označování potravin, pokud jde o doporučené denní dávky, převodní faktory pro energetickou hodnotu a definice
- [6] Vyhláška 450/2004 Sb. ze dne 21. července 2004 o označování výživové hodnoty potravin
- [7] BENEŠOVÁ, L., *Potravinářství 91.*, Středisko potravinových informací Výzkumného ústavu potravinářského, 1.vydání, Praha, 1991, str. 59-81, ISBN 80-85120-26-7
- [8] Portál o zdravém životním stylu [online] [cit. 25.3..2009], dostupný z World Wide Web: <http://www.dietsite.com>
- [9] VELÍŠEK, J.:*Chemie potravin 1*. OSSIS, 1.vydání. Tábor 1999, 352 str, ISBN 80-902391-3-7
- [10] ODSTRČIL, J., ODSTRČILOVÁ, M., *Chemie potravin*. Národní centrum ošetrovatelství nelékařských zdravotních oborů, Brno 2006, 1.vydání, 164 str., ISBN 80-7013-435-6
- [11] MÜLEROVÁ, D.: *Zdravá výživa a prevence civilizačních nemocí ve schématech*, TRITON, 1. vydání, Praha 2003, 99.str., ISBN 80-7254-421-7

- [12] PIGHIOVÁ, G. *Die Cholesterin Zwei- Monatkur*, Ausburg, 1998, Midena, 128 str., ISBN 80-7202-575-9
- [13] PAMPLONA – ROGER, G.D.: *Healthy Foods*, New Start, 1.vydání, Spain, 2004, 385 str., ISBN 80-7172-542-0
- [14] HIGDON, J., LUPTON, R. J., ALLEN, W.W., *Nutrition*. Linus Pauling Institute Oregon State University, 2004-2009 Linus Pauling Institute
- [15] ANDERSON, J., PERRYMAN, S., L.YOUNG, PRIOR, S.: *Dietary Fiber*. Colorado State University, U. S. Department of Agriculture, 2008, no. 9.333, dostupný z World Wide Web: <http://www.ext.colostate.edu/pubs/foodnut/09333.html#top>
- [16] Internetová encyklopedie Seznam [online] [cit. 18. 4. 2009], dostupný z World Wide Web: <http://encyklopedie.seznam.cz/heslo/490379-vlaknina>
- [17] BLATTNÁ, J., DOSTÁLOVÁ, J., PERLÍN, C., TLÁSKAL, P.: *Výživa na začátku 21. století*. Nadace NutriVIT, 1.vydání, Praha 2005, 79str., ISBN 80-239-6202-7
- [18] Internetová stránka MuDr. Zbyňka Mlčocha - rakovina tlustého střeva – zdravá sliznice [online] [cit. 4. 5. 2009], dostupný z World Wide Web: http://www.zbynekmlcoch.cz/info/ostatni_obory/index.php
- [19] Rakovina tlustého střeva [online] [cit.4.5.2009], dostupný z World Wide Web: <http://www.osel.cz/soubory/358/5.jpg>
- [20] VYZULA, R., ŽALOUDEK, J., *Rakovina tlustého střeva a konečníku*. 1.vydání, Praha: Maxdorf, 2007, 287 str., ISBN 978-80-7345-140-0
- [21] Ústav zdravotnických informací a statistiky [online] [cit. 26. 4. 2009], dostupný z World Wide Web: www.cba.minu/svod [zdroj dat ÚZIS ČR]
- [22] FOŘT, P., *Zdravá výživa nejen pro ženy*. Pragma, Praha 1999, 1. vydání, 394 str., ISBN 80-7205-722-7
- [23] KALÁČ, P.: *Funkční potraviny – kroky ke zdraví*, DONA, 1. vydání, České Budějovice 2003, 131 str., ISBN 80-7322-029-6

- [24] SOBOTKA, L., ALLISON, S., FURST, P., *Basics in clinical nutrition.*, 2. vydání, Galén, Praha 2000, 300 str., ISBN 80-7262-070-3
- [25] FRÜHAUF, P., *Vláknina v dětské výživě*. *Pediatric pro praxi* 1/2007, Praha, Klinika dětského a dorostového lékařství, strany 12-16
- [26] NOVÁK, M.: *β -glukany, historie a současnost*. *Chemické listy*, Praha 2007, Vol. 101, 872-880, ISSN 0009-2770
- [27] Beta-glukany [online] [cit. 7. 5. 2009], dostupný z World Wide Web: http://www.beta-glucan-info.com/history_betaglucan.htm
- [28] CHOVANCOVÁ, A., ŠTURDÍK, E., *Influence of beta-glucanes on human immune system*, *Nova Biotechnologia V-I* (2005), Trnava. str.105-123, ISBN 80-89220-10-X
- [29] SWARNER, J.: *Být fit a zdravý*. Advent-Orion, 1.vydání, Praha 1994, 109 str., ISBN 80-7172-024-0
- [30] KOPÁČOVÁ, O., *Rozpustná ovesná vláknina (beta-glukany) jako zdroj zdravých snacků a přesnídávek*, [online] [cit. 22. 4. 2009], dostupný z World Wide Web: www.agronavigátor.cz
- [31] VELÍŠEK, J., CEJPEK, K.: *Biosynthesis of Food Components*. 1.vydání, Tábor: OSSIS, 2008, 512 str., ISBN 978-80-86659-12-1
- [32] Houbařský portál [online] [cit.20.4..2009], dostupný z World Wide Web: <http://www.houbar.cz/default.aspx?show=1&text=236>.
- [33] GARIBOVÁ, L.V., *Houby*, Lidové nakladatelství Praha, Praha 1985, 1. vydání, 304 str., ISBN 26-052-85/13-34
- [34] *Lentinus edodes* [online] [cit. 2. 5. 2009], dostupný z World Wide Web: www.mdidea.com/products/new/new059.html
- [35] Internetový portál o houbách [online] [cit. 21. 4. 2009], dostupný z World Wide Web: www.pragon.cz/houby

- [36] FERENČÍK, M., ROVENSKÝ, J.: *Ilustrovaný imunologický slovník*, 1.vydání, GALÉN, Praha 2002, 288 str, ISBN 80-7262-243-9
- [37] KRS, V., *Imunostimulační látky v kosmetice*. [online] [cit. 10. 4. 2009], dostupný z World Wide Web: www.kosmetologie.cz
- [38] JABLONSKÝ, I., *Polysacharidy ve vyšších houbách a jejich účinky.*, Chemické listy 99, 2005, 661-671
- [39] Katedra botaniky Univerzity Palackého v Olomouci [online] [cit. 2. 5. 2009], dostupný z World Wide Web: <http://botany.upol.cz>
- [40] Hlíva ústříčná [online] [cit.3.5.2009], dostupný z World Wide Web: www.houby.net/cs/hliva_ustricna
- [41] Internetový portál o houbách [online] [cit. 8. 5. 2009], dostupný z World Wide Web: <http://www.dobrehouby.cz>
- [42] KWIECINSKI, A., JANKOWSKI, A., WIECZOREK-SAWCZAK, P. *Reishi fungus oriental culture in the struggle against contemporary diseases*. 1.vydání, Wydawnictwo Kweciński, Bielsko – Biala, 1999
- [43] Internetový portál o houbách [online] [cit. 27. 4. 2009], dostupný z World Wide Web: www.jpt.cz
- [44] Internetová lékárna [online] [cit. 22. 4. 2009], dostupný z World Wide Web: <http://www.online-lekarna.cz>
- [45] ZHAOCHENG, M., WANG, J., ZHANG, L., *Structure and chain conformation of β -glucan isolated from *Auricularia auricula-judae**, National Natural Science Foundation of China, Wuhan University, China
- [46] Internetový portál o houbách – penězovka sametonohá [online] [cit. 27. 4. 2009], dostupný z World Wide Web: <http://botany.cz>
- [47] CAMELINI,C., MARASCHIN, M., MENDONCA, M., FERREIRA, A., *Structural characterization of beta-glucans of *Agaricus brasiliensis* in different stages of fruiting*

- ting body maturity and their use in nutraceutical products*, Biotechnology Letters 27(17), 2005, 1295-1299
- [48] KALACĚ P., *Houby – víme, co jíme?* Dona, 1. vydání, Praha 2008, 150 str., ISBN 978-80-7322-112-6
- [49] BHAGWAT, A., GROSS, K., TULLY, R., KEISTER, D., *β -glucan Synthesis in *Bradyrhizobium japonicum*: Characterization on a New Locus.*, Journal of Bacteriology, Vol. 178. No.15, 1996, Maryland, 4635-4642
- [50] ŠILHÁNKOVÁ, L.: *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology*. Academia, 1. vydání, Praha 2002, 363str., ISBN 80-200-1024-6
- [51] kvasinka *Saccharomyces cerevisiae* [online] [cit.12.5.2009], dostupný z World Wide Web: www.chateauneuf.dk/artikler/vini15.jpg
- [52] Chemická struktura paramylonu [online] [cit. 12.5.2009], dostupný z World Wide Web: www.sinicaarasy.cz
- [53] Lišejník islandský [online] [cit.10.5.2009], dostupný z World Wide Web: www.kottas.beril.cz/lisejnik-islandsky.html
- [54] HAVRLETOVÁ, M., GAJDOŠOVÁ, A., KRAIC, J., *Štúdium variability obsahu β -D-glukanu v zrnech obilnín a pseudoobilnín*. Chemické listy, 100, 2006, str. 842
- [55] JOHANNSON, L., *Structural analyses of (1 \rightarrow 3),(1 \rightarrow 4)- β -D-glucan of oats and barley*. (dissertation), Viikki Biocenter, Helsinki, 2006, ISBN 952-10-3000-1
- [56] Potravinářské aktuality. *β -glukany a jejich význam pro pivovarnictví*. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 10/2001, ISSN 1213-4139.
- [57] FOŘT, P.: *Zdraví a potravní doplňky*. Euromedia Group, Ikar, 1. vydání, Praha 2005, str. 400, ISBN 80-249-0612-0 (363-372)
- [58] STITES, P. D., TERR, I., A. *Základní a klinická imunologie*. 1.vydání, VICTORIA PUBLISHING, Praha, 1994, , 744 stran, ISBN 80-85605-37-6
- [59] Obrázek makrofágu [online] [cit.6.5.2009], dostupný z World Wide Web: <http://www.purehealthsystems.com/images/macrophage1.jpg>

- [60] Beta-glukan – protinádorový efekt [online] [cit.7.5.2009], dostupný z World Wide Web: http://www.cle.cz/prodej/bglukany/bglukany_popis.html
- [61] aplikace beta-glukanu ve formě dermatologického přípravku [online] [cit.12.5.2009], dostupný z World Wide Web: <http://www.lovetheyskin.com/rebuild>
- [62] vyšetření na PBD u papoušků [online] [cit. 21. 4. 2009], dostupný z World Wide Web: <http://www.ifauna.cz/clanky/clanek.php?id=4000&roc=17>
- [63] ERBAN, V., KOMÁRKOVÁ, E., ČOPÍKOVÁ, J., *β-glukany jako prebiotikum – stimulace růstu probiotických bakterií*. Chemické listy, 100, 2006, 839-854
- [64] BLAYLOCK RUSSEL, L., VETVICKA, V., *Yeast β-1,3-glucan and Its Use Against Anthrax Infection and in the Treatment of Cancer*, Jana, Vol.5, No.1, Journal of the American Nutraceutical Association, Mississippi, 2002
- [65] ČOPÍKOVÁ, J., KASÍKOVÁ, B., HAASOVÁ, R., SYNITSYA, A. *Methylační analýza β-glukanů*. Chemické listy, 101, 2007, 745-763
- [66] ERBAN, V., KOMÁRKOVÁ, E., ČOPÍKOVÁ, J., SYNITSYA, A., MOLÍK, P., *Postupná izolace frakcí obsahujících β-glukany z Pleurotus ostreatus*, Chemické listy 100, 2006, (839-854), Výzkumný ústav potravinářský Praha, Vysoká škola chemicko-technologická
- [67] CUI, W., WOOD, P.J., BLACKWELL, B., NIKIFORUK, J. *Physicochemical properties and structural characterization by two-dimensional NMR spectroscopy of wheat β-D-glucan – comparison with other cereal β-D-glucans*. Agriculture Food Canada, Carbohydrate Polymers, Vol. 41, Issue 3, 2000, 249-258
- [68] VENDRELLI-PÉREZ, A.M., GUASCH, J., FRANCESCH, M., MOLINA-CANO, L. J., BRUFAU, J.: *Determination of β-(1→3), (1→4)-D-glucans in barley by reversed-phase high-performance liquid chromatography*, Journal of Chromatography A, 718, 1995, 291-297, ISSN 0021-9673(95)00694-X, Tarragona (Spain)
- [69] KIKAS, T.: *Introduction to Flow Injection Analysis (FIA)*, [online] [cit. 27. 4. 2009], dostupný z World Wide Web: <http://web.chemistry.gatech.edu>

- [70] VESELÁ, A., SYNYTSYA, A., ČOPÍKOVÁ, J., *Termická analýzy β -glukanů*. Chemické listy, 101, 2007, 759-760
- [71] DEMIRBAS, A.: *β -glucan and nutrient contents of cereals grown in Turkey*, Food Chemistry 90 (2005), 773-777, Selcuk Univerzity, Konya, Turkey, 2004
- [72] *Mixed-linkage beta-glucan*, Assay procedure (McCleary Method), Ireland, dostupný z World Wide Web: www.megazyme.com
- [73] Food and Agriculture Organisation [online] [cit. 27. 4. 2009], dostupný z World Wide Web: <http://www.fao.org/>
- [74] Příklad ke stanovení vlákniny [online] [cit. 15. 4. 2009], dostupný z World Wide Web: <http://www.biopro.cz/>
- [75] Team of Authors: *Dietary Reference Intakes: Proposed Definition of Dietary Fiber*. 74 stran, ISBN 978-0-309-09003-2, Institute of Medicine, National Academy Press, Washington D.C., 2001, First Issue.
- [76] McCLEARY, B. V.: *Dietary fibre analysis, Proceedings of the Nutrition Society* (2003), 62, 3–9, The Nutrition Society, Edinburgh, Republic of Ireland
- [77] KRAMÁŘOVÁ, D., VELICHOVÁ, H., HOZA, I, *Nové trendy ve využití vlákniny v potravinářském průmyslu*. Chemické listy, 99, 2005, 661-671
- [78] DING, Q., ZHANG, L., XU, X., ZHANG, X., WU, CH., *Solution properties of pachyman from Poria cocos mycelia in dimethyl sulfoxide*. Journal of Macromolecular Science, Vol. 40, 2001, Wuhan, China, 147-156
- [79] časopis Krmivářství- Krmivárstvo, Odborný časopis zaměřený na výživu zvířat a veterinární medicínu, 2000/3, ISSN 1212-9992
- [80] psyllium [online] [cit.15.4.2009], dostupný z World Wide Web: www.yahoo.com/psyllium
- [81] DIEHL, H., LUDINGTONOVÁ, A., PRIBIŠ, P., *Dynamický život*. Advent-Orion, Praha 1999,1.vydání, 286 str., ISBN 80-7172-312-6

- [82] HAN, J., MIANOWSKI, T., LIN, Y., *Validity of Plant Fiber Length Measurement*. Kenaf Properties, Processing and Products; Mississippi State University, Ag & Bio Engineering, 1999. pp. 149-167. ISBN 0-9670559-0-3
- [83] HIRAYAMA, K., OKAMOTO, K., YAMAMOTO, S., *A Simple Method for Crude Fiber Determination*. Japanese Journal of Toxicology and Environmental Health, 16(3) 148-149, The Pharmaceutical Society of Japan, 1970

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AOAC	Association of Official Analytical Chemists
JDP	Japanese Association for Dietary Fiber Research
AACC	American Association of Cereal Chemists
ANZFA	Australia New Zealand Food Authority
ES	Evropské společenství
FDA	Food and Drug Administration
DNA	deoxyribonukleová kyselina
RNA	ribonukleová kyselina

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr.1: Obrázek zdravé sliznice tlustého střeva a sliznice postižené rakovinou[18,19]	17
Obr.2: Počet osob s rakovinou tlustého střeva v České republice v letech 1977-2005[21].....	17
Obr. 3: Základní struktura β – glukánů s kombinovanými vazbami (1→3), (1→4) [9].....	22
Obr.4: Houževnatec jedlý[34]	25
Obr.5:Trsnatec lupenitý – plodnice[35].....	25
Obr.6: Klánolístka obecná[37]	26
Obr.7: Outkovka pestrá – systém hyf [39].....	26
Obr. 8: Hlíva ústříčná – vyvíjející se houby a plodnice po pěti dnech [40]	27
Obr. 9: Lesklokorka lesklá, mladé plodnice a dorůstající plodnice [42,43].....	28
Obr. 10: Housenice čínská[44].....	29
Obr. 11: Korálovec ježatý [15]	29
Obr. 12: Penízovka sametonohá[46].....	30
Obr. 13: kvasinka <i>Saccharomyces cerevisiae</i> [51]	31
Obr. 14: Chemická struktura <i>paramylonu</i> [52]	32
Obr. 15: Aktivovaný makrořąg, rozpoznávající bakteriální buňky [59]	36
Obr. 16: Princip stanovení β -glukánů s kombinovanými vazbami [72]	45
Obr. 17: Přístroj firmy O.K. Servis BioPro ke stanovení vlákniny [74].....	47
Obr. 18 Jitrocel indický (<i>Plantago psyllium</i>)	51

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Historie definice vlákniny[7].....	73
Tab. 2 Termíny používané pro vlákninu[7].....	74
Tab. 3 Chemické složení hlavních složek vlákniny [7].....	75
Tab. 4 Poměrné zastoupení nejdůležitějších složek vlákniny[9].....	13
Tab. 5 Obsah vlákniny (v %) v potravinách[9].....	76
Tab. 6 Denní doporučená dávka vlákniny pro jednotlivé věkové skupiny[15].....	77
Tab. 7 Některé β -(1 \rightarrow 3)-D-glukany s významnou protinádorovou aktivitou [9,48].....	78
Tab. 8 Průměrný obsah β -glukanů v plodinách, které se pěstují v Turecku. [71].....	79

SEZNAM PŘÍLOH

P I: TABULKA HISTORIE DEFINICE VLÁKNINY

P II: TERMÍNY POUŽÍVANÉ PRO VLÁKNINU

P III: TABULKA CHEMICKÉHO SLOŽENÍ HLAVNÍCH SLOŽEK VLÁKNINY

P IV: OBSAH VLÁKNINY V POTRAVINÁCH

P V: TABULKA S DENNÍ DOPORUČENOU DÁVKOU VLÁKNINY PRO JEDNOTLIVÉ VĚKOVÉ KATEGORIE

P VI: TABULKA BETA-GLUKANŮ S VÝZNAMNOU PROTINÁDOROVOU AKTIVITOU

P VII: PRŮMĚRNÝ OBSAH BETA-GLUKANŮ V PLODINÁCH, KTERÉ SE PĚSTUJÍ V TURECKU

PŘÍLOHA P I: TABULKA HISTORIE DEFINICE VLÁKNINY

Tab. 1 Historie definice vlákniny [7]

Osoba/země/organizace	Definice
Trowell/ (1972)	Zbytky buněčné stěny rostlin, které nejsou hydrolyzovány trávicími enzymy člověka.
Trowell a kol. (1976)	Vláknina potravy se skládá z rostlinných polysacharidů a ligninu, které jsou rezistentní vůči hydrolyze trávicími enzymy člověka.
Kiryama (1980)	Všechny složky, které nejsou hydrolyzovány trávicími enzymy člověka.
New Zealand Food Regulations (1984)	Vláknina potravy se skládá z jedlých rostlinných složek, které jsou odolné vůči hydrolyze endogenních enzymů střevního traktu člověka a je určena metoda AOAC 985.29 (Prosky et al.1985).
Prosky a kol (1985)	Kromě látek podle Trowella kol. (1976), + rezistentní škrob a jiné látky odolné vůči trávení a jsou určeny AOAC dle Proskyho metody.
Trowell (1985)	Vláknina se hlavně sestává z celulosy, hemicelulosy, a pektinu a látek, které jsou považované za neškrobové polysacharidy.
Health and Welfare Canada (1985)	Potravní vláknina se skládá z látek rostlinného materiálu, které jsou rezistentní vůči trávicím enzymům, které jsou vylučovány člověkem. Jsou to převážně neškrobové polysacharidy a lignin.
FDA (1987)	Vláknina potravy je materiál určený metodou AOAC 985.29.
British Nutrition Foundation, WHO (1990)	Nadace doporučila, že vědci by neměli používat termín „dietní vláknina“ a namísto toho používat termín „neškrobové polysacharidy.“
Codex Alimentarius (1995)	Vláknina potravy je součást rostlinných materiálů, nejsou hydrolyzovány endogenní enzymy lidského zažívacího traktu.
Velká Británie (2000)	Vláknina potravy je materiál izolován metodou AOAC 985.29 a Englystovou metodou pro neškrobové polysacharidy.
OPUS (2001), Americká asociace klinické chemie	Potravní vláknina je jedlá část rostlin, které jsou rezistentní k trávení a vstřebávání v lidském tenkém střevě s úplnou nebo částečnou fermentací v tlustém střevě.
Codex Alimentarius (2005)	Vlákninou se rozumí uhlovodíkové polymery s třemi nebo více monomerními jednotkami, které nejsou tráveny ani vstřebávány v tenkém střevu lidského organismu a náleží do těchto kategorií: a) jedlé uhlovodíkové polymery přirozeně se vyskytující v přijímané potravě b)jedlé uhlovodíkové polymery, které byly získány z potravních surovin fyzikálními, enzymatickými nebo chemickými prostředky a které mají prospěšný fyziologický účinek prokázaný obecně uznávanými vědeckými poznatky c) jedlé uhlovodíkové polymery, které mají prospěšný fyziologický účinek prokázaný obecně uznávanými vědeckými poznatky.

PŘÍLOHA P II: TERMÍNY POUŽÍVANÉ PRO VLÁKNINU

Tab. 2: Termíny používané pro vlákninu [7]

Anglický název	Anglická zkratka	Český překlad
Crude fiber	CF	Hrubá vláknina
Dietary fiber	DF	Vláknina potravy
Plant fiber	PF	Rostlinná vláknina
Fiber	-	Vláknina
Nonpurified plant fiber	NPPF	Surová rostlinná vláknina
Purified plant fiber	PPF	Čistá rostlinná vláknina
Nonnutritive natural fiber	-	Nevýživová přirozená vláknina
Nonnutritive syntetic fiber	-	Nevýživová syntetická vláknina
Undigestible carbohydrate	UC	Nestravitelné sacharidy
Plantix	PX	Plantix (celulóza, hemicelulóza, slizy, pektiny, gummy a lignin)
Complantix	CCX	Complantix (plantix doplněný o případné nestravitelné složky buněčných stěn, mezi které patří i některé nerostné látky)
Partially digestible plant polymer	PDPP	Částečně stravitelné rostlinné polymery
Partially digestible biopolymer	PDB	Částečně stravitelné biopolymery

PŘÍLOHA P III: TABULKA CHEMICKÉHO SLOŽENÍ HLAVNÍCH SLOŽEK VLÁKNINY

Tab. 3 Chemické složení hlavních složek vlákniny [7]

Složka vlákniny	Chemické struktura	
	Hlavní řetězec	Vedlejší řetězec
polysacharidy		
Celulóza (1,4 β -vazba)	Glukosa	- *
Hemicelulóza		
Arabinoxylan	Xylosa	Arabinosá
Galaktomannan	Mannosa	Galaktosa
Glukomannan	Galaktosa	glukuronová kyselina
Pektinové látky	Galakturonová kyselina	Galaktosa, glukosa, arabinosá, rhamnosa, xylosa, fukosa
Beta-glukany (1,3 β - a 1,4 β - vazba)	Glukosa	-
Rostlinné slizy	Galaktosa, mannosá, glukosa, arabinosá, rhamnosa, galakturonová kyselina	Galaktosa
Gumy	Galaktosa, mannosá, glukosa, galakturonová kyselina	Xylosa, fukosa, galaktosa
Polysacharidy řas	mannosa, glukosa, glukuronová kyselina, mannuronová kyselina, xylosa	galaktosa
Lignin	Sinapylalkohol, koniferylalkohol, p-kumarylalkohol	

*- žádný vedlejší řetězec

PŘÍLOHA P IV: OBSAH VLÁKNINY V POTRAVINÁCH

Tab. 5: Obsah vlákniny (v %) v potravinách [9]

Potravina	Rozpustná vláknina	Ner rozpustná vláknina	Celková vláknina
Jablka	5,6 - 5,8	7,2- 7,5	12,8 – 13,3
Broskve	4,1 – 7,1	3,4 – 6,4	7,5 – 13,5
Jahody zahradní	5,1 – 7,7	6,8 – 10,6	11,9 – 18,3
Pomeranče	6,5 – 8,9	3,9 – 5,2	10,4 – 15,0
Mrkev	4,4 – 14,9	10,4 – 11,1	14,8 – 26,0
Zelí	13,5 – 16,6	4,2 – 20,8	27,6 – 37,4
Rajčata	0,8 – 3,5	3,2 – 12,8	6,7 – 13,6
Hrášek zelený	5,9	15	20,9
Fazole	7,2 – 12,4	9,1 – 9,6	16,8 – 21,5
Brambory syrové	2,8 – 3,5	2,4 – 3,2	5,2 – 6,7
Mouka pšeničná bílá	2	1,2	3,2
Mouka pšeničná celozrnná	2,6	7,7	10,3
Chléb pšeničný	1,6 – 2,7	1,1 – 2,9	2,7 – 5,6
Chléb žitný	6,7	6,6	13,3
Kukuřičné lupínky	0,2 – 0,4	0,5	0,7 – 0,9

PŘÍLOHA P V: TABULKA S DENNÍ DOPORUČENOU DÁVKOU VLÁKNINY PRO JEDNOTLIVÉ VĚKOVÉ KATEGORIE

Tab. 6: Denní doporučená dávka vlákniny pro jednotlivé věkové skupiny [15]

Věk	Množství přijaté vlákniny v (g) os/den
Děti	
4-12 měsíců	4-10
1-3 roky	19
4-8 let	25
Muži	
9-13 let	31
14-18 let	38
19-50 let	38
51 + let	30
Ženy	
9-13 let	26
14-18 let	26
19-50 let	25
51 + let	21
Těhotenství	
pod 18 let	28
nad 18 let	28
Období kojení	
pod 18 let	29
nad 18 let	29

PŘÍLOHA P VI: TABULKA BETA-GLUKANŮ S VÝZNAMNOU PROTINÁDOROVOU AKTIVITOU

Tab. 7: Některé β -(1 \rightarrow 3)-D-glukany s významnou protinádorovou aktivitou [9,48]

Název	Zdroj	
	Český název	Latinský název
AM-ASN	Muchomůrka červená (J)	<i>Amanita muscaria</i>
Ganopoly	Lesklókorka lesklá (NJ)	<i>Ganoderma lucidum</i>
Beta-glukan I	Ucho jidášovo (bolcovitka bezová)	<i>Auricularia auricula – judae</i>
Grifolan	Trsnatec lupenitý	<i>Grifola frondosa</i>
Pleuran, pleuromutilin	Hlíva ústříčná	<i>Pleurotus ostreatus</i>
PSK,PSP	Outkovka pestrá (NJ)	<i>Trametes versicolor</i>
Lentinan	Houževnatec jedlý	<i>Lentinula edodes</i>
Schizofyllan	Klánolístka obecná (NJ)	<i>Schizophyllum commune</i>
Tylopilan	Hřib žlučník (NJ)	<i>Tylopilus felleus</i>
(J) ... jedovatý druh (NJ)... nejedlý druh		

PŘÍLOHA P VII: PRŮMĚRNÝ OBSAH BETA-GLUKANŮ V PLODINÁCH, KTERÉ SE PĚSTUJÍ V TURECKU

Tab. 8: Průměrný obsah β -glukanů v plodinách, které se pěstují v Turecku. [71]

Plodina	Rozmezí obsahu β-glukanů (%)
Ječmen	3,2 – 4,6
Fazole	2,4 – 3,5
Lesknice kanárská	1,1 – 2,3
Lněná semena	0,3 – 0,7
Čočka	0,4 – 1,1
Proso	0,5 – 1,0
Oves	3,9 – 5,7
Hrách	0,3 – 0,7
Rýže	0,4 – 0,9
Žito	0,7 – 1,5
Špalda	0,6 – 1,2
Kukuřice	0,5 – 1,3
Jarní pšenice	0,6 – 1,1
Ozimá pšenice	0,5 – 1,0