

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra: Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií

Studijní program: B 4131 Zemědělství

Studijní obor: Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině

Vedoucí katedry: Prof. Ing. Jan Moudrý, Csc.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Výroba jablečného pyré s obsahem β -glukanů z ječmene

Vedoucí bakalářské práce:

autor:

Prof. Ing. Ladislav Kolář DrSc.

Miroslava Vrzáková

České Budějovice, březen 2014

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci na téma: „Výroba jablečného pyré s obsahem β -glukanů z ječmene“ vypracovala samostatně a pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s §47b zákona č.111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích, dne 1. března 2014

Miroslava Vrzáková

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce panu profesoru Ing. Ladislavu Kolářovi Dr. Sc. za cenné rady, připomínky a za čas, který mi věnoval při vedení bakalářské práce. Ráda bych ještě poděkovala svému manželovi Jirkovi, který byl pro mne v nelehkých chvílích oporou a staral se o naše děti.

ANOTACE

Bakalářská práce se zabývá vlivem potravin na naše zdraví jsou to takzvané funkční potraviny. Aby byla potravina nazvána jako funkční, je třeba splňovat určitá kritéria. Kromě toho, že by měla prokazatelně přispívat ke zlepšení lidského zdraví a být zdrojem živin je i přírodního původu. Jako příklad využití jsem zvolila v mé práci jablečné pyrė s přídavkem β -glukano-bílkovinného koncentrátu izolovaného z ječmene, které plní charakter funkční potraviny. β -glukany snižují hladinu krevního cukru LDL cholesterolu. Bylo prokázáno, že podporují lidské zdraví a poskytují ochranu proti některým civilizačním chorobám například obezitě. Výsledkem práce je návrh užitečného vzoru a jednoduchý příklad využití.

Klíčová slova: funkční potraviny, β -glukan, ječmen, oves, jablečné pyrė.

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with the influence of food on our health, the so-called functional foods. To be named a functional food, the food must meet certain criteria. In addition to the fact that it should clearly contribute to the improvement of human health, it should be also a source of nutrients of natural origin. As an example in my work I chose apple puree with the addition of β -glucan-protein concentrate isolated from barley, which fulfill the character of functional foods. β - glucans decreases blood sugar levels of LDL cholesterol. It has been proved, that it promotes health and provides protection against some civilization diseases such as obesity. Result of this work is to design a simple utility model and an application example.

Keywords: functional foods, β -glucan, barley, oats, apple puree.

OBSAH:

1. ÚVOD.....	9	
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	12	
2.1. Funkční potraviny.....	12	
2.2. β - glukany.....	18	
2.2.1. Izolace β -glukanů.....	26	
2.2.2. Relativní molekulová hmotnost β -glukanů.....	28	
2.2.3. Změny β -glukanů ve výrobcích při technologických operacích.....	29	
NÁVRH UŽITNÉHO VZORU		
„VÝROBA JABLEČNÉHO PYRÉ S OBSAHEM OVESNÝCH NEBO		
JEČNÝCH β -GLUKANŮ JAKO FUNKČNÍCH POTRAVIN „.....		30
3.1. Dosavadní stav techniky.....	31	
3.2. Podstata technického řešení.....	33	
3.3. Technologický výkres.....	35	
3.4. Příklad provedení.....	38	
3.5. Průmyslová využitelnost.....	40	
4. DISKUSE.....	41	
5. ZÁVĚR.....	43	
6. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	44	

1. ÚVOD

V dnešní době je i laikovi zřejmé, že výživa člověka nezanedbatelnou měrou ovlivňuje i jeho zdravotní stav. Až do nedávné doby byl zájem vědců soustředěn v této problematice na látky, které jsou označovány jako zdraví škodlivé popřípadě zdravotně rizikové.

Tuto skutečnost dokládá mnoho vědeckých prací zabývajících se tematikou například těžkých kovů. Teprve v poslední době prudce vzrůstá zájem o takové složky potravin, které by naopak přispívaly na zlepšení zdraví a jsou účinné proti stále aktuálním civilizačním chorobám. Jedná se o srdeční a cévní onemocnění, nemoci nádorového charakteru, ateroskleróza, osteoporóza, poruchy trávení a obezita. Takové potraviny jsou definovány pojmem funkční. Účinné složky těchto funkčních potravin jsou velmi rozmanité a po stránce chemické je lze zařadit do několika tříd. Prokazatelně léčivé účinky mají například:

- 1) Antioxidanty - snižují poškození řady druhů buněk v těle volnými radikály. Zvláště bohaté jsou na ně barevné bobuloviny, například borůvky, ostružiny nebo maliny.
- 2) Fytosteroly - mají schopnost snižovat cholesterol. Jsou látky, které se nachází výhradně v rostlinách. Vyskytují se v zelenině, rostlinných olejích a ořechách.
- 3) Kyselina listová - ve vodě rozpustný vitamín. Je obsažená především v listové zelenině. Vařením se však zničí až 95 %. Obsahuje jí ledový salát, celá obilná zrna (zejména klíčky).
- 4) Minerální složky - mají velký význam pro růst a metabolismus, podílejí se na stavbě tělesných tkání, regulují metabolické pochody a účastní se vedení nervových vzruchů.
- 5) Omega3 mastné kyseliny - jsou organické sloučeniny, které mají nepostradatelnou funkci v těle jako složky membrán buněk. Snižují krevní tlak, posilují funkce mozku, omezují rizika infarktu. Nachází se v lněném semínku, sýrech a rybách.

- 6) Peptidy - stimulují buněčné syntézy, pomáhají v boji proti vráskám a redukují již vytvořené. Zabraňují vzniku mimických vrásek na obličeji při smíchu či mračení. .
- 7) Probiotika - živé mikrobiální přísady stravy, které mohou ovlivnit dobrou rovnováhu trávicího traktu. Snižují infekční komplikace. Některé výzkumy prokázaly, že podávání probiotik v těhotenství snižuje výskyt atopického ekzému u dětí. Používají se při zpracování mléka, výrobě jogurtů, sýrů a syrovátky.
- 8) Prebiotika - jsou stravitelné složky potravin, které stimulují růst a aktivitu bakterií v trávicím traktu. Tradiční potravinové zdroje jsou sojové boby, kořen čekanky, syrový oves, pšenice, nerafinovaný ječmen.

Potravina	Prebiotický obsah vlákniny dle hmotnosti
Syrový kořen čekanky	64,6 %
Syrový jeruzalémský artyčok	31,5 %
Syrové zelené pampelišky	24,3 %
Syrový česnek	17,5 %
Syrový pórek	11,7 %
Syrová cibule	8,6 %
Vařená cibule	5,0 %
Syrový chřest	5,0 %
Syrové pšeničné otruby	5,0 %
Celozrná pšeničná mouka vařená	4,8 %
Syrový banán	1,0 %

Tabulka č. 1: Potraviny obsahující prebiotika (Moshfegh, et al., 1999)

- 9) Synbiotika - vznikají spojením probiotik a prebiotik a selektivně stimulují růst nebo aktivují metabolismus bakterií. Probiotika a prebiotika se společně v potravine vzájemně ovlivňují tak, že jejich sehraný vliv na prospěšnou mikroflóru například ve střevech je vyšší, než při aplikaci samotného probiotika či prebiotika. Nachází se například v mléčných produktech.
- 10) Vitamín A - aktivitu vitamínu A vykazují přirozeně vyskytující se sloučeniny ze skupiny karotenoidů, které se nazývají provitamíny A. Nejvýznamnějším provitamínem je β -karoten. Avitaminosa se projevuje poruchami vidění a také inhibicí růstu a nesprávnou funkcí sliznic, kostí a krvetvorby. Určitým způsobem se podílí na ochraně proti nádorovému bujení. Zdroje jsou v mrkvi, rybím tuku, melounu.
- 11) Vitamín C – je vitamínem pouze pro člověka a několik dalších živočichů mezi něž patří morčata či netopýři živící se ovocem. Jeho nedostatek se projevuje například jarní únavou. Nejznámějším syndromem akutní avitaminózy jsou kurděje. Je v citronech, pomerančích, limetkách, rakytníku, kvěťáku, brokolici, černém rybízu, rajčatech, jahodách nebo v kiwi.
- 12) Vitamín E - rozpustný v tucích. Chrání buňky před oxidačním stresem, účinky volných radikálů a tím zpomaluje proces stárnutí organismu a působí jako prevence proti nádorovému bujení. Zvyšuje plodnost. Uplatňuje se v prevenci kardiovaskulárních chorob a vzniku rakoviny. Obsahuje ho olej z pšeničných klíčků, máslo, sója, mléko, burské oříšky, maso savců.
- 13) Vlákna - nestravitelná část potravy. Potraviny bohaté na vlákninu jsou obiloviny, ořechy a zelenina. Může být použita v různých potravinách jako je pečivo, nápoje a masné výrobky. Kromě toho se přidává jako funkční složka do potravinových výrobků, kvůli poskytování viskozity, želírující schopnosti a vazebné kapacity tuků.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

Souhrnné informace o funkčních potravinách a jejich účinných složkách uvádí tyto významné publikace: Bidlack Oiuaye Meskin, Coulstor, Davies Omaye (2002), Faruworkt (2003), Gibosn Williams (2000), Le Maguei (2002), Mázza (1998), Rock Mousen (2001), Shie Mazza, Topham (2000). Z českých publikací se touto problematikou zabývá Dostálová, Kohout (2002), Kolář (2003), Pánek, Pokorný, Velíšek (1999).

2.1. Funkční potraviny

Kalač (2003) uvádí Goldbergovo vymezení pojmu „funkční potraviny“ z roku 1994, které je považováno odborníky za nejužitečnější: „Funkční potravina je jakákoli potravina, která má kromě výživové hodnoty příznivý účinek na zdraví konzumenta, jeho fyzický či duševní stav. Je to potravina (nikoli kapsle, tableta či prášek) vyrobená z přirozeně se vyskytujících složek. Měla by být konzumována jako součást denní stravy. Její konzumace ovlivňuje některé činnosti v organismu, zejména:

- 1) posiluje přirozené obranné mechanismy proti škodlivým vlivům prostředí
- 2) působí preventivně proti onemocnění
- 3) příznivě ovlivňuje fyzický a duševní stav
- 4) zpomaluje proces stárnutí.

Kalač (2003) k tomu také uvádí, že funkční potraviny tvoří přechodnou skupinu mezi běžnými potravinami a léky. Nelze je však s nimi zaměňovat. Jejich cílem není léčit chorobu ve stadiu propuknutí, ale příznivě ovlivňovat přechodný stav mezi zdravím a nemocí. Základním posláním funkčních potravin zůstává preventivní působení.

Z uvedených příkladů lze očekávat námitky, že tyto informace nejsou žádné nové poznatky. Například čerstvé ovoce, zelenina i některé výrobky z nich přece výše uvedenou charakteristiku splňují. Je to pravda, ale vesměs se jedná o přirozené složení vytvořené přírodou.

Složky potravin, které sice mají příznivé zdravotní účinky, především vitaminy a výživově nezbytné minerální látky, se mezi nutričníka nepočítají.

Jejich počáteční název byl „designer foods“. Tímto pojmem jsou označovány, jejichž složení bylo lidskou činností formováno tak, aby představovalo zdravotní přínos. I takové potraviny se již dříve vyráběly jako například acidofilní mléko nebo výrobky obohacené vlákninou.

Podstatou funkčních potravin je, že se mají konzumovat běžně jako součást stravy, nejsou tedy potravními doplňky vitaminů, stopových prvků a jiných látek řazených mezi nutričníka, které existují ve formách obvyklých pro léky, jako například v tabletách nebo kapslích. Rozdíl mezi funkčními potravinami a léky spočívá mimo jiné i v tom, po jaké době se projeví jejich příznivé účinky. U léků jsou to dny až měsíce, u funkčních potravin to však mohou být až desítky let.

Prevence chorob	Účinné složky	Počátek účinků (+)		
		Krátkodobá (týdny)	Střednědobá (měsíce až roky)	Dlouhodobá (20-30 let)
Srdečně cévní				
prevence	peptidy			+
prevence	fytoosteroly			+
prevence	probiotika	+	+	+
prevence	kyselina listová			+
prevence	antioxidanty			+
snížení krevního tlaku	peptidy	+		
snížení krevního cholesterolu	např. fytoosteroly	+		
snížení krevního triacylglycerolů	probiotyka	+	+	+
	n-3 mastné kyseliny	+		
Rakovina	antioxidanty			+

Tabulka č. 2: Doba konzumace funkčních potravin, po níž se dá očekávat jejich přínos (zdroj: Erbersdobler. 2002)

Z laického pohledu by mohlo dojít ke ztotožnění funkčních potravin s potravinami určenými pro zvláštní výživu, které legislativně určuje vyhláška Ministerstva zemědělství ČR č. 23/2001 Sbírky zákonů. V uvedené vyhlášce jsou vymezeny potraviny, které se svým specifickým složením nebo zvláštním výrobním postupem odlišují od potravin pro běžnou spotřebu, jsou vhodné pro výživové účely a uvádějí se do distribuce s označením účelu použití.

Podle cílové skupiny je lze rozdělit do tří skupin pro které jsou určeny:

- 1) zdravým kojencům a malým dětem
- 2) jednotlivcům, jejichž trávicí proces nebo metabolismus je narušený např. pro osoby trpící laktosovou intolerancí (nesnášenlivostí mléčného cukru), celiakií (nesnášenlivostí lepku), fenylyketonurií (nesnášenlivostí aminokyseliny fenylalaninu) či diabetiky
- 3) jednotlivcům ve zvláštním fyziologickém stavu – např. pro krytí zvýšených výživových nároků při zvýšeném tělesném výkonu, zejména sportovního, či pro redukční diety

Z této charakteristiky je patrné, že potraviny určené pro zvláštní výživu většinou postrádají roli prevence, která je podstatná pro funkční potraviny a navíc tyto potraviny vyjmenované vyhláškou (patří sem i doplňky stravy) by měly být konzumovány na základě doporučení lékaře.

Podle statistik jsou v České republice nejčastější příčinou úmrtí srdečně - cévní choroby a právě v prevenci těchto onemocnění hrají funkční potraviny klíčovou roli.

Podstatou srdečně-cévních onemocnění je zhoršení schopnosti srdečních cév zásobovat srdeční sval (myokard) dostatkem krve a kyslíku.

Hlavní příčinou sníženého průtoku krve je zmenšení profilu cév, v nichž se usadily plaky (usazeniny). Pochody snížení pružnosti cév (ateroskleróza) začínají obvykle již v dětství, ale projevují se až ve vyšším věku.

V závislosti na míře poškození cév mohou propuknout také nemoci jako například angina pectoris, infarkt myokardu nebo náhlé úmrtí v důsledku selhání srdce.

Srdeční cévní choroby jsou vyvolávány mnoha faktory viz. tabulka č. 3

Neovlivnitelné	<p>Mužské pohlaví</p> <p>Zvyšující se věk</p> <p>Genetické vlastnosti (např. poruchy metabolismu lipidů)</p> <p>Stavba těla</p> <p>Rasová příslušnost</p>
Ovlivnitelné	<p>Kouření</p> <p>Některé formy hyperlipidemie, tedy zvýšeného obsahu cholesterolu a triacylglycerolů (tuků) v krevní plazmě</p> <p>Nízká hladina lipoproteinů s vysokou hustotou (HDL)</p> <p>Obezita</p> <p>Vysoký krevní tlak</p> <p>Nízká fyzická aktivita</p> <p>Náchylnost k trombóze (ucpávání cév krevní sraženinou)</p> <p>Stres</p> <p>Spotřeba alkoholu</p>
Nemoci	Diabetes
Geografické faktory	<p>Studené klima a počasí</p> <p>Měkká pitná voda (s nízkým obsahem vápníku a hořčíku)</p>

Tab. č. 3: Rizikové faktory pro vznik srdečně cévních chorob (zdroj: Lovefrove, Jackson 2000).

Z tabulky je zřejmé, že do skupiny ovlivnitelných faktorů je zařazena i výživa. Odhaduje se, že na vývoji a riziku srdečně cévních chorob se přibližně z poloviny podílejí genetické faktory, z druhé poloviny nevhodná výživa, kouření a sedavý životní styl.

Co se týče obezity, možnosti omezit růst hmotnosti jsou obecně známé. Výdej energie nesmí být podstatně menší, než její příjem. To tedy znamená, dostatek vlastního pohybu a omezení příjmu energie podstatným omezením tuků a sacharidů.

Bohužel tato jednoduchá závislost je značně komplikována četnými faktory a to že, organismus nesmí hladovět, aby nenastalo lepší využívání energie z potravy. Mělo by se jíst 5-6x denně, ale málo.

Pocit hladu se dá omezit příjmem vlákniny a nesladkými nápoji. Hlavně není možno střídát období jistého omezení příjmu energie s obdobím většího příjmu, protože pak vzniká zcela přirozený jev tzv. „jo-jo efekt“ se zvýšeným nástupem hmotnosti.

Dalším problémem je zvýšený příjem bílkovin, který je pro otlého nutností. Především ztrácí pocit neúprosného hladu a do jisté míry omezuje dopad jakéhokoliv hubnutí - při ztrátě zbytečného tuku se zároveň bohužel ztrácí i svalová hmota. Ale bílkoviny na druhé straně mohou být komplikací pro jedince, kteří trpí ledvinovými chorobami a také vznik odpadních produktů z bílkovin může vést ke komplikacím v tlustém střevě a konečníku.

Je proto nutno věnovat pozornost výběru druhu bílkovin. Rostlinné bílkoviny jsou sice méně problematické, než bílkoviny živočišné, ale z hlediska nutričního mají nižší kvalitu. Proto jen část živočišných bílkovin lze nahradit bílkoviny rostlinnými. Ideálním zdrojem živočišných bílkovin jsou bílkoviny mléka a rybího masa. Z rostlinných bílkovin jsou nejkvalitnější bílkoviny sóji.

Člověk který se rozhodne změnit svojí váhu, musí dbát na zásady racionální výživy mnohem razantněji, než jedinec, jehož BMI je v pořádku. Tedy při nutném snížení přívodu energie, zvýšeném příjmu optimální skladby bílkovin musí více dbát na příjem vlákniny, zvláště rozpustné, tedy hlavně pektinových látek z ovoce a zeleniny, na příjem vitaminů a minerálních látek, které v běžné stravě přijímáme .

Potřebuje i ochranné látky v potravě více, než jedinec s normální hmotností. A právě významnou součástí racionální výživy otlého jedince je zvýšený příjem obilných B-glukanů, které snižují hladinu LDL a celkového cholesterolu i hladinu glukózy v krvi. Ty jsou obsaženy zejména v ječmeni a ovsu. Člověk který trpí nadváhou však potřebuje daleko více, než jedinec s běžnou hmotností upravit svoji střevní

mikrofóru probiotiky (bakterie rodu *Lactobacillus* a *Bifidobacterium*) k posílení imunitního systému zvýšení vstřebávání vápníku, snížení hladiny cholesterolu, snížení tvorby bakteriálních enzymů v tlustém střevě, s mutagenními a kancerogenními vlastnostmi. (Zdrojem jsou jogurty a acidofilní mléka.)

Významný je příjem nestravitelných složek potravin, které selektivně podporují růst či aktivitu některých bakterií v tlustém střevě. Tuto funkci plní především nestravitelné oligosacharidy, nejúčinnější je z přirozených látek inulin z kořene čekanky či hlíz brambory topinamburu.

Na obsah vlákniny je bohatý ječmen a to takzvaný ječmen s voskovým (měkkým) typem endospermu, ten obsahuje „vaxy“, které jsou hlavním zdrojem B-glukanů ječmene. Dále je v něm 15-24 % dieteticky příznivě působící vlákniny, z toho asi 85 % připadá na neškrobové polysacharidy, z toho asi 55 % tvoří B-glukany a asi 25 % arabinoxylany.

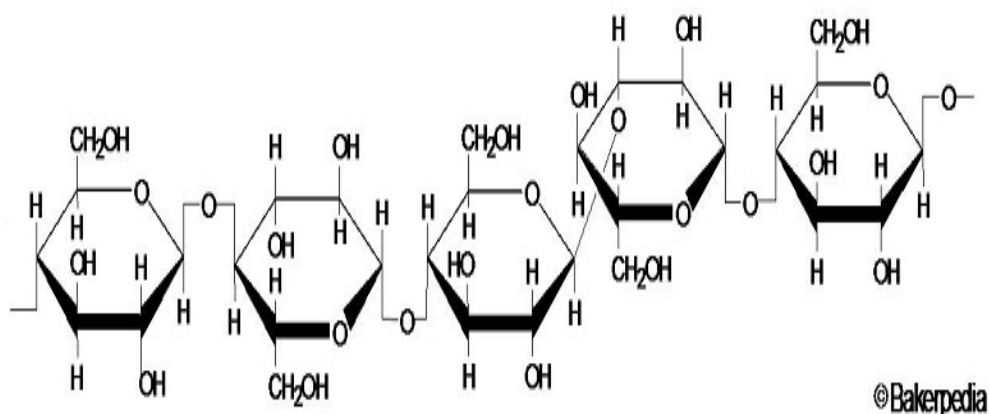
Zatímco jiné obilniny obsahují celkovou i rozpustnou vlákninu především v obalových vrstvách zrn, v ječmeni je obsažena v celé obilce.

2.2. β -glukany

Kalač (2003) ve své publikaci o funkčních výrobcích uvádí: „Výrobky z ovsu, mouky, vloček a otrub, jsou prvými potravinami, kterým bylo povoleno v USA označovat na etiketách jejich zdravotní přínos - snížení rizika srdečně cévních chorob.“

Došlo k tomu na základě četných a dlouhotrvajících studií, které prokázaly, že konzumace výrobků například z ovsu snižuje cholesterol v krevní hladině a zároveň neovlivňuje hladinu HDL cholesterolu. Hlavní účinnou složkou je β -glukan, pokud jeho denní příjem je alespoň tři gramy.

Glukany jsou přírodní polysacharidy (glukan = molekula složená z množství jednoduchých sacharidů – cukrů), které ve svých řetězcích obsahují molekuly sacharidu – glukózy.



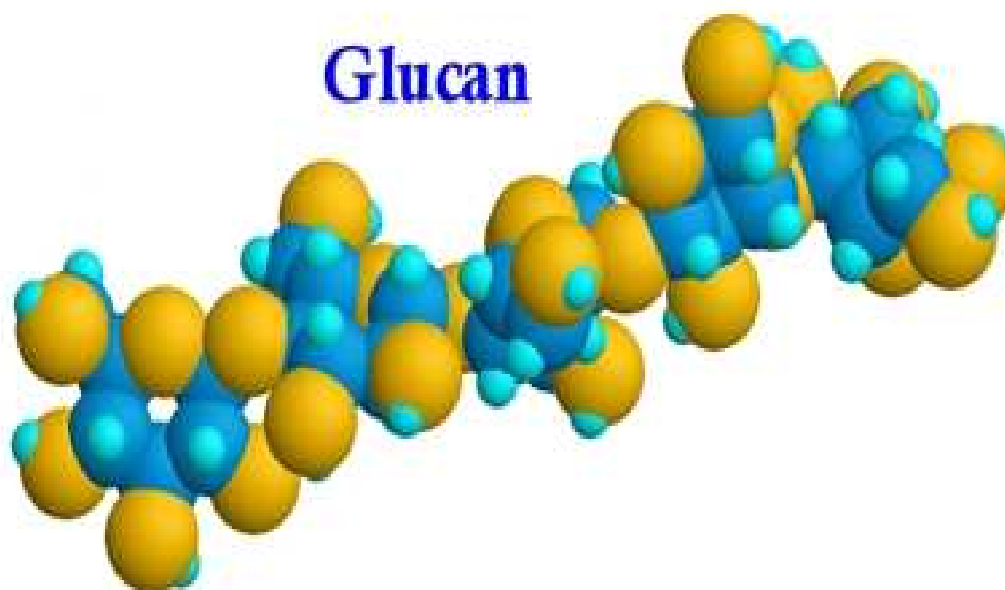
Obrázek č. 1: Základní molekulární vzorec houbového β -glukanu (KIDD 2000).

V základním řetězci β -glukanů jsou molekuly glukózy spojeny polohami 1 a 3 nebo 1 a 4. β -glukany aktivují makrofágy, které fungují jako pohlcovači cizorodých látek a nádorových buněk. Makrofágy jsou v porovnání s buňkami infekčních organismů a jiných buněk imunitního systému obrovské.

V přírodě se tyto β -glukany vyskytují v nejrůznějších konfiguracích, tvoří základní složku buněčných stěn některých bakterií, kvasinek, vyšších hub a některých obilnin. Jak už jsem zmínila například se nachází v ovsu.

Mohou být větvené, nevětvené popřípadě různě větvené. Další jejich možné třídění je na α -glukany a β -glukany.

O α -glukany se jedná v případě, jestliže jsou molekuly glukózy spojeny na opačné straně, při spojení molekul na straně stejné to jsou β -glukany. Zatímco α -glukany jsou pro člověka stravitelné, vazbu β -glukanů neumí náš organismus rozštěpit. Biologické vlastnosti jednotlivých glukanů jsou závislé na jejich větvení, konfiguraci, rozpustnosti ve vodě i molekulové hmotnosti.



Obrázek č. 2: Molekulové zobrazení glukanu.

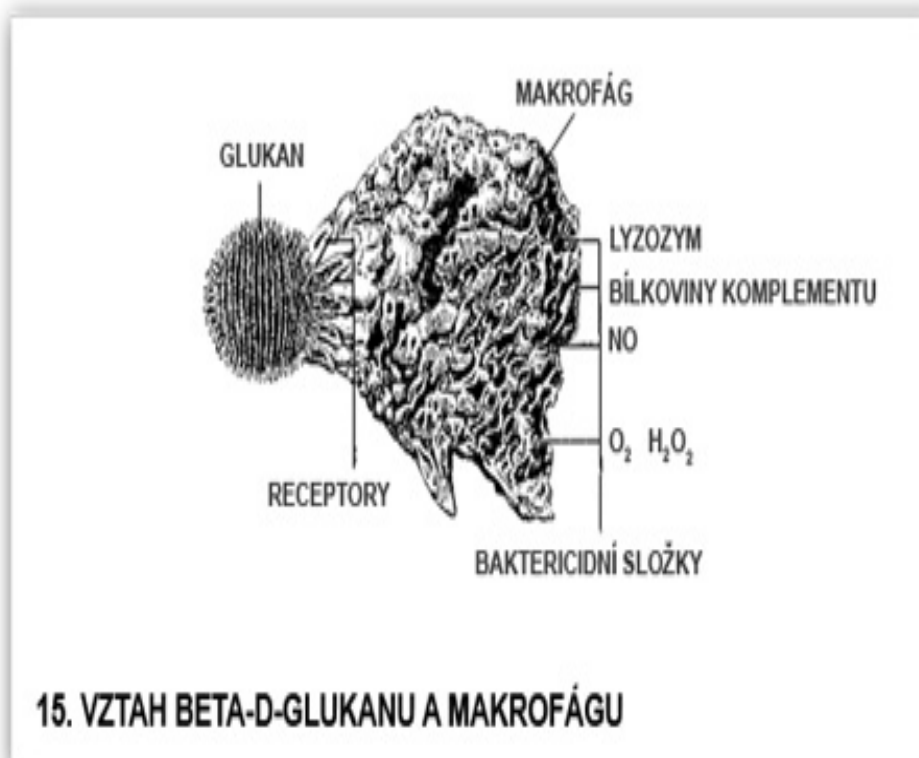
<http://www.glucan.us/glucan.html>.

Přestože má náš imunitní systém vynikající arzenál se bránit vlivu infekčních organismů a jiných buněk, každá změna, jako je nahromaděný stres, přepracování, nevhodná dieta, kouření mohou snížit jeho odolnost. Váhy se převáží na stranu nepřítele a výsledkem je choroba.

Lidské tělo neustále napadají miliony bakterií a makrofágy hrají důležitou roli, protože fungují jako pohlcovači cizorodých látek a nádorových buněk.

Název makrofág pochází z řeckého slova *makro* - veliký a *phage* - zničit (pohltnout). Tyto specializované buňky jsou první z řady imunitní obrany.

Jsou v porovnání s buňkami infekčních organismů a jiných buněk imunitního systému obrovské a jejich aktivní činnost je nenahraditelná. Význam spočívá v jejich aktivaci, která zajišťuje nespecifickou imunitu. Bylo zjištěno, že existují na membránách makrofágů určité receptory (speciální orgány citlivé na jednotlivé podněty), které dovedou zachycovat glukany. Tento receptor je tvořen proteinovým komplexem, vyskytující se od počátku zrání těchto buněk v kostní dřeni. Pomáhá odstartovat celou nesmírně komplikovanou kaskádu imunitních procesů, jejichž výsledkem je likvidace škodlivých mikrobů, virů nebo nádorových buňek.

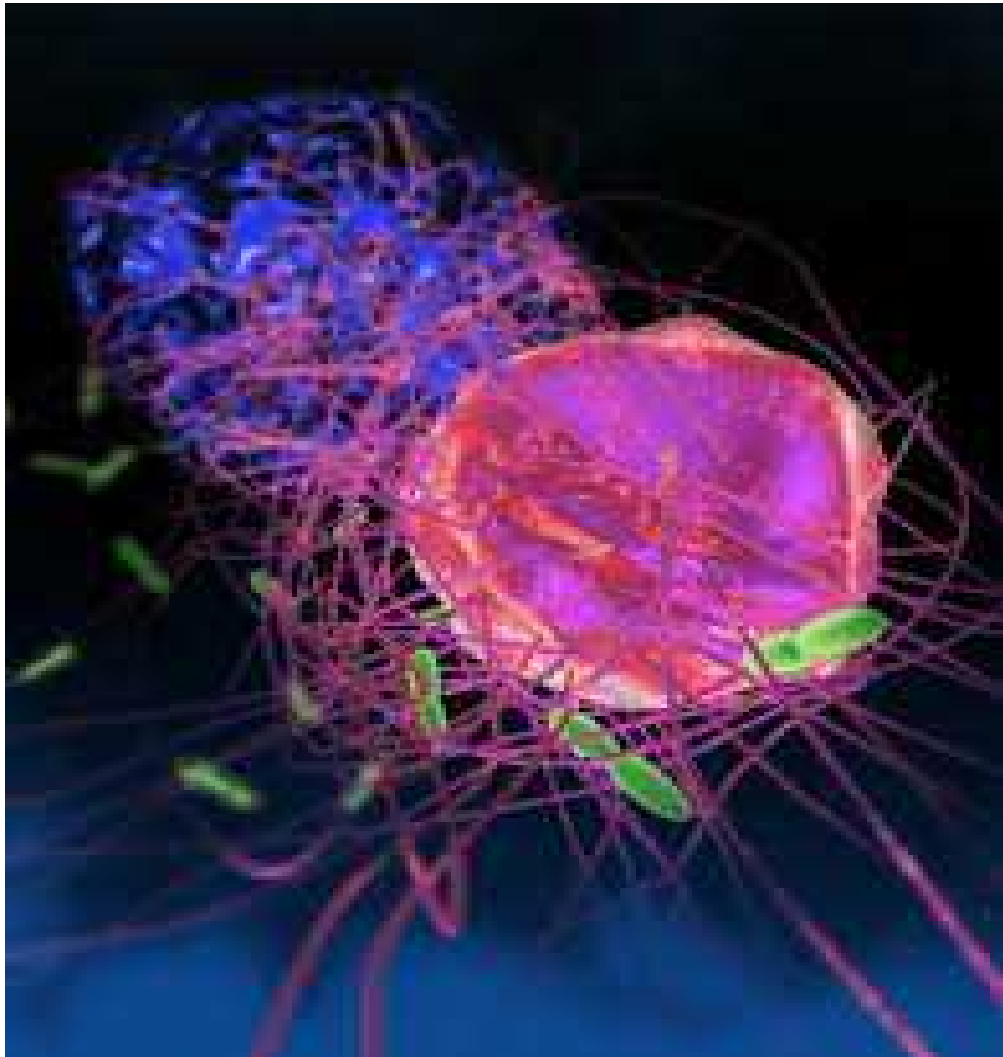


Obrázek č.3. :Vztah β -glukanu a makrofágu.

<http://www.jasomzdravie.sk/image/betaglukan.jpg>

Při spojení makrofágu s β -D-glukanem se molekula naváže na makrofág prostřednictvím receptoru, ten se aktivuje a dojde k zvětšení schopnosti makrofágu pohlcovat cizorodé částice – fagocytóza. Nastává identifikace a následné zničení nemocné buňky spolu s toxickými látkami.

Pro znázornění lze makrofág přirovnat k rozzlobené chobotnici, roztahující chapadla v podobě ramen, která fyzicky vtahuje infekční útočníky, vstřebává je a likviduje leptavými enzymy. Makrofágy jsou po vazbě s β -glukany velmi aktivní, jako polité živou vodou.



Obrázek č. 4.: Aktivita makrofágu s glukánem při likvidaci škodlivého mikrobu.

<http://www.imba.oeaw.ac.at/news-media/press-releases/>

Při laboratorních testech, byla oproti klidovému stavu naměřena jejich aktivita vyšší o 130%. Z toho je patrné, že β -glukan ve spojení s makrofágem pomáhá naladit obranu našeho těla od samého počátku. Účinnost je významně ovlivňována viskozitou β -glukanu ve vodním prostředí.

Viskozita je určována jeho koncentrací, rozpustností, molekulovou hmotností a strukturou. Viskozita jinými slovy vazkost je fyzikální veličina udávající poměr mezi tečným napětím a změnou rychlosti v závislosti na vzdálenost mezi sousedními vrstvami při proudění skutečné kapaliny

Tyto vlastnosti se při zpracování a kuchyňských úpravách výrobků z ovsa mění.

Není dosud zřejmé, jakými mechanismy β -glukan snižuje hladinu krevního cholesterolu. Účinnost však závisí na schopnosti snižovat hladinu glukózy v krvi, což je důležité pro lidi postižené cukrovkou (diabetem).

Jsou tedy perspektivní pro výrobu funkčních potravin pro nemocné s cukrovkou a s poruchami lipidového metabolismu. U zvířat bylo navíc prokázáno, že jsou faktorem, který brání využití živin z krmiv. U lidí tyto pokusy uzavřeny vědeckými pokusy nebyly, ale je zde naděje, že by β -glukany mohly sloužit i v boji proti významné civilizační chorobě - obezitě.

Nejvíce β -glukanu obsahují obilky ječmene (3-11 %), kterým prozatím byla věnována podstatně menší pozornost než ovsu.

Oves má obsah β -glukanu 3-7 % v žitě a 1-2 % v pšenici do 1 %. Například kukuřice, rýže, čirok obsahuje jen zanedbatelné stopové množství a to z toho důvodu, že jeho obsah je ovlivněn jak geneticky – typem odrůdy, tak i podmínkami pěstování. I na tom závisí i jejich obsah.

V našich přírodních podmínkách převažuje pěstování pluchatého ovsa (*Avena sativa* L.) a ovsa nahého - bezpluchého (*Avena nuda* L.).

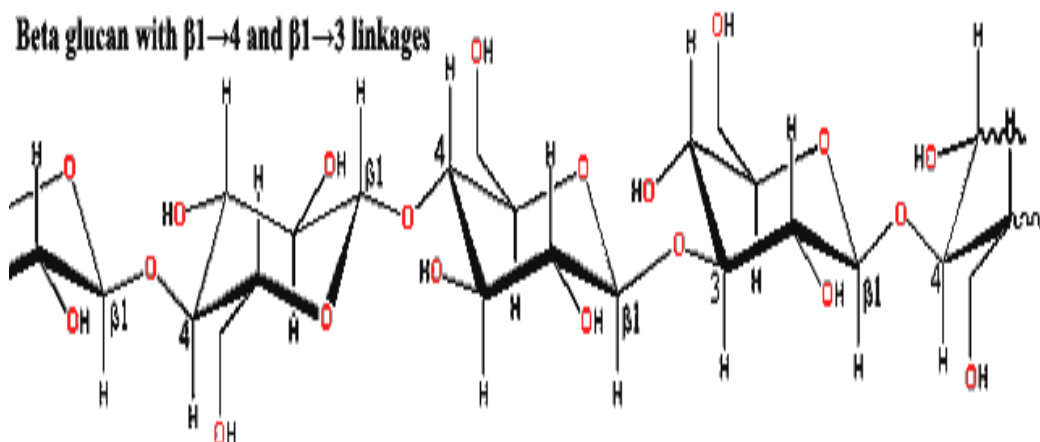
Sklizené obilky určené pro potravní účely se nejprve musí zbavit pluch, které tvoří asi 25 až 30 % z celkové hmotnosti obilek. Pluchy obsahují vysoký podíl ligninu, dalších vláknitých složek a křemičitých částic, které mohou dráždit ústní dutinu a jícnem.

Mlýnské zpracování ovsa je obtížnější než u ostatních obilovin. Obilky ovsa jsou měkčí, olej je rozložený v celém semenu, to ztěžuje oddělení vnějších lignifikovaných (zdřevnatělých) vrstev a následné rozdělení na jednotlivé frakce mletí. Navíc se dostanou přítomné oxidační enzymy do styku s olejem, který začne rychle žluknout, což se projeví nepříjemným zápachem. Tyto nevýhody lze překonat teplenou úpravou obilek při vysoké vlhkosti před mletím.

Pro ječmen jsou typické β -glukany s dvěma nebo více sousedícími (1,4) vazbami.

Rozpustnost ve vodě závisí především na jejich struktuře. Čím více je v molekule vazeb (1,4), tím nižší je rozpustnost polymerů. Nejvíce rozpustné jsou polymery s obsahem zhruba 30 % vazeb (1,3) a 70 % vazeb (1,4), jejichž řetězec je složen z 2-3 jednotek β -D-glukózy spojených vazbami (1,4), mezi nimiž se nachází jednotka vázaná vazbou (1,3).

Z uvedených důvodů byl oves z hlediska lidské výživy dlouhou dobu opomíjen.



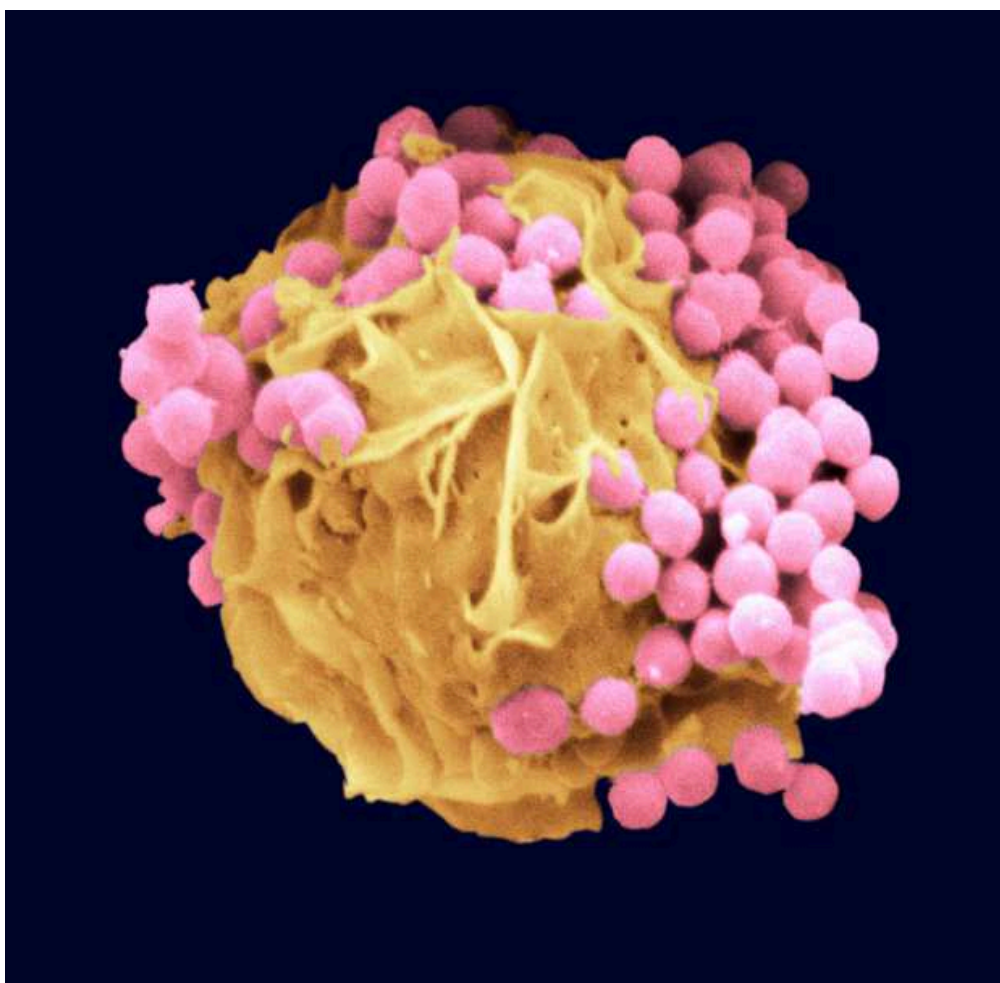
Obrázek č.5: Chemická struktura ovesného β -glukanu ukazující strukturu beta 1,4 a β 1,3 glykosidické vazby (Pillai 2013), citace Aman (2010).

Určitý obrat nastal po zjištění, že má schopnost snižovat hladinu krevního cholesterolu. β -glukan, jako účinná složka, je v základu polysacharid přítomný v endospermu obiliek, konkrétně ve stěnách buněk, kde tvoří asi tři čtvrtiny celkové hmoty. V pluchách obsažen není.

U obilných β -glukanů bylo prokázáno, že snižují obsah glukózy v krvi, hladinu celkového a LDL (nizkohustotního) cholesterolu. Současně neovlivňují hladinu příznivého HDL (vysokohustotního) cholesterolu. Jsou tedy perspektivní a vhodné na výrobu funkčních potravin pro lidi, kteří onemocněli cukrovkou nebo poruchami lipidového metabolismu.

Až do nedávné doby se vycházelo ze skutečnosti, že na rozdíl od β -glukanů obilninových mají β -glukany hub, kvasinek a plísní další významnou vlastnost, kterou je chránit jedince před vznikem nádorového bujení, jelikož posilují imunitní systém a současně inhibují růst nádorů.

Tato jejich aktivita závisí na molekulové hmotnosti, četnosti větvení a konfirmaci vazeb.



Obrázek č.6.: Fagocytóza – pohlcení a zničení cizorodého materiálu za pomoci β -glukanu.

<http://www.beta13dglucan.org/betaglucaninterestingphotos.html>

Nejvyšší protinádorovou účinnost mají β a D - glukany se stupněm větvení 0,20 - 0,33 a vyšší relativní molekulovou hmotností (100-200 kDa), některé tyto β -glukany, např. lentinan z houby houževnatce jedlého (*Lentinus edodes*) se úspěšně zkouší v USA při léčbě nádorových onemocnění.

Jeho stupeň větvení je 0,23 - 0,33 a je zajímavé, že i β -glukan z houby hlívy ústříčné (*Pleurotus ostreatus*) se stupněm větvení 0,25 je protinádorově perspektivní.

V poslední době však byla teorie, že protinádorové aktivity β -glukanu patří jen houbovým β -glukanům zcela vyvrácena tím, že různě silnou aktivitu tohoto typu mají i β -glukan ječmene a ovesa. Bohužel množství a fyziologická účinnost obilných β -glukanů závisí nejen na obilnině, na jejím druhu a odrůdě, ale dokonce na klimatu, agrotechnice, půdních podmínkách a dalších faktorech. Překvapivě nejmenší vliv má výživa a hnojení.

Vzhledem k příznivým fyziologickým účinkům β -glukanů na lidský organismus a k širokým možnostem jejich komerční využití v průmyslové produkci výrobků v kategorii "potravinové doplňky" nejsou léčebné účinky preparátů podloženy vědeckými pokusy je vědecká i odborná literatura touto tematikou doslova zaplavena.

S ohledem na cíl mé bakalářské práce, jímž je relativně levný způsob izolace β -glukanů ze základní suroviny (oves, ječmen), stanovení relativní molekulové hmotnosti izolátu a popis změn, ke kterým dochází při kuchyňských a technologických operacích, ve výrobcích obohacených o β -glukany jsem rozdělila literární přehled, který jsem měla k dispozici do níže uvedených tří kategorií:

- a) Izolace β -glukanů.
- b) Relativní molekulová hmotnost β -glukanů.
- c) Změny β -glukanů ve výrobcích při technologických operacích.

2.2.1. Izolace β -glukanů

Tématika izolace β -glukanu je jedním z nejfrekventovanějších odkazů v literatuře. Následující autoři přispěli k řešení výše zmíněného problému včetně popisu fyzikálních vlastností produktu (AUTIO et al. 1987, 1992; BEER et al. 1996; BHATTY 1993, 1995, 1999; BURKUS; DAWKINS; GUPTA 1996; HOBKIRK 1954; MACKENZIE 1952; NNANNA 1993, 1995; PRECCE ;TOSH et al. 2002, 2004; WOOD 1977, 1984, 1986; WOOD et al. 1978, 1989, 1990.)

S izolací je řešená samozřejmě i analytika β -glukanů (AUTIO et al. 1987; CARR 1990; DUBOIS et al. 1956; GLENIE-HOLMES 1985; KARKALAS 1985; MC CLEARY; WEISZ 1984; 1992; WOOD 1977, 1984).

Izolace β -glukanů je často spojována s vlivem na fyziologické účinky produktu (BRENNAN; CLEARY 2005; HARALDSSOU et al. 2005; LAZARIDOU et al. 2007; LUND et al. 1989; NOVÁK 2007; WOOD 1989).

Izolaci β -glukanů a význam genotypu obilniny řeší ve svých publikacích (AJITHKUMAR et al. 2005; AMAN et al. 2010; ANDERSSON et al. 2003, 2008; BHATTY; BHATTY et al. 1991; BHATTY 1995; VASANTHAN, WELCH et al. 1989; ROSSNAGEL 1998; SHEWRY et al. 2010).

Vztahem arabinoxylanů a β -glukanů se zabývají autoři (AMAN 2005; ANDERSSON, ROUBROEKS et al. 2000).

Zhodnocení první části literárního přehledu

Ze záplavy literárních odkazů je zcela zřejmé, že původní práce autorů, které obsahují skutečně nové objevy, tvoří jen minimální podíl celkově publikovaných prací.

Většina prací totiž vychází ze základních poznatků od předních badatelů v tomto oboru a modifikují je podle různých, často mimořádných podmínek svých experimentů. Zdá se, že je to výsledek celosvětové touhy pro publikační činnost, která se stává jediným měřítkem a hnacím motorem aktivity výzkumné práce. Naopak kvalita a získané poznatky jsou až na druhém místě.

Analytika β -glukanů je podle literárních pramenů sice velmi složitá, ale v podstatě se při jejich výzkumu používají pouze dvě metody.

První se nazývá metoda průtokové injekční analýzy (FIA) na analyzátoru SKALÁR firmy Carbon Instruments s fluoridem. Ten stanoví míru zvýšení fluorescenčního záření komplexu β -glukanů s fluorescenčním barvivem Calcofluor WHITE M2R (SIGMA-ALDRICH, USA).

Jeho roztok je nutno stabilizovat zvláštním postupem, který popisuje (JORGENSEN 1988). Někteří autoři pracují s přístroji, které jsou vlastní modifikací Skaláru (HUBÍK; TICHÝ 1996), jiní autoři upravují vlastní SKALAR, případně používají speciální analyzátor pro stanovení β -glukan Carlberg (ANAL YTICA EBC 1997). Druhá metoda enzymatická kde se pracuje s nejčistší lichenázou a β -glukosidázou. Glukóza vzniklá z rozložených β -glukanů se měří spektrofotometricky (MANZI; PIZZOFERRATO 2000) nebo amperometricky glukózovou elektrodou (BOYACI et al. 2002)

Existují i modifikace této metody (ZYKMUNT et al. 1993). I přestože analyzované pracoviště vlastní základní SKALAR, jeho příslušenství včetně fluorimetru stojí přes 4 000 000,- Kč. K vzhledem k uvedené vysoké pořizovací ceně zakoupeno být nemohlo. Enzymatická metoda vyžaduje práci s drahými anglickými enzymy ve velkých sériích. Jediným řešením bylo využít analytické kapacity Zemědělského ústavu v Kroměříži a výzkumné laboratoře pivovaru Nymburk. Kompletní zařízení pro SKALAR má i českobudějovický pivovar BUDVAR, ale prozatím nebylo uvedeno do činnosti.

Sledováním obsahu β -glukanů a podmínek, které vedou k jejich maximální produkci, se ve vědecké literatuře zabývá mnoho autorů. Bohužel, závěry výše uvedených pozorování nejsou v průmyslové výrobě β -glukanů příznivé. Jejich obsah v ječmeni i ovsu závisí na interakci velkého počtu faktorů.

Největší vliv z nich má zřejmě průběh počasí během vegetace a nejnižší vliv hnojení. Jinak řečeno: koncentrace β -glukanů v ječmeni má kolísavé hodnoty.

Z tohoto důvodu je druhá metoda izolace, tzv rozpouštěcí výhodnější, než první metoda extrakční. Rozpouštěcí metoda izolace je výhodná také proto, že nemá žádný odpad. Extrakční metoda má mnoho odpadu a produkuje ječný či ovesný nativní škrob, je sice zřejmé, že by mohl být dobře využitelný v kosmetickém průmyslu, ale na trhu o něj takový zájem není.

2.2.2 Relativní molekulová hmotnost β -glukanů

Velikost molekuly je kvalitativním znakem β -glukanů z hlediska jejich fyziologické účinnosti. Vědecká literatura je zastoupena řadou publikací, které se této problematice věnují s ohledem širokého spektra různých podmínek. Nejvýznamější jsou publikace výrazných kapacit v tomto oboru (ANDERSSON et al. 2004, 2008, 2009; AJITHKUMAR et al. 2005; FRANK et al. 2004; AMAN et al. 2004; RIMSTEN et al. 2003; ROUBROEKS et al. 2000, 2001; TOSH et al. 2004; DAWKINS, NNANNA 1995; WOOD et al. 1991).

Zhodnocení druhé části

Dobře vybavená pracoviště dnes sledují molekulovou hmotnost β -glukanů v podstatě pouze jedinou metodou a to kalibrovanou vysoce výkonnou gelovou chromatografií s detekcí Calcofluorovou metodou. Méně vybavená pracoviště již nemají takovou automatiku prací a proto jejich analytika je více "ruční". Používají se molekulová síta a různé zjednodušující pracovní postupy, samozřejmě méně spolehlivé (spíše výjimkou jsou další metody, např. klasická Svedbergova metoda stanovení relativní molekulové hmotnosti na ultracentrifuze s detekcí světelnou absorpcí či refraktometricky). Nejméně vybavená pracoviště jsou odkázána na zdlouhavá měření na obyčejných viskozimetrech. To je i případ mého pracoviště, na kterém se k měření molekulové hmotnosti β -glukanů používá klasický skleněný viskozimetr dle Ubellohde.

2.2.3. Změny β -glukanů ve výrobcích při technologických operacích

Pilířovou publikací v této oblasti je rozsáhlá práce (AMAN et al. 2004). Další autoři už přináší méně významné výsledky (AUTIO, MALKKI, VIRTANEN 1992; BRENNAN, CLEARY 2005; THAMMAKITI et al. 2004; DAWKINS et al. 2001; CARR 1990; BAIRD, PETTITT 1991; WOOD 1984; SYMONS et al. 2004; VOLIKAKIS et al. 2004).

Zhodnocení třetí části literárního přehledu

Průměrná molekulová hmotnost β -glukanů ovsa se pohybuje v intervalech 2,06-2,30 x 10⁶ g/mol, u ječmene je interval poněkud širší. Pasterizace, pečení, extraxe a jakékoliv kynutí (fermentační proces) snižují β -glukany na hodnotu molekulové hmotnosti 0,24-1,67 x 10⁶ g/mol, vařením a smažením se sníží obsah β -glukanů ještě více a největší vliv má fermentační proces. Degradace je tím větší, čím je zrno materiálu s obsahem β -glukanů menší a čím je doba fermentace delší.

Na závěr literárního přehledu mé bakalářské práce bych se zmínila o dalším výzkumu v této oblasti: Téma β -glukanů ve fyziologii člověka může být i problematické. Je zřejmé, že počáteční nadšení a obrovský zájem o ně pozvolna opadá a zároveň se objevují se témata nová.

Pozornost je zaměřována na dietní vlákninu jako celek. Byla vyvinuta rychlá metoda k stanovení celkové dietní vlákniny (tzv. UPPSALAMETODA), která určí neutrální cukerné zbytky a je sledován vliv genotypu prostředí na dietní vlákniny a to nejen v ovsu, ječmeni, ale i v pšenici (RAKSREGI et al. 2010).

Obrovský zájem je věnován fyziologicky účinným látkám a ve vláknině žita jsou sledovány nejen β -glukana (ANDERSSON et al. 2008), ale hlavně jeho lignany (HALLMANS et al. 2003; NILSSON et al. 1997). Pozornost je věnována i enzymatickým přeměnám β -glukanů, zvláště ve spojení s technologickými operacemi v potravinářském průmyslu (ANDERSSON et al. 2004; TROGH et al. 2004; SUNDBERG et al. 1994; WESTERLUND et al. 1990). Z tohoto hlediska je významné zjištění, že enzymatická hydrolýza β -glukanů je velmi snadná a může probíhat nejen za spoluúčasti známých enzymů, štěpících beta-glukany, ale i systémy jinými např. činností bakterií mléčného kvašení (AMAN et al. 1990).

**3.NÁVRH UŽITNÉHO VZORU „ VÝROBA JABLEČNÉHO PYRÉ
S OBSAHEM OVESNÝCH NEBO JEČNÝCH β -GLUKANŮ JAKO
FUNKČNÍ POTRAVINA“**

Původci: Miroslava Vrzáková, Ladislav Kolář prof.Ing. Dsc.

Majitel: JČU v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta České Budějovice,
CZ

Oblast techniky: zemědělství a potravinářství.

3.1 Dosavadní stav techniky:

Obilné β -glukany (z obalových vrstev zrn ovsa a celého endospermu zrna ječmene) mají ve vědecké literatuře mnohokrát ověřený vliv na snížení hladiny krevního cukru a škodlivého LDL (nízkohustotního) cholesterolu.

Kromě snížení hladiny LDL-cholesterolu a krevního cukru je známo, že β -glukany jsou antinutričním faktorem, který zhoršuje využití živin z přijaté stravy či krmiva. Bohužel to zatím nebylo prokázáno u lidí, ale u zvířat ano. Při spotřebě krmiv s vyšším obsahem β -glukanů jsou přírůstky hmotnosti zvířat prokazatelně nižší. Podobný efekt lze očekávat i u lidí, jelikož základem odtučňovacích diet je snížený příjem tuků a sacharidů a zvýšený příjem bílkovin.

Prevenčí proti vzniku srdečně - cévních chorob nejsou jen β -glukany. Velký ochranný význam je připisován skupině antioxidantů z konzumované zeleniny a ovoce (vitamin E, C, stopové prvky, látky rostlinného původu).

- a) probiotikům a prebiotikům (acidofilní mléko, kysané mléčné výrobky, obohacené bifidobakteriemi)
- b) fytosterolům (řepkový olej a panenské - extra virgin - oleje)
- c) fosfolipidům (výrobky ze sóji)
- d) ligninům (chléb s lněnými semínky).

Značný význam mají také flavonoidy ze skupiny antioxidantů, jejichž nejbohatším zdrojem je červená cibule, také kapusta, z ovoce, například jablka ale jejich obsah je o 700x méně, než v červené cibuli.

Aby se uskutečnila z výše zmiňovaných látek prevence, je důležité denní množství, které by měl dospělý jedinec konzumovat. U obilných β -glukanů se jedná o dávku 3g/den na osobu.

Protože v obilkách některých speciálních odrůd ječmene je až 10 % β -glukanů a v obilkách ovsa 7 % zdálo by se, že výroba funkčních potravin s β -glukany není žádný problém.

Vše je ale složitější. Speciální odrůdy ječmene jsou pro pěstitele rizikové.

Odbyt pro tyto druhy odrůd zajištěn nemá a ve většině případech nebude riskovat ve svém podnikání, do kterého vkládá své investice. Navíc obsah β -glukanů je velmi závislý na průběhu povětrnosti, na lokalitě i na agrotechnice.

U ovsa je situace ještě horší, neboť není odbyt ani pro běžné pluchaté odrůdy ovsa natož pro oves tzv. "nahý" (bezpluchá odrůda), který je na β -glukany bohatší.

I zde platí pravidlo, že obsah β -glukanů velmi kolísá podle lokality i ročníku a proto pěstování ovsa pro tyto účely představuje v drastických podmínkách zemědělské výroby v ČR pro pěstitele neúnosné riziko.

Právě při porovnání ovsa a ječmene zjistíme, že oves na rozdíl od ječmene obsahuje β -glukanu ne v celém endospermu, ale jen v podpovrchových vrstvách. Proto je velmi výhodné používat jako zdroj β -glukanů jen rozemleté podpovrchové vrstvy ovesných obilek - ovesné otruby.

Tímto směrem postupovali v kolektivu profesora Ladislava Koláře v předchozích letech a to velmi neúspěšně. V ČR nenalezli vhodné mlecí zařízení pro výrobu takového produktu a museli využívat málo produktivní zařízení starých historických mlýnů a bohužel přes všechny těžkosti s nepříliš povzbudivým efektem.

V zahraničí, např. ve Skandinávii, je tato výroba ze speciálních odrůd zcela běžná, bohužel produkty dovážené do ČR jsou extrémně drahé; 1 kg švédského Vitalbrenu s obsahem 14 % β -glukany se pohybuje na trhu v cenové relaci přibližně v rozmezí 1 000,- Kč.

V českých podmínkách pracovníci katedry považovali za úspěch, když alespoň nějaký nahý oves sehnali, o možnosti získat větší množství speciální odrůdy s vyšším obsahem β -glukanů nebylo ani řeči.

Chceme-li v ČR používat ječmen či oves na β -glukany pro získání funkční potraviny s vyšším obsahem látky a vyrobit základní produkt levnější, než je dovozní švédský výrobek jsme limitováni tím, že vyrobujeme možné uskutečnit pouze z běžně pěstovaných ječmenů (oves je v podmínkách rostlinné výroby ČR nevýhodný i z hlediska přístupných omílacích technologií).

Dále na rozdíl od jinde užívaných technologií rozpouštění a izolace β -glukanů v základní surovině musíme jít cestou rozpouštění hlavní součásti obilky škrobu.

3.2.Podstata technického řešení:

Základním materiálem je bílkovino- β -glukanový koncentrát z ječmene ve vlhkém stavu z výroby nebo vláknino- β -glukanový koncentrát z nahého ovsa, jedná se o svrchu omletou vrstvu ovesných obilek jinak řečeno „ovesné otruby“ s vlastním obsahem vody.

Bílkoviny ječmene jsou velice vhodné, neboť vyrovnávají střed mezi živočišnými a rostlinnými bílkovinami u otlých lidí, kteří tyto diety používají. Přebytek živočišných bílkovin by mohl vyvolat ledvinové komplikace a i z hlediska hygieny střev je jednoznačně záporný. Z uvedených důvodů je výrobní postup orientován na současnou izolaci β -glukanů s ječnými bílkovinami.

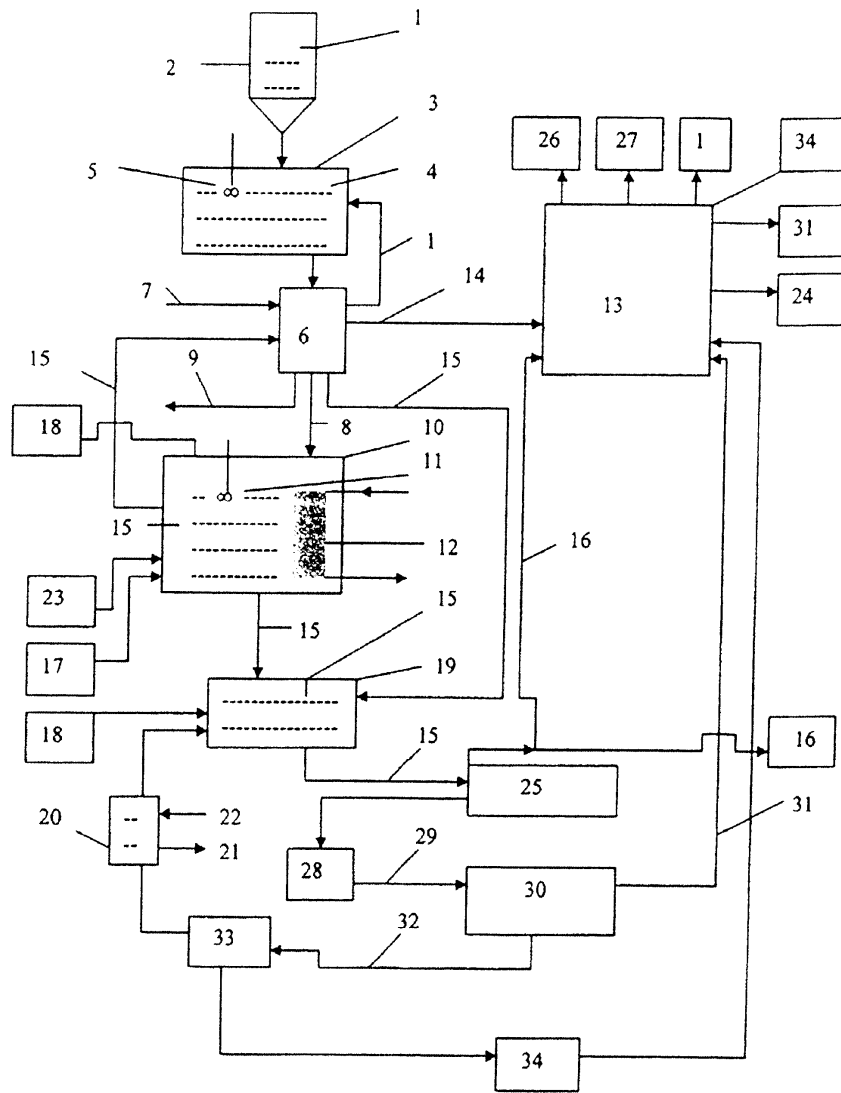
- 1) V alikvotní části vlhkého produktu se stanoví sušina a současně i obsah bílkovin a obsah β -glukanů produktu.
- 2) Podle zjištěného obsahu β -glukanů se upraví denní nutná dávka tohoto produktu pro 1 dospělou osobu za den tak aby odpovídala 3g β -glukanů. Protože různé ječmeny mají různý obsah bílkovin i β -glukany, mění se i obsah těchto složek v mezích 70-85% a obsah β -glukanu 15-30%. Podle analýz pak kolísá nutná denní dávka koncentráту v mezích 10 - 20g na 1 osobu za den, průměrně tedy asi 15g na 1 osobu produktu v sušině. Při práci s ovesnými otrubami je také nutná neustálá analytická kontrola naprosto nutná. Obsah β -glukanů je závislý nejen na odrůdě nahého ovsa, způsobu jeho pěstování, lokalitě, povětrnosti, ale i na technologii mletí. Výběrem odrůdy lze dosáhnout v ovesných otrubách kolem 15-20% β -glukanů, takže denní dávka pro 1 osobu je asi 18g.
- 3) Vypočtená dávka produktu v sušině se přepočítá na vlhký produkt, který se již nesuší, ale pomocí ultrazvukové desintegrace rozptýlí v malém množství vody. Vznikne tak hustý, lepivý roztok, který se vypočtené dávce se promísí s jablečným pyré.
- 4) Výroba bílkovino- β -glukanových koncentrátů byla popsána v užitém vzoru č. 22445 „zařízení pro zpracování ječmene“, Úřad průmyslového vlastnictví Praha) autorů Ladislav Kolář, Stanislav Kužel, Šárka Silovská,

Jiří Peterka, Jana Pezlarová, Tomáš Lošťák Josef Maroušek ze JČU v Českých Budějovicích, 2011.

- 5) Potravinářský ječmen s vyšším obsahem β -glukanů (nevhodné jsou ječmeny průmyslové sladovnické a hlavně krmné) se rozemele na drť, která se v extrakční nádobě s míchadlem extrahuje alkalickým roztokem. Čím je alkalita extrakčního roztoku vyšší tím je vyšší výrobek extrakce, ale kvalita β -glukano se zhoršuje. Extrahuje se 2-3 krát, není-li použito protiproudé extrakční kolony.
- 6) Pevný a kapalný podíl se oddělí hrubou filtrací na sítích, promývací roztok je voda, okyselená octem. Filtrát se neutralizuje na pH=6,5 zředěnou HCl, přidá se aktivátor (roztok CaCl_2) a enzymatický přípravek Termamyl 120 L a rychle se zahřeje na teplotu 95° C aby se zničily enzymy rozkládající β -glukany přítomné v hmotě ječmene. Po skončené hydrolyze ječného škrobu se po ochlazení neutralizuje zředěnou HCl na přesně pH=4,5 a zchladí se na teplotu 1-3°C. V kapalině se sráží bílkoviny, které v klidu sedimentují. Pak se přidá více než 50 % obj. lihu, promíchá se a při nízké teplotě se udržuje při 1-3 C po dobu 24 hodin. Sráží se gumovitá směs β -glukano a arabinoxidů, které se od β -glukano a ječných bílkovin již nedělí. Vlastnosti arabinoxylanů jsou velmi blízké vlastnostem β -glukano a lze předpokládat i blízké fyziologické účinky obou skupin látek. Gumovitá hmota se oddělí na plachetkovém filtru. Filtrát se vede na destilační kolonu k regeneraci lihu a po jeho oddestilování se zbývající roztok oligosacharidů zahustí na odparce.
- 7) Jablečné pyré se připraví obvyklým způsobem – dušením oloupaných a rozkrájených jablek s přídavkem celé skořice a hřebíčku (dle chuti) bez přídavku cukru s 5-10 % vody. Pyré se následně rozmixuje s bílkovino- β -glukanovým koncentrátem, v množství tak aby 100g výrobku obsahovalo denní nutnou dávku produktu pro 1 dospělou osobu s 3g čistých β -glukanů.
- 8) Výrobkem jsou naplněny skleněné nádoby, které se následně zavíčkují a obvyklým způsobem sterilizují.

3.3. Technologický výkres

OBR.1



V zásobníku 2 se skladuje hrubě namletá ječná drť 1, která se dávkuje do extrakční nádoby 3, s míchadlem 5 a s extračním roztokem 4. Čím více je extrakční roztok 4 alkalický, tím vyšší je výtěžnost β -glukanů, ale zhoršuje se jejich kvalita. Extrakční roztok 4 může být i voda, což vede k extrakci vysoce kvalitních β -glukanů, ale s malou výtěžností, takže extrakce se musí i několikrát opakovat. U alkalického extrakčního roztoku 4 je nutno toto provádět alespoň dvakrát za sebou. Použitá ječná drť 1 se odfiltruje na síťovém filtru 6 jako pevný podíl 14 z filtrace, promývá se promývacím roztokem tvořeným vodou s octem, který je přiveden na síťový filtr 6 přívodem 7 a přes odvod 9, vede se na sušárnu 13.

Po vysušení se může použít např. jako krmivo pro hospodářská zvířata (drůbež). Filtrát 8 ze síťového filtru 6 se shromažďuje v procesní nádrži 10, promíchá se míchadlem 11 a neutralizuje se neutralizační kyselinou 18, nejčastěji zředěnou kyselinou chlorovodíkovou, až na hodnotu pH= 6,5.

Do procesní nádrže 10 se přidá enzymatický aktivovátor 23 tvořený bezvodým CaCl_2 a enzymatický přípravek 17 na bázi enzymu L-amylázy termoodolného typu se zaručenou funkcí i při teplotě 95 C. Procesní kapalina 15, která takto vznikne v procesním nádrži 10, se zahřívá na teplotu 95 C pomocí vyhřívacího tělesa 12, aby se zničily enzymy rozkládající β -glukany, a udržuje se při 95 C celkem 60 minut, načež se procesní kapalina 15 nechá volně zchladit na pokojovou teplotu.

Po ochlazení se procesní kapalina 15 zneutralizuje neutralizační kyselinou 18 tvořenou zředěnou HCL (1 : 2 – 1 : 3) tak dlouho, až se dosáhne hodnoty přesně pH = 4,5 a nechá se v klidu až do vysrážení bílkovin. Procesní kapalina 15 se v jedné variantě příkladu provedení může přečerpat přes síťový filtr 6, kde se odfiltruje pevný podíl 14 (bílkoviny) a odvede se na sušárnu 13, odkud se distribuují sušené bílkoviny 26 jako krmivo pro hospodářská zvířata, přičemž procesní kapalina 15 bez bílkovin se vrátí do procesní nádrže 10.

V druhé variantě příkladu provedení se procesní kapalina 15 ponechá v procesní nádrži 10 i vysráženými bílkoviny. Procesní kapalina 15 s bílkoviny nebo bez nich se přečerpá do chlazené srážecí nádoby 19. Přidá se líc 20 v množství alespoň 50 % objemových, promíchá se a zchladí se na teplotu 4 C, která se udržuje 24 hodin.

V chlazené srážecí nádobě 19 se vysráží hmota tvořená gumovitými β -glukany a arabinoxylany, které nelze od β -glukanů účinně oddělit, ale jejich vlastnosti jsou obdobné příznivé jako vlastnosti β -glukanů, takže není potřeba je separovat. Gumovitá hmota se spolu s již vysráženými bílkovinami oddělí filtrační plachetkou na plachetkovém filtru 25.

Vlhká hmota β -glukanů 16 i bílkovin se zváží a stanoví se obsah sušiny. Suší se v sušárně 13 při 105 C, pak se suchá hmota mele a vytvoří se sušené β -glukany 24 nebo sušená směs β -glukanů. Tyto lze využít jako surovina pro funkční potraviny.

V jedné variantě příkladu provedení se přefiltrovaná procesní kapalina 15 z plachetkového filtru 25 odstředí a následně suší na odparce nebo na sušárně 13 na suchou směs 27 glukózy, a která se zužitkuje jako krmivo pro hospodářská zvířata, nebo jako sladidlo pro přípravu energetických nápojů pro zvířata, např. pro skot.

V druhé variantě příkladu provedení se procesní kapalina 15 z plachetkového filtru 25 vede do kvasné nádoby 28, kde se cukerné roztoky zpracují obvyklým kvasným způsobem na kvas 29, který se odstředí v odstředivce 30. Odstředěním získaná kvasničná bílkovina 31 se suší na sušárně 13 a zužitkuje se také jako krmivo pro hospodářská zvířata. Zbytkový kvas 32 zbavený kvasničné bílkoviny 31 jde z odstředivky 30 do destilační kolony 33, kde se z něho destiluje líh 20.

Výpalky 34 z destilační kolony 33 se použijí jako krmivo pro hospodářská zvířata, s výhodou po jejich usušení na sušárně 13. Líh 20 se může vyrábět jako samostatný produkt k prodeji, nebo se skladuje v záchytné nádrži, ze které se přes ventil 22 doplnění lihu 20 dopouští do chlazené srážecí nádoby 19 k procesu srážení β -glukanů. Přes ventil 21 odběru lihu 20 se líh 20 může odebírat do nádob a následně skladovat jinde nebo prodávat.

3.4. Příklady provedení

Níže popsany příklad uskutečnění technického řešení je určen jen pro ilustraci, ne jako omezení dalších možných provedení technického řešení.

(%)

škrob	60,0
bílkoviny	13,0
N -látky rozpustné	2,0
celulóza	5,0
pentosany	9,0
β-glukany	3,5
nízkomolekulární sacharidy (sacharóza, maltóza, glukóza, fruktóza)	2,5
tuky	3,0
minerální látky	2,0
celkem	100

Tabulka č.4.: Složení vzorku použitého ječmene k mému receptu (odrůda: BLANÍK) v sušině

Produkt v množství:

13,4 % suš. množství rozemletého ječmene obsahuje 81,1 % bílkovin a 18,9 % β-glukanů. Denní nutná dávka je 15,9 g/den pro 1 dospělou osobu.

Návod na výrobu β -glukano-jablečného koláče:

300g polohrubé mouky se smísí s 200g hladké mouky, 1 lžička soli, 1/3 kostky másla (85g), 2 lžíce oleje, 1 lžíce rumu, 2 lžíce pískového cukru a 2 žloutky rozmíchané v 200 ml. vlažného mléka. Přidá se kvásek připravený z 300g droždí, 1 lžíce cukru, 1 lžíce mouky a 50ml mléka. Vypracujeme těsto, které se nelepí na stěny nádoby. Povrch těsta se popráší moukou a přikryje utěrkou. Nechá se na teplém místě 45 minut kynout. Z vykynutého těsta tvoříme kuličky, které váží 100g a pokládají se na máslem vymazaný plech. Skleničkou zabalenou v utěrce a omoučenou v mouce se v každé těstové kuličce vytlačí střed pro náplň. Vyvýšené okraje koláčů se potřou bílkem, rozšlehaným v troše mléka.

Zmíněná náplň je tvořená denní nutnou dávkou bílkovino- β -glukanového koncentrátu (159g) na 1 koláč tj. 159g na 1 kg. Těsta pro 10 koláčů se smísí s 250g měkkého tvarohu, přidá se 1 vejce, 1 balíček vanilkového cukru, 2 lžíce pudingového prášku s vanilkovou příchutí a 50g ve studené vodě vypraných rozinek. Do prohlubně 10 koláčů se náplň rozdělí. Na ni se dá jablečná část nádivky, která se připraví rozvařením 500g oloupaných rozkrájených jablek s 1 balíčkem vanilkového cukru a lžičkou mleté skořice.

Je možné tvarohovou část vynechat a vmíchat bílkovino-beta-glukanový koncentrát přímo do jablečné části náplně.

Konečná úprava výrobku se dokončí posypáním drobenkou připravenou z 160g hrubé mouky, 100g pískového cukru a 80g. másla.

Koláče se pečou při 180C 25-30 minut.

Dostatečná dávka beta-glukanů: 1 koláč denně.

3.5. Průmyslová využitelnost.

Předmět užitého vzoru se dá využít v oblasti pekařské i cukrářské výrobě. Výhodou je, že vedlejší produkty získané při zpracování se dají zpracovat nejen k výrobě řady krmiv pro zvířata, ale v neposlední řadě je můžeme použít k výrobě lihu.

4) DISKUSE

Historie využívání různých léčebných přípravků, které vykazovaly příznivé účinky pro organismus sahají do dávného Japonska, Číny a dalších oblastí Dálného východu, kde byly k těmto účelům používány nejprve různé druhy léčivých hub/například houba Shiitaké-totožná s naší houbou hlívou ústřičnou. Tyto houby sloužily vedle přirozené potravy jako suroviny pro přípravu různých výtažků, prášků a mastí. Pomáhaly k prevenci rakoviny, virových onemocnění, vysoké hladiny cholesterolu v krvi a vysokého tlaku.

Právě na tom měl zásluhu také β -glukan, který byl izolován z buněčných stěn hub dokonale se rozpouštěl ve vodě a lehce se vstřebával. Jak už jsem zmínila ve své práci, β -glukan má účinky aktivovat imunitní systém (díky makrofágům), zvyšuje odolnost a působí jako imunostimulátor.

Primární zdroje glukanů jsou kvasinky (zejména Evropa, USA), různé houby (Japonsko, Čína) a obiloviny (převážně Kanada). Na základě vědeckých prací byl v Kanadě oves uznán jako první obilnina, u které mohl mít vyrobený produkt na své etiketě v USA označení zdravotní přínos - snížení rizika srdečně cévních chorob.

Vědecké studie v USA prokázaly, že β -glukan může působit jako účinný zachycovač volných radikálů. Ve výzkumech provedených na institutu U.S Armed Forces Radiobiology, byl β -glukan podáván krysám, které byly ozářeny dávkou radiace. 70% těchto krys mající v sobě dávku β -glukanu bylo kompletně chráněno proti účinkům radiace jelikož je schopný chránit makrofágy cirkulující v krvi od napadení volnými radikály při i po radiaci, až by došlo ke změně jejich důležitých funkcí. β -glukan dokázal aktivovat makrofágy, aby byly schopné zachytávat zbytky buněk nebo jen z části poškozené buňky postižené radiací.

Místní působnost jednotlivých zdrojů β -glukanu ve světě je víceméně tradiční a odpovídá větší dostupnosti pro izolaci β -glukanů. Záměrně jsem se ve své práci zaměřila právě na získání β -glukanů z obilovin i když u nás laboratorní zkoumání není až tak rozšířené.

Již v historii byly totiž ovesné produkty z pohledu lidského zdraví u nás vysoce ceněny.

Například farář Kneipp, který se zabýval léčitelstvím, považoval ovesný nápoj s medem za vynikající lék pro osoby zotavující se z těžkých operací, nebo pro fyzicky či psychicky vyčerpané jedince.

Úspěch ovesných produktů a jejich příznivé působení na lidské zdraví nezůstal jen v zájmu lidových léčitelů. Na našem trhu je k dispozici několik stovek produktů s β -glukany ale hlavním zdrojem je převážně hlíva ústřičná.

V poslední době se rovněž prokázalo, že β -glukan může mít významný efekt při následcích použití biologických zbraní, především nákazy anthraxem.

Významný je účinek obilovin ječmene, ovsu, na snižování hladiny sérového cholesterolu a jaterního lipoproteinu, vedoucí ke snižování rizika aterosklerózy a onemocnění srdce.

V centrálním nervovém systému β -glukany aktivují buňky, které hrají významnou úlohu při ochraně před onemocněním Alzheimerovy choroby nebo AIDS.

Možné účinky β -glukanů v makroorganismu jsou tedy velmi rozmanité a zasahují nejen imunitní systém, pravděpodobně je však většina popsanych účinků určitým způsobem s funkcí imunitního systému více či méně spojena.

5) ZÁVĚR

V dnešní době, kdy lidé trpí čím dál častěji civilizačními chorobami a poruchami imunitního systému, je alternativní léčba přírodními preparáty mezi lidmi oblíbené a vyhledávané téma. Podmínky moderního života nám znemožňují vyhnout se zdrojům ionizujícího a neionizujícího záření jako jsou letecká doprava, počítačové terminály, vysokonapěťová vedení, radioterapie, rentgen, ultrazvuk, mamografy, UV záření a blízkost jaderných zařízení.

V mé bakalářské práci jsem se snažila popsat význam funkčních potravin a hlavně svou pozornost zaměřit na jeden z četných nutriceutik a to β -glukan.

Uvedla jsem nový způsob izolace bílkovino- β -glukanového koncentráту z ječmene u něhož je výhodou cenová dostupnost, která je výrazně nižší, než současné způsoby jeho izolace .

Další výhodou je to, že je velmi malo závislý na výchozí koncentraci β -glukanů v obilné surovině, která je pro izolační postupy cenově rozhodující.

Je popsáno jednoduché zpracování získaného bílkovino- β -glukanového koncentráту z ječmene na jednoduchém příkladu β -glukano-jablečného koláče.

Tím jsem se snažila naznačit, že vůbec není složité jeho využití v běžném životě a mohl to být jeden z návrhů pro začínající podnikatele k nalezení chybějícího segmentu na trhu pro svou podnikatelskou činnost za přítomnosti dobré reklamy a osvěty.

6) SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. Aman P., Andersson A. A. M., 2008: Oats fun of soluble fibre. *Agro Food Industry Hi-T.ech*, 19,2: 25-27.
2. Aman P., Rimsten L., Andersson R., 2004: Molecular weight distribution of β -glucanů in oat-based foods. *Cereal Chemistry*, 81, 3: 356-360.
3. Andersson A. A. M., Andersson R., Aman P., 2001: Starch and by-products from laboratory-scale barley starch isolation procedure. *Cereal Chemistry*, 78, 5: 507-513.
4. Ajithkumar A., Andersson R., Christerson T., Aman P., 2005: Amylose and β -glucanů content of new waxy barleys. *Starch-Starke*, 57, 6: 235-239.,
5. Aman P., Andersson R., Frederiksson H., 2000: Grain polysaccharides, versatile substrates for enzymes. 2nd Syposium on Enzymes in Grain Processing, ESEGP-2, 207: 9-19.
6. Aman P., Andersson A. A. M., Rakha A., Andersson R., 2010: Rye, a healthy cereal fun of dietary fiber. *Cereal Foods World*, 55, 5: 231-234.
7. Aman P., Pettersson D., Graham H., 1990: Chemical and Nutritional-Evaluation of Airtight storage of High-Moisture Barley and High-Mositure Barley Treated with Lactobacilli or Lactobacilli and Yeast. *Animal Feed Science and Technology*, 29,3-4:
8. Analytica - EBC, Section 3 Barley, Metod 3.10.2.,1997: High Molecular Weight β -glucan Kontent of Barley. Fluorimetric Metod, 7.
9. Ajithkumar A., Andersson R., Siika-aho M., Tenkanen M., Aman P.,

- 2006: Isolation of cellotriosyl blocks from barley β -glucan with endoglucanase from *Trichoderma reesei*. *Carbohydrate polymers*, 64, 2: 233-238.
10. Andersson R., Aman P., 2005: Effects of processing on cereal arabinoxylan and mixed-linkage β -glucan. *Abstracts of Papers of The American Chemical Society*, 229: 310-310.
 11. Andersson A. A. M., Armo E., Grangeon E., Fredriksson H., Andersson R., Aman P., 2004: Molecular weight and structure units of (1-3,1-4) β -glucan in dough and bread made from hull-less barley milling fractions. *Journal of cereal science*, 40, 3: 195-204.
 12. Andersson A. A. M., Courtin C. I M Delcour J. A., Fredriksson H., Schofield J. D., Trogh I., Tsiami A. A., Aman P., 2003: Milling performance of north European hull-less barleys and characterization of resultant millstreams. *Cereal Chemistry*, 80,6: 667-673.
 13. Andersson R., Fransson G., Tietjen M., Aman P., 2009: Content and Molecular-Weight Distribution of Dietary Fiber Components in Whole-Grain Rye Flour and Bread. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 5: 2004-2008.
 14. Andersson A. A. M., Lampi A. M., Nystrom L., Piironen V., Li L., Ward J. L., Gebruers K., Courtin C. M., Delcour J. A., Boros D., Fras A., Dynkowska W., Rakszegi M., Bedo Z., Shewry P. R., Aman P., 2008: Phytochemical and Dietary Fiber Components in Barley Varieties in the Healthgrain Diversity Screen. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56,21: 9767-9776.
 15. Andersson A. A. M., Ruegg N., Aman P., 2008: Molecular weight distribution of water-extractable β -glucan in rye crisp bread. *Journal of Cereal Science*, 47,3: 399-406.

16. Autio K., Myllymäki O., Mälikki Y., 1987: Flow properties of solutions of oat β -glucan. *Journal of Food Science*, 52, 1364.
17. Autio K., Mälikki Y., Virtanen T., 1992: Effects of processing on the microstructure of oat (*avena-sativa*) bran concentrate and the physicochemical properties of isolated β -glucan. *Food Structure*, 11, 1: 47-54.
18. Baird J. K., Pettitt D. J., 1991: Biogums used in food and made by fermentation. *Biotechnology and Food ingredients*, 223-263.
19. Beer M. U., Arrigoni E., Amado R., 1996: Extraction of oat gum from oat bran: Effects of process on yield, molecular weight distribution, viscosity and (1-3)(1-4)- β -D-glucan content of the gum. *Cereal Chemistry*. 73, 1: 58862.
20. Bengtsson S., Aman P., Andersson R. E., 1992: Structural Studies on Water Soluble Arabinoxylans in Rye Grain Using Enzymatic-Hydrolysis. *Carbohydrate Polymers*, 17, 4: 27-284.
21. Bidlack W. R. - Omaye S. T. - Meskin M. S. - Topham D. (eds.): *Phytochemicals as Bioactive Agents*. Technomic Publ., Lancaster (USA) 2000, 274 s.
22. Bhatta R. S., 1999: Beta-glucan and flour yield of hull-less barley. *Cereal Chemistry*, 76, 2: 314-315.
23. Bhatta R. S., 1993: Extraction and enrichment of (1-3),(1-4)- β -D-glucan from barley and oat brans. *Cereal Chemistry*, 70, 1: 73-77.
24. Bhatta R. S., 1995: Laboratory and pilot-plant extraction and purification of β -glucans from hull-less barley and oat brans. *Journal of Cereal Science*, 22, 2: 163-170.

25. Bhatta R. S., Macgregor A. W., Rosnagel B. G., 1991: Total and acid-soluble β -glucan content of hullless barley and its relationship to acid-extract viscosity. *Cereal Chemistry*, 68,3: 221-227.
26. Bhatta R. S., Rosnagel B.G., 1998: Comparison of pearled and unpearled Canadian and Japanese barleys. *Cereal Chemistry*, 75, 1: 15-21.
27. Boyaci I. H., Seker V., Mutlu M., 2002: Determination of β -glucan content of cereals with an amperometric glucose electrode. *European Food Research and Technology*, 215, 6: 538-541.
28. Brennan C. S., Cleary L. J., 2005: The potential use of cereal (1-3)(1-4) β -D-glucans as functional food ingredients. *Journal of Cereal Science*, 42, 1:1-13.
29. Burkus Z., Temelli F., 1998: Effect of extraction conditions on yield, composition, and viscosity stability of barley β -glucan gum. *Cereal Chemistry*. 75. 6:805-809
30. Coulston A M. - Rock C. L. - Monsen E. R. (eds.): *Nutrition in the Prevention and Treatment of Disease*. Acad. Press, New York, 2001,801 s.
31. Carr J. M., 1990: Enzymatic determination of β -glucan in cereal-based food-products. *Cereal Chemistry*, 67,3: 226-229.
32. Dawkins N. L., Nnanna I. A., 1993: Oat gum and β -glucan extraction from oat bran and rolled oats-temperature and pH effects. *Journal of Food Science*, 58,3: 562-566.
33. Dawkins N. L., Nnanna I. A., 1995: Studies on oat gum (1-3)(1-4)- β -D-glucan) composition, molecular-weight estimation and rheological properties. *Food Hydrocolloids*, 9, 1: 1-7.

34. Dawkins N. L., Gager I., Comillon J. P., 2001: Comparative studies of gum and oatrim in meat-based patties. *Journal of Food Science*, 66, 9: 1276-1282.
35. Dubois M., Giles K. A., Hamilton J. K., Rebers P. A., Smith F., 1956: Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Anal. Chemistry*, 28, 350.
36. Erbersdobler H. E: Summarising lecture and prospects for future research and development. *Food Research International*, 35, 2002: 323-325.
37. Famworth E. R. (ed.): *Handbook of Fermented Functional Foods*. CRC Press, Boca Raton, 2003, 448 s.
38. Faraj A., Vasanthan T., Hoover R., 2006: The influence of alpha-amylase-hydrolysed barley starch fractions on the viscosity of low and high purity barley beta-glucan concentrates. *Food Chemistry*, 96, 1: 56-65.
39. Gibson G. R. - Williams C. M. (eds.): *Functional Foods. Concept to Product*. Woodhead Publ., Cambridge, 2000, 374 s.
40. Hallmans G., Zhang J. X., Lundin E., Landstrom M., Aman P., Adlercreutz H., Harkonen H., Knudsen K. E. B., 1997: Influence of rye bran on the formation of bile acids and bioavailability of lignans. *Cereal Foods World*, 42, 8: 696-701.
41. Haraldsson A. K., Rimsten L., Alminger M. L., Andersson R., Aman P., Sandberg A. S., 2005: Digestion of barley malt porridges in a gastrointestinal model: Iron dialysability, iron uptake by Caco-2 cells and degradation of beta-glucan. *Journal of Cereal Science*, 42, 2: 243-254.

42. Haraldsson A. K., Rimsten L., Alminger M. L., Andersson R., Andlid T., Aman P., Sandberg A. S., 2004: Phytate content is reduced and beta-glucanase activity suppressed in malted barley steeped with lactic acid at high temperature. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84, 7: 653-662.
43. Henri R. J., 1988: The carbohydrates of barley grains- a review. *Jornal of The Institute of brewing*, 94, 2: 71-78.
44. Hubík K., Tichý F., 1996: Vliv ekologických a pěstitelských faktorů na obsah beta-glukanů v ovsu. *Rostlinná výroba*, 42,1: 29-33.
45. Jorgensen K. G., 1988: Quantification of high molecular weight beta-D-glucan using cacofluor komplex formation and flow injection analysis. I. Analytical principle and its standardization. *Carlsberg Res. Cornrnun.*, 53, 277-285.
46. Karkalas J., 1985: An improved enzymatic method for determination of native and modified starch. *J. Sci. Food Agric.*, 36, 1019.
47. Kolář P., 2003: *Fukční potraviny– kroky ke zdraví*. DONA, České Budějovice, 130 s.
48. Kidd P. M. 2000: The use of mushroom glucans and proteoglycans in cancer treatment. *Altem. Med. Rev.* 5: 4.
49. Lazaridou A., Biliaderis C. G., 2007: Molecular aspects of cereal β -glucan functionality: Physical properties, technological applications and physiological effects. *Journal of Cereal Science*, 46, 101-118.
50. Lovegrave J. A. - Jackson KG.: Coronary heart disease. In: Gibson G. R - Williams C. M. (eds.): *Functional Foods. Concept to Product*. Woodhead Publ., Cambridge, 2000,97-139.

51. Lund E. K., Gee J. M., Brown I. C., Wood P. J., Johnson I. T., 1989: Effect of oat gum on the physical properties of gastrointestinal contents and the uptake of D-galactose and cholesterol by rat small intestine. *British J. Nutr.*, 62, 91.
52. Manzi P., Pizzoferrato L., 2000: β -glucan in edible mushrooms. *Food Chemistry*, 68, 315-318.
53. Mazza G. (ed.): *Functional Foods: Biochemical and Processing Aspects 1*. Technomic Publ., Lancaster (USA), 1998, 460 s.
54. McCleary B., Glenie-Holmes M. G., 1985: Enzymatic quantification of (1-3) (1-4) β -glucan in barley and malt. *Journal of the Institute of Brewing*, 91, 285-295.
55. Meskin M. S. - Bidlack W. R - Davies A - Omaye S. T. (eds.): *Phytochemicals in Nutrition and Health*. CRC Press, Boca Raton, 2002, 224s.
56. Nilsson M., Andersson R., Aman P., 1999: Arabinoxylan fractionation on DEAE-cellulose chromatography influenced by protease pre-treatment. *Carbohydrate Polymers*, 39, 4: 321-326.
57. Nnanna I. A., Gupta S. V., 1996: Purification and partial characterization of oat bran globulin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44, 11: 3494-3499.
58. Novák M., 2007: β -glucan, historie a současnost. *Chemické listy*, 101, 8722880.
59. Pánek J. - Pokorný J. - Dostálová J. - Kohout P.: *Základy výživy*. Svoboda Servis, Praha, 2002, 207 s.

60. Pettersson D., Aman P., Knudsen K. E. B., Lundin E., Zhang J. X., Hallmans G., Harkonen H., Adlercreutz H., 1996: Intake of rye bread by ileostomists increases ileal excretion of fiber polysaccharide components and organic acids but does not
61. Preece I. A., Hobkirk R., 1954: Non-starch polysaccharide of cereal grains. V. Some hemicellulose fractions. *J. Inst. Brew. London*, 60, 490.
62. Preece I. A., Mackenzie K. G., 1952: Non-starchy polysaccharide of cereal grains. III. Higher molecular weight gums of common cereals. 1. *Inst. Brew. London*, 59, 385.
63. Rakha A. Aman P., Andersson R., 2010: Characterisation of dietary fibre components in rye products. *Food Chemistry*, 119, 859-867.
64. Rakszegi M., Bedo Z., Ward J. L., 2010: The HEALTHGRAIN Wheat Diversity screen: Effects of Genotype and Environment on Phytochemicals and Dietary Fiber Components. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 17: 9291-9298.
65. Rimsten L., Haraldsson A. K., Andersson, Alming M., Sandberg A. S., Aman P., 2002: Effects of malting on β -glucan and phytase activity in barley grain. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82, 8: 904-912.
66. Rimsten L., Stenberg T. Andersson R., Andersson A., Aman P., 2003: Determination of β -glucan molecular weight using SEC with calcofluor detection in cereal extracts. *Cereal Chemistry*, 80, 4: 485-490.
67. Roubroeks J. P., Andersson R., Mastromauro D. 1., Christensen B. E., Aman P., 2001: Molecular weight, structure and shape of oat (1-3),(1-4) beta-D-glucan fractions obtained by enzymatic degradation with (1-4)- β -D-glucan 4-

- glucanohydrolase from *Trichoderma reesei*. *Carbohydrate Polymers*, 46, 3: 275-285.
68. Shewry P. R., Piironen V., Lampi A. M., Edelmann M., Kariluoto S., Nurmi T., Fernandez-Orozco R., Andersson A. A. M., Aman P., Fras A., Boros D., Gebruers K., Dornez E., Courtin C. M., Delcour J. A., Ravel c., Charmet G., Rakszegi M., Bedo Z., Ward J. L., 2010: Effect of Genotype and Environment on the Content and Composition of Phytochemicals and Dietary Fiber Components in Rye in the Healthgrain Diversity Screen. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 17: 9372-9383.
69. Shi J. - Mazza G. - Le Maguer M. (eds.): *Functional Foods: Biochemical and Processing Aspects II*. CRC Press, Boca Raton, 2002, 432 s.
70. Sundberg B., Abrahamsson L., Aman P., 1994: Quality of Rolled Barley Flakes as Affected by Batch of Grain and Processing Technique. *Plant Foods for Human Nutritional*, 45,2: 145-154.
71. Symons L. J., Brennan C. S., 2004: The effect of barley beta-glucan fiber fraction on starch gelatinization and pasting characteristics. *Journal of Food Science*, 69, 4: 257-261.
72. Tejinder S., 2003: Preparation and characterization of films using barley and oat beta-glucan extracts. *Cereal Chemistry*, 80, 6: 728-731.
73. Tejinder S., Bhupinder K., Harinder K., 2000: Flow behavior and functional properties of barley and oat water-soluble β -glucan-D-glucan rich extractions. *International Journal of Food Properties*, 3, 2: 259-274.
74. Thammakiti S., Suphantharika M., Phaesuwan T., 2004: Preparation of spent brewer's yeast β -glucan for potential applications in the food industry.

75. International Journal of Food Science and Technology, 39,1: 21-29.
76. Theander O., Aman P., Westerlund E., Andersson R., Petersson D., 1995: Total dietary fiber determined as neutral sugar residues, uronic acid residues, and Klason Lignin (The Uppsala method): Collaborative study. Journal of Aoac International, 78,4: 1030-1044.
77. Theander O., Aman P., Westerlund E., Graham H., 1994: Enzymatic Chemical Analysis of Dietary Fiber. Journal of Aoac International, 77, 3: 703-709.
78. Theander O., Aman P., Westerlund E., Graham H., 1994: Enzymatic Chemical Analysis of Dietary Fiber. Journal of Aoac International, 77, 3: 703-709.
79. Tosh S. M., Wood P. J., Wang Q., 2002: Gelation characteristics of acid hydrolyzed oat beta-glucan solutions solubilized at a range of temperatures. Food Hydrocolloids, 17,523-527.
80. Tosh S. M., Wood P. J., Wang Q., Weiss J., 2004: Structural characteristics and rheological properties of partially hydrolyzed oat β -glucan: the effects of molecular weight and hydrolysis Method. Carbohydrate Polymers, 55, 425-436.
81. Vasanthan T., Bhatta R. S., 1995: Starch purification after pin milling and air classification of Waxy, normal, and high amylose barleys. Cereal Chemistry, 72, 4: 379-384.
82. Velíšek J.: Chemie potravin. Dny I-III. OSSIS, Tábor, 1999,328 + 304 + 342s.
83. Volikakis P., Biliaderis C. G., Vamakas C., Zerfiridias C. K., 2004: Effects of a commercial β -glucan-glucan concentrate on the chemical, physicochemical

and sensory attributes of a low-fat white brined cheese product. *Food Research International*, 37, 83-94.

84. Welch R. W., Lloyd J. D., 1989: Kernel (-3) (1-4) β -D-glucan content of oat genotypes. *J. Cereal Sci*, 9, 35.
85. Westerlund E., Andersson R., Aman P., Theander O., 1990: Effects of Baking on Water-Soluble Nonstarch Polysaccharides in White Bread Fractions. *Journal of Cereal Science*, 12, 1: 33-42.
86. Wood P. 1., 1986: Oat β -glucan : structure, location, and properties. In *Oats: Chemistry and Technology*. *Cereal Chemistry*, 121.
87. Wood P. 1., 1977: Determination of β -glucan in oats and barley. *Cereal Chemistry*, 54, 524
88. Wood P. J., Braaten J. T., Frezer W. S., Riededel D., Poste L. M., 1990: Comparison of viscous properties of oat and guar gum, and effects of these and oat bran on glycemic index. *Food Chemistry*, 38, 753.
89. Wood P. J., 1989: Physiological-effects of β -D-glucan rich fractions from oats, 34, 878.
90. Wood P. J., 1984: Physicochemical properties and technological and nutritional significance of cereal β -glucan. *Cereal Polysaccharides in Technology and Nutrition*. *Cereal Chemistry*, 35-78.
91. Wood P. J., Siddique I. R., Paton D., 1978: Extraction of high viscosity gum from oats. *Cereal Chemistry*, 61, 73.

92. Wood P. J., Weisz J., Fedec P., Burrows V. D., 1989: Large scale preparation and properties of oat fraction enriched in (1-3) (1-4)- β -D-glucan . Cereal Chemistry, 66,97.
93. Wood P. J., Weisz J., 1984: Use of calcofluor in analysis of β -D-glucan. Cereal Chemistry, 61, 73.
94. Zygmunt L. C., Paisley S. D., 1993: Enzymatic Metod for determination of (1-3) (1-4) β -D-glucans in grains and cereals collaborative. Journal of ADAC Intemational, 76, 5: 1069-1082.

ELEKTRONICKÉ ZDROJE

1. Dr. V. Větvička: β -glucan z: <http://www.glucan.us/glucan.html>.
2. Jasomzdravie z: <http://www.jasomzdravie.sk/image/betaglukan.jpg>
3. IMBA Institute z : <http://www.imba.oeaw.ac.at/news-media/press-releases/>
4. Betaglucan.cz z: <http://www.betaglukan.cz>
5. Chytrý β -glucan z: <http://www.dsl.cz/clanek/2340-chytry-glukan>
6. Hystorie β -glucanů z: <http://www.mjbeta.cz/o-glukanech/historie-glukanu/>
7. Fagocytoza ://www.beta13dglucan.org/betaglucaninterestingphotos.html
8. Ječmen mladý: <http://hobbyrecepty.cz/zelene-potraviny-jak-prospivaji-organismu/>



Obrázek č. 7.: Ječmen zelený

<http://zelene-potraviny-jak-prospivaji-organismu/>