

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ  
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**BRNO 2017**

**Bc. GABRIELA ONDRŮŠKOVÁ**



**Možnosti výroby vybraných nápojů se zvýšeným obsahem  
vlákniny**  
Diplomová práce

*Vedoucí práce:*  
Ing. Tomáš Gregor, Ph.D.

*Vypracovala:*  
Bc. Gabriela Ondrůšková

### Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: „Možnosti výroby vybraných nápojů se zvýšeným obsahem vlákniny“ vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....  
podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Touto cestou bych ráda poděkovala zejména svému vedoucímu této diplomové práce Ing. Tomáši Gregorovi, Ph.D. za veškerou pomoc, kterou mi v průběhu psaní této diplomové práce poskytl. Především za jeho čas, ochotu a veškeré materiály a cenné rady.

Velké poděkování také patří rodičům, kteří mi umožnili studium zdárně ukončit.

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce na téma Možnosti výroby vybraných nápojů se zvýšeným obsahem vlákniny se v literární rešerši zabývá charakteristikou potravní vlákniny. Popisuje jednotlivé složky vlákniny, jejich vlivy na lidské zdraví a možnosti využití v potravinářském průmyslu.

V experimentální části diplomové práce jsou popsány možnosti výroby kvašených a nekvašených nápojů s vyšším obsahem vlákniny. U jednotlivých vzorků nápojů byla stanovena celková a nerozpustná vláknina a následně dopočítána rozpustná vláknina. Stanovení nutričních složek bylo doplněno o stanovení cukrů metodou HPLC. Vyrobené nápoje byly v závěru podrobeny senzoricke analýze. Nejvyšší obsah celkové vlákniny vykazovaly nápoje na bázi ovesa a nápoj z chia semínek, naopak nejnižší obsah byl stanoven v ovesném pivu a rýžovém nápoji. Nejlepší celkový dojem z výrobků byl vyhodnocen senzoricke analýzou u nápoje z ovesného karamelového sladu a ovesných vloček. Nejhorší výsledky byly vyhodnoceny u nápojů z chia a lněných semínek. Výsledky jednotlivých stanovení vlákniny, nutričních parametrů a senzoricke analýzy včetně ilustrací jsou uvedeny v praktické části diplomové práce.

**Klíčová slova:** vláknina, rostlinné nápoje, ovesné pivo, prebiotika

## **ABSTRACT**

Diploma thesis is bearing title Options of production of selected beverages with increased fiber content. Firstly the thesis is processing characteristics of dietary fiber, it also describes individual components of fiber, its effects on human health and its potential utilization in the food industry all is included in the literary research section.

Secondly the thesis continues with the experimental part which comprises possibilities of production of fermented and non-fermented beverages with higher content of fiber. Single samples of beverages were analyzed and the total and insoluble fiber content was determined followed up with calculating the soluble fiber content. Then determination of nutrients was supplemented by determining the sugar using HPLC method. Finally, the produced beverages were subjected to sensory analysis. According to sensor analysis the overall best-rated beverages were those made of oat caramel malt and oat flakes contrary to beverages made of chia seeds and linseeds, which were evaluated as the worst. Furthermore oat-based beverages contains the highest amount of total fiber in comparison with oat beer and rice beverage in which the lowest content of fiber was determined. Complete overview of results of individual determination of fiber in beverages, nutritional parameters and sensory analyzes including illustrations are presented in practical part of the thesis.

**Key words:** fiber, plant-based beverage, oat beer, prebiotics

# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>CÍL PRÁCE</b> .....	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>LITERÁRNÍ PŘEHLED</b> .....	<b>11</b>
5.1	Definice vlákniny.....	11
5.2	Rozdělení vlákniny .....	12
5.2.1	<i>Vláknina rozpustná ve vodě</i> .....	12
5.2.2	<i>Vláknina nerozpustná ve vodě</i> .....	12
5.3	Složení vlákniny .....	13
5.3.1	<i>Celulóza</i> .....	14
5.3.2	<i>Hemicelulóza</i> .....	14
5.3.3	<i>Pektin</i> .....	15
5.3.4	<i>β-glukany</i> .....	15
5.3.5	<i>Rezistentní škrob</i> .....	15
5.3.6	<i>Lignin</i> .....	16
5.3.7	<i>Chitin</i> .....	16
5.3.8	<i>Inulin</i> .....	16
5.3.9	Nestravitelné oligosacharidy .....	17
5.3.10	<i>Slizy a gumy</i> .....	17
5.4	Zdravotní účinky vlákniny.....	17
5.5	Zdroje vlákniny.....	21
5.5.1	<i>Oves (Avena sativa)</i> .....	21
5.5.2	<i>Rýže (Oryzae)</i> .....	22
5.5.3	<i>Lněná semínka (Linum usitatissimum)</i> .....	23
5.5.4	<i>Dýňová semínka (Cucurbita pepo)</i> .....	24
5.5.5	<i>Chia (Salvia hispanica)</i> .....	24
5.6	Metody stanovení vlákniny.....	25
5.7	Fortifikace potravin.....	26
<b>6</b>	<b>MATERIÁL A METODIKA</b> .....	<b>28</b>
6.1	Charakteristika vyrobených nápojů .....	28
6.1.1	<i>Kvašené nápoje</i> .....	28
6.1.2	<i>Nekvašené nápoje</i> .....	29
6.2	Stanovení vlákniny .....	30

6.3	Stanovení bílkovin dle Kjeldahla.....	33
6.4	Stanovení škrobu dle Ewerse .....	34
6.5	Stanovení cukrů dle Schoorla .....	35
6.6	Stanovení tuku metodou Hara-Radin.....	36
6.7	Stanovení cukrů metodou HPLC .....	37
6.8	Senzorická analýza .....	38
6.9	Statistické vyhodnocení .....	39
<b>7</b>	<b>VÝSLEDKY A DISKUZE .....</b>	<b>40</b>
7.1	Vyhodnocení výsledků stanovení vlákniny .....	40
7.2	Vyhodnocení nutričních parametrů.....	44
7.3	Vyhodnocení výsledků metodou HPLC .....	50
7.4	Vyhodnocení výsledků senzorické analýzy .....	52
<b>8</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>60</b>
<b>9</b>	<b>POUŽITÁ LITERATURA.....</b>	<b>62</b>
<b>10</b>	<b>SEZNAM TABULEK, GRAFŮ A OBRÁZKŮ.....</b>	<b>73</b>
<b>11</b>	<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>75</b>



# 1 ÚVOD

Výživa je jedním z nejdůležitějších faktorů, které ovlivňují zdravotní stav populace. Může působit nejen pozitivně na lidské zdraví, ale může se projevit také negativně, a to výskytem civilizačních onemocnění, jako jsou kardiovaskulární choroby nebo rakovina. Na výskytu těchto chorob se z největší části podílí složení stravy, ale také nedostatečný fyzický pohyb, stres, nevhodný životní styl a prostředí.

V současné době se o zdravý životní styl zajímá stále více lidí a tím narůstá i poptávka po zdravějších potravinách. Potravinářský průmysl na to reaguje a na trhu se objevuje čím dál větší množství potravin prospěšných pro lidské zdraví, tzv. funkční potraviny. Na trhu se především objevují potraviny obohacené o vitamíny, antioxidanty, esenciální mastné kyseliny, probiotika a v neposlední řadě o vlákninu.

Kromě poměru základních živin ve stravě se do popředí zájmu v posledních 15 až 20 letech dostala i vláknina. Rozdělení potravní vlákniny je nejznámější dle její rozpustnosti a to na rozpustnou a nerozpustnou vlákninu. Toto dělení je ovšem již zastaralé a nemělo by se používat. Mezi hlavní schopnosti rozpustné vlákniny se řadí absorpce vody a bobtnavost. Nerozpustná vláknina se vyznačuje tím, že zvětšuje objem tráveniny ve střevech a zkracuje dobu průchodu tráveniny střevem. Jedná se o polysacharid, který je součástí povrchových vrstev rostlinných produktů, především obilovin, luštěnin, ovoce a zeleniny.

Vláknina je pro lidský organismus prospěšná v mnoha ohledech. Pravidelná a dostatečná konzumace vlákniny pozitivně ovlivňuje hladinu LDL cholesterolu v krvi, snižuje riziko výskytu kardiovaskulárních onemocnění a diabetu II. typu, reguluje hladinu glukózy v krvi, podporuje růst prospěšné mikroflóry střev a vyvolává pocit sytosti, což může být využito v redukčních dietách. Tyto poznatky o zdraví prospěšných účincích vlákniny na lidský organismus byly potvrzeny již několika vědeckými studiemi. Avšak nadměrná konzumace vlákniny a nedostatečný pitný režim může vést k zažívacím potížím, jako zácpa, nadýmání, plynatost. Doporučené množství příjmu vlákniny se liší s věkem, pohlavím a energetickým příjmem. Příjem se udává v rozmezí 20 – 35 g/den.

## **1 CÍL PRÁCE**

Cílem této diplomové práce bylo zpracovat literární rešerši na téma potravní vláknina, charakterizovat její jednotlivé složky, zdravotní účinky na lidský organismus a její využití v potravinářském průmyslu. Po konzultaci s vedoucím práce byla navržena řada experimentů pro výrobu kvašených a nekvašených nápojů se zvýšeným obsahem vlákniny. Dále bylo cílem navrhnout vhodnou metodiku pro stanovení vlákniny, nutričních parametrů a v poslední řadě podrobit vyrobené nápoje sensorické analýze. Výsledky byly následně statisticky zpracovány a okomentovány v kapitole Výsledky a diskuze.

## 2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 4.1 Definice vlákniny

Za potravní vlákninu považujeme jedlé části rostlin nebo obdobné sacharidy, které jsou odolné vůči trávení a vstřebávání v tenkém střevě lidského organismu s úplnou nebo částečnou fermentací v tlustém střevě. Vlákna obsahuje polysacharidy, oligosacharidy, lignin a související rostlinné látky. Podporuje příznivé fyziologické účinky, snižuje cholesterol a hladinu glukózy v krvi (AACC, 2001).

Je všeobecně známo, že pojem "potravní vláknina" poprvé použil E. H. Hipsley v roce 1953, čímž definoval nestravitelné složky obsažené v buněčných stěnách rostlin (HIPSLEY, 1953).

Necelých dvacet let poté, v roce 1971, Burkitt potvrdil příznivé účinky vlákniny na funkci střev. V roce 1972 pak Trowell popsal vlákninu jako zbytky rostlinných buněk, které nejsou hydrolyzovány zažívacími enzymy člověka (DEVRIES a kol., 1999).

V souladu s definicí Codex Alimentarius se "vlákninou" rozumí uhlovodíkové polymery s třemi nebo více monomerními jednotkami, které nejsou tráveny ani vstřebávány v tenkém střevě lidského organismu a patří do těchto kategorií:

- jedlé uhlovodíkové polymery přirozeně se vyskytující v přijímané potravě,
- jedlé uhlovodíkové polymery, které byly získány z potravních surovin fyzikálními, enzymatickými nebo chemickými prostředky a které mají prospěšný fyziologický účinek prokázaný obecně uznávanými vědeckými poznatky,
- jedlé uhlovodíkové polymery, které mají prospěšný fyziologický účinek prokázaný obecně uznávanými vědeckými poznatky (SMĚRNICE KOMISE 2008/100/ES).

Vlákna by také měla vykazovat následující příznivé účinky:

- snížená rychlost průchodu tráveniny zažívacím traktem a zvýšení objemu stolice,
- fermentabilita střevní mikroflóry,
- snížení hladiny celkového a LDL cholesterolu v plazmě,
- snížené post-prandiální glykémie a hladiny insulinu (GRAY, 2006).

Od první zmínky pojmu "vlákna" byly formulovány mnohé definice, ale kvůli komplexnosti složek vlákniny dodneška neexistuje jednoznačná, všeobecně uznávaná definice a ani jednotná mezinárodně uznávaná analytická metoda k jejímu stanovení. Definice tedy není

vymezena podle metodiky stanovení, ale podle jejich fyziologických vlastností, účinků na zdraví konzumenta a podle chemického složení (VRÁNOVÁ, 2012).

Nerozpustná neboli hrubá vláknina se definuje jako zbytky potravin rostlinného původu, které nejsou rozkládány působením kyselin a louhů. Zahrnuje celulózu, některé hemicelulózy a lignin (ZAMRAZILOVÁ, 1989). Do nerozpustné vlákniny řadíme pektiny, některé hemicelulózy a rostlinné gummy a slizy. Ta má naopak schopnost absorbovat vodu, bobtnat, tvořit viskózní roztoky a je výživou pro střevní bakterie (SOUKUPOVÁ, VANÍČKOVÁ, 2008).

## **4.2 Rozdělení vlákniny**

Celková vláknina je analytický termín pro dietní vlákninu, která obsahuje, jak ve vodě rozpustnou, tak ve vodě nerozpustnou vlákninu. Toto rozdělení je založeno na chemických, fyzikálních a funkčních vlastnostech (CHO, DREHER, 2001).

### **4.2.1 Vláknina rozpustná ve vodě**

Rozpustná vláknina na sebe váže velké množství vody a tím vytváří viskózní gely. Je fermentována v trávicím traktu, proto může být zdrojem energie. Zahrnuje hemicelulózy, modifikované celulózy, modifikované škroby,  $\beta$ -glukany, pektiny, rostlinné slizy a polysacharidy mořských řas (ÖTLES, OZGOZ, 2014). Rozpustná vláknina zpomaluje vyprazdňování žaludku, snižuje vstřebávání glukózy a hladinu cholesterolu v krvi a posiluje imunitní funkce. Je to do značné míry fermentovaného v tlustém střevě na mastné kyseliny s krátkým řetězcem, které mohou inhibovat syntézu cholesterolu v játrech (CHO, DREHER, 2001).

### **4.2.2 Vláknina nerozpustná ve vodě**

Nerozpustná vláknina nevytváří viskózní gel a její fermentace v trávicím traktu je minimální (ÖTLES, OZGOZ, 2014). Skládá se hlavně z komponentů buněčné stěny, jako jsou celulóza, lignin a hemicelulóza. Tato vláknina je přítomná zejména v pšenici, ve většině obilných

výrobků a zelenině. Nerozpustná vláknina zkracuje dobu průchodu střevem, změkčuje stolicí a zvyšuje její objem (CHO, DREHER, 2001).

Pojem rozpustná a nerozpustná vláknina ve vodě může být zavádějící, a proto Světová zdravotnická organizace a Organizace pro výživu a zemědělství doporučila, že by již nemělo být toto rozdělení používáno (GRAY, 2006).

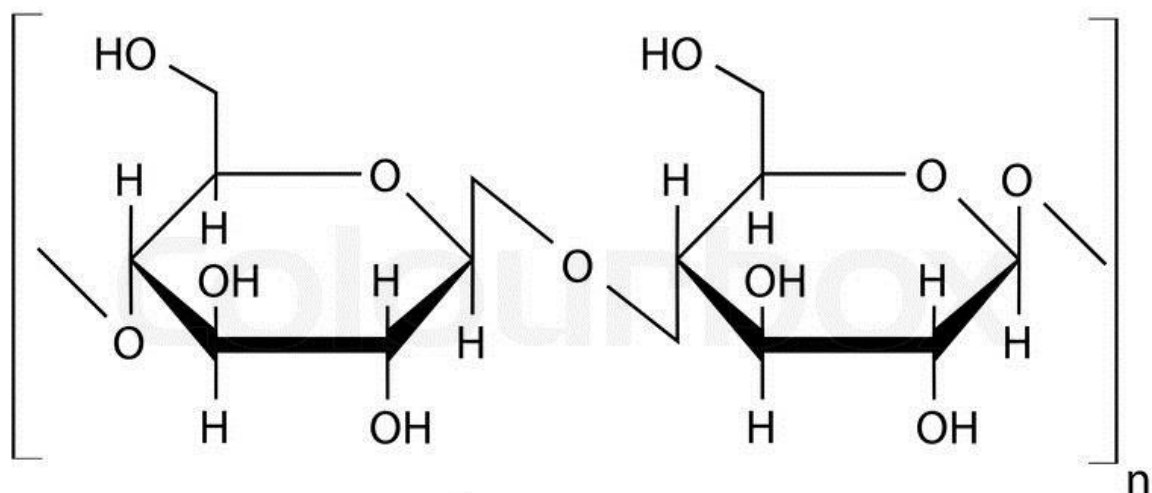
### 4.3 Složení vlákniny

**Tabulka 1 Složení potravní vlákniny (AACC, 2001)**

<b>Neškrobové polysacharidy a nestravitelné oligosacharidy</b>	Celulóza
	Hemicelulóza
	Pektin
	$\beta$ -glukany
	Gumy a slizy
	Fruktany
	Inulin
	Oligofruktóza/Frukto-oligosaccharidy
<b>Analogy sacharidů</b>	Rezistentní škrob
	Frukto-oligosacharidy
	Galakto-oligosacharidy
	Nestravitelné dextriny
	Upravené nebo syntetizované sacharidové sloučeniny
	Modifikované celulózy (methylcelulóza, hydroxypropylmethyl celulóza)
	Polydextróza
<b>Lignin a ostatní přidružené látky</b>	Lignin
	Vosky
	Fytáty
	Cutin
	Taniny

### 4.3.1 Celulóza

Jedná se o nejrozšířenější stavební polysacharid a je hlavní složkou buněčných stěn rostlin (VELÍŠEK, 2008). Celulóza je polysacharid složený z  $\beta$ -glukózy, kdy jednotlivé glukózové jednotky jsou spojené glykosidovými vazbami  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4) a tvoří tak dlouhé nerozvětvené řetězce (SANDBERG, 1982). Makromolekuly celulózy vytváří celulózová vlákna nebo celulózové mikrofibrily. Celulózové fibrily jsou spojeny intermolekulárně vodíkovými můstky, což dodává celulózovým vláknům pevnosti a elasticnosti, je příčinou nerozpustnosti celulózy ve vodě (HŘIVNA, 2014).



Obrázek 1 Molekuly glukózy spojené glykosidickou vazbou (www.colourbox.com)

Celulóza je hlavní složkou buněčných stěn mnoha rostlin a je přítomna v ovoci, zelenině a obilovinách. Celulóza tvoří asi jednu čtvrtinu vlákniny v obilí a ovoci a jednu třetinu v zelenině a ořechů (GRAY, 2006).

### 4.3.2 Hemicelulóza

Hemicelulóza má obecně mnohem nižší průměrný stupeň polymerace než celulóza (SANDBERG, 1982). Vyskytují se spolu s celulózou v rostlinných tkáních. Jsou složené z

různých monosacharidů a jejich derivátů (kyselina D-glukuronová a D-galakturonová). Dle složení je můžeme rozdělit na pentozany (xylany, arabany) a hexosany (manany, glukany, fruktany) (HŘIVNA, 2014).

#### **4.3.3 Pektin**

Pektiny patří mezi stavební polysacharidy a vyplňují mezibuněčné vrstvy vyšších rostlin. Jsou obsaženy zejména v plodech a v mladých tkáních. Způsobují tvrdost nezralého ovoce (HŘIVNA, 2014). Pektinové látky jsou komplexní skupinou polysacharidů, kde hlavní složkou je kyselina D-galakturonová, která je vázána vazbami  $\alpha$ -(1→4) (MCPHERSON KAY, 1982).

#### **4.3.4 $\beta$ -glukany**

Jedná se o chemické označení polymerů  $\beta$ -glukosy. Významnou vlastností  $\beta$ -glukanů jsou jejich fyziologické účinky.  $\beta$ -glukany patří do skupiny fyziologicky účinných látek, které se souborně označují jako modifikátory biologické odpovědi. Ty lze v zásadě rozdělit na dvě skupiny a to dle mechanismu účinku (cytokiny a imunomodulátory) (NOVÁK, 2007).

$\beta$ -glukany jsou hlavní složkou buněčných stěn v ovsu a právě ovesné vločky bývají často přidávány do potravních výrobků jako zdroj  $\beta$ -glukanů (GRAY, 2006).

#### **4.3.5 Rezistentní škrob**

Jak název napovídá, rezistentní škroby jsou škroby, které odolají trávení v tenkém střevě. Dva škrobové polymery jsou přítomné v granulích v rostlinách a existují buď jako lineární řetězec (amylóza) nebo rozvětvený řetězec (amylopektin). Struktura obou granulí a polymerních řetězců ovlivňují trávení škrobu (WEISENBERGER, 2012). Rezistentní škrob můžeme rozdělit do čtyř primárních tříd:

- fyzicky nedostupný škrob (RS1)
- přirozeně se vyskytující škrob (RS2)
- zpětný škrob (RS3)
- chemicky modifikovaný škrob (RS4) (ŠÁRKA, 2013).

RS1 – fyzikální forma potravin brání přístupu pankreatické amylázy (zpomalené trávení v tenkém střevu). Neporušené/částečně porušené zrna a semena, luštěniny, ječmen (pevná buněčná stěna).

RS2 - nativní škrob obsažený ve škrobových zrnech s typem škrobnatosti B nebo C (kukuřice bohatá na amyulózu, syrové brambory a nezralé banány, přičemž zde závisí na vyzrálosti banánů. Tyto škroby jsou velmi odolné vůči enzymatické hydrolýze.

RS3 – retrogradovaný škrob tvořen v důsledku určitých technologických postupů (teplo, vlhko). Vychladlé vařené brambory, sterilovaný hrášek a fazole.

RS4 - chemicky modifikovaný škrob (KVASNIČKOVÁ, 2000).

#### **4.3.6 Lignin**

Lignin není polysacharid, ale je chemicky vázán na hemicelulózu v buněčné stěně rostlinné buňky a má vliv na fyziologii trávicího traktu (KOMPRDA, 2008). Jeho charakteristickou funkcí je spojování mezibuněčných vláken a zpevnění celulózových molekul v buněčné stěně (FICHTER, 1983).

#### **4.3.7 Chitin**

Chitin se skládá ze zbytků glukosaminových navzájem spojených  $\beta$ -(1→4)-glykosidicky. Má analogickou stavbu jako celulóza a u hmyzů a korýšovitých má obdobnou úlohu jako právě celulóza v rostlinstvu (WAGNER, 1966).

#### **4.3.8 Inulin**

Inulin je rezervní polysacharid a patří mezi fruktany. Jeho stavební jednotkou je D-fruktofuranosa (HŘIVNA, 2014). Mezi hlavní zdroje inulinu patří tyto běžné potravinářské suroviny: cibule, topinambur, čekanka, chřest, česnek, atd. (KVASNIČKOVÁ, 2000). Používá se při výrobě fruktózových sirupů a kávových náhražek (HŘIVNA, 2014).



### **4.3.9 Nestravitelné oligosacharidy**

Nestravitelné oligosacharidy (polymerace 3-10) se přirozeně vyskytují v potravinách rostlinného původu. Mohou být také syntetizovány chemicky nebo enzymaticky z monosacharidů a disacharidů, nebo enzymatickou hydrolýzou polysacharidů. V důsledku jejich nestravitelnosti jsou zahrnuty v definici vlákniny, protože vykazují podobné fyziologické účinky jako jejich větší polymery. Jsou vysoce fermentovatelné a některé mají tzv. prebiotické vlastnosti (GRAY, 2006). Nejznámější prebiotika jsou fruktany, např. oligofruktóza (MÜLLER, 2015). Mezi hlavní zdroje fruktanů patří čekanka, cibule a Jeruzalémský artyčok (GRAY, 2006).

### **4.3.10 Slizy a gummy**

Jsou začleňovány pod název hydrokoloidy. Spolu s pektinem tvoří skupinu polysacharidů s funkcí zahušťovačů nebo želírujícího prostředku (HŘIVNA, 2014). Jsou odvozeny z rostlinných výměšků (arabská guma, tragant), semen (guar), extraktů z řas (agar, karagen a algináty) (GRAY, 2006).

## **4.4 Zdravotní účinky vlákniny**

Úloha vlákniny se stala předmětem podrobných studií. Pozornost vzbudila kromě jiného i skutečnost, že nedostatečný obsah vlákniny v potravě přímo souvisí se zvýšeným rizikem výskytu civilizačních chorob, jako jsou poruchy cévního systému, nádorové onemocnění GIT, vznik diabetes mellitus, apod. (LUTONSKÁ, 1983). Vlákna, i když je téměř nestravitelná, je pro lidský organismus nesmírně prospěšná. Zajišťuje rovnováhu mezi užitečnými mikroorganismy ve střevě a její vysoký obsah ve stravě zpomaluje vstřebávání sacharidů a tuků (BULKOVÁ, 2011).

## Kardiovaskulárních onemocnění

Mluvíme o nemocech, které napadají srdce a cévy v těle. Jedná se o vysoký krevní tlak, ischemická choroba srdeční, mrtvice a selhání srdce (OTTOBONI, OTTOBONI, 2013).

Z celkového počtu úmrtí v České republice kardiovaskulární onemocnění (KVO) představují nejčastější příčinu smrti, a to až ½. Ve srovnání s průměrnými údaji zemí EU je počet úmrtí na KVO v České republice až dvojnásobný (ANTOŠOVÁ, KODL, 2014).

Vyšším obsahem potravní vlákniny v potravě lze předcházet KVO a to proto, že vláknina snižuje hladinu celkového cholesterolu a LDL-cholesterolu v krvi (KOMPRDA, 2009). Studie prokázaly, že konkrétně  $\beta$ -glukan, psyllium, pektin a guarová guma přítomné ve vláknině, efektivně snižují hladinu LDL cholesterolu bez ovlivnění hladiny HDL-cholesterolu a triacylglycerolů a tím předchází KVO (THEUWISSEN, MENSINK, 2008). Také starší studie Beera a kol. (1995) potvrzuje snížení hladiny celkového cholesterolu, LDL cholesterolu a tryacylglyceridů a zvýšení hladiny HDL cholesterolu u mužů, kterým bylo po dobu 14 dní podáváno 9 g  $\beta$ -glukanů za den.

## Obezita a nadváha

V USA trpí nadváhou nebo obezitou téměř 66 % dospělých, což vede ke zvýšenému riziku zdravotních problémů, včetně; diabetes, KVO a některých typů rakoviny. Existuje několik faktorů, které mohou vést k obezitě, avšak primární příčinou je zvýšená absorpce energie nad výdejem energie. Při léčbě obezity je tak důležité omezit absorpci energie (LATTIMER, HAUB, 2010). Schopnost rozpustné vlákniny tvořit viskózní gely v tenkém střevě, zabraňuje vstřebávání živin a to konkrétně sacharidů a tuků, tedy energie. Viskózní gely znesnadňují přístup trávicích enzymů ke složkám potravy a zamezují kontaktu těchto složek se střevní sliznicí (KOMPRDA, 2009).

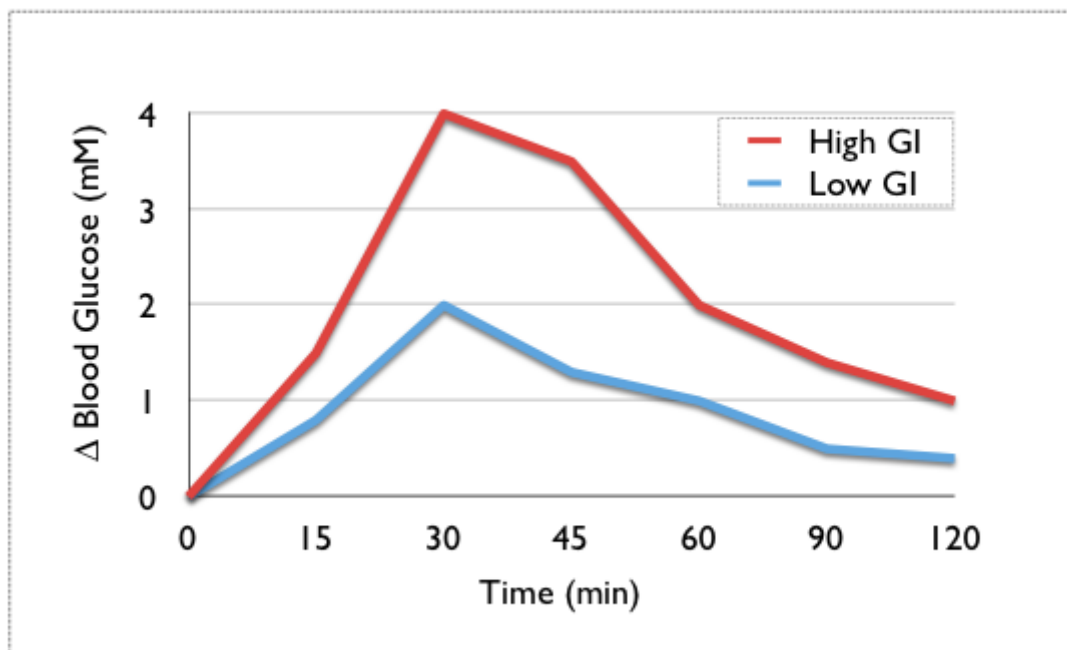
Po mnoho let se používá při léčbě obezity výtažky z mořských řas, avšak efekt na redukci hmotnosti byl obvykle mírný a přechodný. Zkouší se i další vlákniny, jako psyllium, guarová guma nebo přípravky z ovesných otrub (SVAČINA, a kol., 2013).

## Diabetes

V posledních několika letech se výskyt diabetu 2. typu výrazně zvýšil a to konkrétně o 61 % od roku 1990 (MOKDAD, 2003). Bylo zjištěno, že množství přijatých sacharidů nemá žádný vliv

na riziko vzniku diabetu, avšak typ sacharidu ano. Z tohoto důvodu je důležité porozumět tzv. glykemickému indexu potravin (MEYER, a kol., 2000).

Glykemický index (GI) je bezrozměrné číslo, které zjednodušeně vyjadřuje, za jakou rychlost se sacharidy obsažené v potravě přemění v trávicím traktu na glukózu a ta se dostane do krevního oběhu. Standard, podle kterého se GI potravin srovnává, nejčastěji bývá samotná glukóza nebo bílý chléb. Nízký GI mají například luštěniny nebo špagety, naopak vysoký GI například bílé pečivo (LUTZ, PRZYTULSKI, 2011).



**Graf 1** Porovnání odezvy hladiny krevní glukózy na příjem potravin s nízkým a vysokým GI ([www.slimming.cz](http://www.slimming.cz))

Snížení hladiny glukózy u pacientů s diabetem 2. typu lze dosáhnout potravou obsahující vyšší obsah vlákniny (KARLSTRÖM, 1988). Avšak pro prevenci výskytu diabetu 2. typu nestačí pouze konzumovat potraviny s nízkým GI, ale také snížit příjem celkové energie, včetně živočišných tuků, a naopak zvýšit výdej energie, v podobě fyzické aktivity (KOMPRDA, 2009).

### Gastrointestinální trakt

Vláknina má vliv na celý trávicí trakt, od úst až po řitní otvor. Potraviny bohaté na vlákninu obvykle neposkytují energii a setrvávají v trávicím traktu déle než ostatní potrava (HABER,

1977). V tenkém střevě může ovlivnit činnost řady gastrointestinálních hormonů, které například ovlivňují vylučování inzulínu nebo chuť k jídlu (ANDERSON, 2008).

Vláknina umožňuje rozvoj symbiotických mikroorganismů v tlustém střevě, což způsobuje nárůst bakteriální biomasy. Zároveň dochází ke zvětšení objemu stolice, což ovlivňuje výskyt rakoviny tlustého střeva (KOMPRDA, 2009). Při srovnání balastních látek z rozdílných potravin se ukázalo, že pšeničné otruby zvyšují objem stolice nejvýrazněji, avšak jejich účinnost je ovlivněna velikostí částic a předchozím tepelným zpracováním (KASPER, 2015).

Jak již bylo zmíněno výše, některé druhy vlákniny působí i jako probiotika (např. fruktooligosacharidy), protože podporují množení bakterií mléčného kvašení a bifidobakterií, které jsou prospěšné lidskému organismu (SVAČINA, a kol., 2013). Také díky snížení pH v tlustém střevě je zabráněno růstu nežádoucích hnilobných bakterií (KOMPRDA, 2009).

Mezi nejčastější onemocnění tlustého střeva při nedostatečném příjmu vlákniny je tzv. divertikl, neboli vychlípení střevní stěny. Závažný je zejména zánět této vychlípeniny. Vláknina také snižuje riziko zánětu tlustého střeva provázeno tvorbou hemeroidů (KOMPRDA, 2009).

Gastrointestinální onemocnění, včetně rakoviny tlustého střeva, se běžně vyskytují v západních zemích, zřídka kdy v Africe. Toto pozorování provedl Burkitt, který si všimá vztahu vlákniny a nízkého výskytu kolorektálního karcinomu (VYZULA, ŽALOUĐÍK, 2007).

## Rakovina

Rakovina je i nadále jedním z nejvýznamnějších zdravotních problémů populace. Většina rakovin dokáže udeřit obě pohlaví stejnou rychlostí, s výjimkou rakoviny reprodukčního systému. To se týká zejména rakoviny tlustého střeva, která patří mezi nejvyskytovanější formy rakoviny ve Spojených Státech (CHO, DREHER, 2001).

Kromě nízkého obsahu vlákniny ve stravě, mezi vnější rizikové faktory rakoviny tlustého střeva patří také: strava s vysokým obsahem živočišných tuků a červeného masa, nadváha, konzumace alkoholu, kouření a nedostatečný příjem protektivních látek, např. vitamin C, kyselina listová (VYZULA, ŽALOUĐÍK, 2007).

Vědci se domnívají, že příjem vlákniny ve stravě snižuje riziko rakoviny tlustého střeva. A to díky následujícím mechanismům: zředování a vyvázání rakovinotvorných látek, změna ve složení žlučových kyselin, zrychlení průchodu tráveniny tělem, vyvolání apoptózy rakovinných buněk a snížená aktivita škodlivých bakterií.

Vědecké studie prokázaly, že lidé s větším objemem stolice trpěli rakovinou tlustého střeva méně než lidé s nižším objemem stolice. Některé studie naznačují, že vyšší příjem vlákniny by

mohl chránit lidskou populaci i proti jiným typům rakoviny, a to rakoviny prsu nebo žaludku (KOMPRDA, 2009).

### Negativní účinky vlákniny

Jak již bylo výše uvedeno, některé látky potravní vlákniny snižují absorpci sacharidů a tuků. Avšak mimo jiné může nadměrné množství vlákniny ve stravě snížit absorpci také některých vitamínů, minerálních látek, konkrétně vápníku a železa, a účinných látek, čímž snižuje účinnost některých léků. Spolu s konzumací vlákniny by se měl striktně dodržovat pitný režim. Při nedostatku vody můžou nastat zažívací potíže, jako: zácpa, plynatost, nadýmání a bolest žaludku (FOŘT, 2007).

## **4.5 Zdroje vlákniny**

Největší podíl vlákniny můžeme najít zejména v celozrnných výrobcích, luštěninách, ovoci, zelenině a ořechách a semínkách. Je velmi důležité mít v jídelníčku obsaženy celozrnné obiloviny, které jsou na vlákniny podstatně bohatší jak ovoce a zelenina. Například celozrnné pečivo obsahuje ve 100 g kolem 7 g vlákniny, v knäckebrotu je to až kolem 15 g, obilné vločky obsahují cca 10 g vlákniny a oproti tomu obsah vlákniny v zelenině je průměrně okolo 2 g na 100 g (www.stob.cz, 2016).

### **4.5.1 Oves (*Avena sativa*)**

S porovnáním s ostatními obilninami má oves vysokou nutriční hodnotu. Obsahuje velké množství nenasycených mastných kyselin, zvláště kyselinu olejovou (55 %) a kyselinou  $\alpha$ -linolovou (35 %). Ze sacharidů je nejvíce zastoupen škrob, dextriny, sacharóza (BULKOVÁ, 2011). Nás zajímá zejména obsah nerozpustné a rozpustné vlákniny, kde značnou část tvoří  $\beta$ -glukany (3,1 – 5,8 %). Právě díky rozpustné vláknině  $\beta$ -glukanů, oves jako jediná obilovina snižuje hladinu cholesterolu v krvi (KONVALINA, 2012).

V roce 1977 The United States Food and Drug Administration (FDA) potvrdilo vztah mezi zvýšeným příjmem rozpustné vlákniny a snížením koncentrace celkového cholesterolu

v krvi. Jako minimální dávka pro snížení hladiny cholesterolu v krvi a tak snížení rizika vzniku ischemické choroby srdeční byla navržena 3 g/den  $\beta$ -glukanů (OTHMAN, 2011).

Bývá součástí snídaňových cereálií, jako ovesné vločky, ovesná krupice, expandovaná ovesná zrna (BUREŠOVÁ, 2014). Zahříváním ovesných slupek se získává vláknina v koncentrované čisté formě, která se díky své neutrální chuti přidává do všech pokrmů pro zvýšení obsahu vlákniny v potravě (BULKOVÁ, 2011).

Možnost zvýšení produkce spočívá v lepším využití produkčních schopností plodiny a rozšíření sortimentu výrobků o ovesné mléka, polévky, plnidla jogurtů, cereální snídaně, pekařské výrobky, aj. a lepší propagaci těchto výrobků ve spolupráci se zdravotníky (MOUDRÝ, 2011).

**Tabulka 2 Nutriční hodnoty ve 100 g ovesných vloček (www.kaloricketabulky.cz)**

<b>Tuky:</b>	6,9 g
<b>Bílkoviny:</b>	13,1 g
<b>Sacharidy:</b>	69 g
<b>Z toho cukry:</b>	1,3 g
<b>Vláknina:</b>	7,9 g

#### 4.5.2 Rýže (*Oryzae*)

Jako základní potravina je konzumována téměř polovinou lidstva, patří tedy mezi nejcennější obilniny na světě (BULKOVÁ, 2011). Mezi největší producenty patří Čína, Indie, Indonésie a Bangladéš (BUREŠOVÁ, 2014). Při zpracování se rýže loupe a tím se odstraňuje značný podíl minerálních látek, vitamínu a vlákniny (BULKOVÁ, 2011). Vláknina je ponejvíce tvořena celulórou, hemicelulórami a ligninem. Snižuje vstřebávání cholesterolu a tuků, snižuje hladinu glukózy v krvi, zabraňuje zácpě a udržuje dobrou funkci tlustého střeva (SUMCZYNSKI, 2015).

Pro nás je nejvýznamnější rýže pololoupaná neboli rýže natural, která se získává částečným loupáním rýžového zrna. To znamená, že 10 % slupky zůstává a rýže má vyšší biologickou hodnotu (BULKOVÁ, 2011).

Vzhledem k tomu, že rýžové slupky jsou nepoživatelné a jsou využívány jiným způsobem než v potravinářství, Fadaei a Salehifar (2012) se snažili extrahovat vlákninu z těchto slupek a využít ji pro další účely. Použili dvě metody extrakce, a to chemickou a enzymatickou

metodu, kdy vláknina získaná enzymatickou metodou byla vhodnější pro další uplatnění v potravinářství.

**Tabulka 3** Nutriční hodnoty ve 100 g rýže natural ([www.kaloricketabulky.cz](http://www.kaloricketabulky.cz))

<b>Tuky:</b>	1,9 g
<b>Bílkoviny:</b>	7,9 g
<b>Sacharidy:</b>	74 g
<b>Z toho cukry:</b>	1,2 g
<b>Vláknina:</b>	2,3 g

#### 4.5.3 Lněná semínka (*Linum usitatissimum*)

Lněné semínko je nejvíce hodnotné pro své velké množství omega-3 nenasycených mastných kyselin. Tím je v současnosti stále více doporučován jako zdroj omega-3 více než rybí olej. Je přirozeným zdrojem lecitinu a lignanů, což jsou látky s antivirovým, fungicidním, baktericidním a protirakovinovým účinkem (ŠAFRÁNEK, 2011). Množství lignanů se odhaduje 75 krát až 800 krát větší jako v kterékoli jiné rostlině. Lněné semínka obsahují vlákninu, jak rozpustnou tak nerozpustnou (MAGEE, 2009). Moderní výzkumy ukázaly důkazy, které naznačují, že lněné semínko může také pomoci snížit riziko vzniku diabetes, rakoviny a srdečních onemocnění. Avšak právě kvůli vysokému obsahu vlákniny se lidem trpící neprůchodností střev nedoporučuje nadměrná konzumace lněných semínek (NORDQVIST, 2016).

**Tabulka 4** Nutriční hodnoty ve 100 g lněných semínek ([www.kaloricketabulky.cz](http://www.kaloricketabulky.cz))

<b>Tuky:</b>	30,8 g
<b>Bílkoviny:</b>	29 g
<b>Sacharidy:</b>	29 g
<b>Z toho cukry:</b>	1,6 g
<b>Vláknina:</b>	38,7 g

#### 4.5.4 Dýňová semínka (*Cucurbita pepo*)

Mnohé studie potvrzují, že vyšší spotřeba potravin rostlinného původu snižuje riziko obezity, diabetes, srdečních onemocnění. A je tomu tak i u dýňových semínek. Jsou významné pro svůj vysoký obsah hořčíku, u kterého bylo potvrzeno, že snižuje riziko výskytu osteoporózy u žen středního věku. Dýňová semínka jsou také bohatá na omega-3 a omega-6 nenasycené mastné kyseliny, antioxidanty a vlákninu (WARE, 2017).

**Tabulka 5 Nutriční hodnoty ve 100 g dýňových semínek ([www.kaloricketabulky.cz](http://www.kaloricketabulky.cz))**

<b>Tuky:</b>	49 g
<b>Bílkoviny:</b>	11 g
<b>Sacharidy:</b>	12,3 g
<b>Z toho cukry:</b>	1,3 g
<b>Vláknina:</b>	7 g

#### 4.5.5 Chia (*Salvia hispanica*)

Navzdory své malé velikosti jsou chia semínka plné důležitých živin. Jsou skvělým zdrojem omega-3 mastných kyselin, které napomáhají zvýšení HDL cholesterolu. Jsou také bohaté na antioxidanty, vlákninu, železo a vápník. Ve 100 g je obsaženo zhruba 36 g vlákniny (WARE, 2017).

**Tabulka 6 Nutriční hodnoty ve 100 g chia semínek ([www.kaloricketabulky.cz](http://www.kaloricketabulky.cz))**

<b>Tuky:</b>	30,7 g
<b>Bílkoviny:</b>	20 g
<b>Sacharidy:</b>	25 g
<b>Z toho cukry:</b>	3 g
<b>Vláknina:</b>	35,5 g



## 4.6 Metody stanovení vlákniny

Metodika chemické analýzy je v úzkém spojení s definicemi a klasifikací vlákniny. Jsou určeny pro aplikaci a hodnocení složení potravin, včetně funkčních potravin a doplňků stravy (GYUROVA, ENIKOVA, 2015).

Zamrazilová (1989) uvádí 3 typy metod používané ke stanovení vlákniny: gravimetrické metody, kolorimetrické metody a vysokotlaká kapalinová chromatografie.

V posledních letech došlo k rozsáhlému vývoji metod pro stanovení vlákniny. V současné době se nejvíce používá enzymaticko-gravimetrická metoda, která byla v roce 1985 schválena za oficiální metodu stanovení celkové vlákniny (Association of Official Analytical Chemists [AOAC]) (GRAY, 2006). Principem této metody je pomocí trávicích enzymů odstranit škrob a bílkoviny. Ve zbytku vzorku se vysrážením etanolem oddělí rozpustné neškrobové látky. Nerozpustná vláknina se od rozpustné vlákniny oddělí pomocí filtrace a dále se stanoví gravimetricky. Celková vláknina potravy se stanoví jako součet rozpustné vlákniny a nerozpustné (DAVÍDEK, 1997). Nicméně, jak se definice vlákniny postupem času vyvíjela, byla přijata řada dalších metod.

Ve Velké Británii se jako oficiální metoda používá enzymaticko-chemická Englystova metoda. Při této metodě se stanovuje škrob enzymaticky a cukry jsou analyzované kolorimetricky, plynovou nebo vysoko účinnou kapalinovou chromatografií. Kolorimetrické metody se stanoví na základě barevných reakcí. Vysokotlakou kapalinovou chromatografií se stanovují jednotlivé monomerické složky vlákniny (ZAMRAZILOVÁ, 1989).

AOAC a American Association of Cereal Chemists (AACC) schválila metody vyvinuté k měření širokého obsahu komponentů vlákniny, zahrnující rezistentní škrob, nestravitelné oligosacharidy a nestravitelné syntetizované polymery karbohydráz. Tyto metody souhlasí s tím, že vláknina je součet neškrobových polysacharidů, rezistentního škrobu a nestravitelných oligosacharidů. Tři (nebo možná více) metod jsou potřebné ke kompletní analýze těchto složek. Navrhovaná definice potravní vlákniny dle Codex Alimentarius Commission zahrnuje specifický list AOAC analytických metod, na základě toho, že tato metodika se používá po celém světě pro běžnou analýzu (GRAY, 2006).

Laboratorní stanovení vlákniny je dnes přesnější. Na obalech produktu se mohou vyskytnout hodnoty obsahu vlákniny vyšší, to ale nemusí znamenat klamání spotřebitelů, nýbrž použití přesnější metody (KUNOVÁ, 2011).

## 4.7 Fortifikace potravin

Fortifikace neboli obohacování potravin je „řízené zvyšování obsahu esenciálních mikroživin, tj. vitamínů a minerálních látek (včetně stopových prvků) v potravinách, které zlepšuje jejich výživovou hodnotu a příznivě a s minimálním rizikem ovlivňuje zdravotní stav obyvatelstva.“ (FAO/WHO, 2006).

Mezi nejznámějších fortifikovaných potravin je sůl, do které se přidává jód, již od roku 1921 jako prevence proti vzniku strumy. Fortifikace soli jódem se stala povinnou. Také bylo zavedeno přidávání vitamínu D do mléka, za účelem snížit výskyt křivice na minimum. Mezi další látky, které se přidávají do potravin, patří vitamín B1, B2, C, E, dále niacin, kyselina listová nebo betakaroten, hořčík, vápník či draslík (FZV, 2012).

V současnosti existuje mnoho vláknin jako přísad, které jsou vhodné pro fortifikaci nápojů než běžná vláknina z cereálních výrobků nebo ovoce. A to kvůli své vysoké rozpustnosti a čirosti v roztoku. Složení výrobku a procesní parametry pro výrobu nápojů přímo ovlivňují strukturu a stabilitu. Proto je důležité vybrat co nejvhodnější vlákninu pro výrobu (HOSSEINIAN, 2017).

K obohacování potravin využíváme tzv. funkční vlákninu. Jedná se o vlákninu získanou z jejích přírodních zdrojů, která se přidává do doplňků stravy, potravin či nápojů pro zvýšení obsahu vlákniny (MARTIN, 2016).

**Tabulka 7** Nejběžnější typy dietní a funkční vlákniny využívané k fortifikaci potravin (MARTIN, 2016)

Typ vlákniny	Zdroje vlákniny
Celulóza a některé hemicelulózy	Ořechy, celozrnná pšenice, celozrnné obiloviny, otruby, semena, hnědá rýže
Inulin a oligofruktóza	Extrahované z cibulí a vedlejší produktů výroby cukru z řepy nebo kořene čekanky
Lignin	Len, žito a některá zelenina
β-glukany	Oves, ovesné otruby, lněné semena, fazole, hrách, ječmen, sójové boby, banány, jahody, pomeranče, jablka, mrkev
Pektin a gumy	Ovoce, plody, semena, kůra citrusů
Polydextróza a polyalkoholy	Přídavek do zpracovaných potravin jako plnidlo a náhrada cukru. Vyrobeny z dextrózy, sorbitolu a kyseliny citrónové
Psyllium	Vzniká vyčištěním obalů semen jitrocele indického
Rezistentní škrob	Nezralé banány, ovesné vločky, luštěniny
Pšeničný dextrin	Extrahované z pšeničného škrobu

## 5 MATERIÁL A METODIKA

V rámci praktické části diplomové práce byly v laboratoři vyrobeny kvašené i nekvašené nápoje s potencionálně vyšším obsahem vlákniny. Následně byl vyhodnocen obsah rozpustné i nerozpustné vlákniny dle možností a vybavení laboratoře ústavu technologie potravin. K doplnění nutričních hodnot byl stanoven obsah bílkovin, tuků, škrobu a cukrů. Celá práce je pak doplněna senzorickou analýzou.

### 5.1 Charakteristika vyrobených nápojů

#### 5.1.1 Kvašené nápoje

##### Ovesné pivo

Ústavem technologií potravin byly poskytnuty vzorky ovesného piva, výroby jsem se sama zúčastnila. Na výrobu bylo použito 130 l vody, 15 kg ječného sladu a 8 kg ovesného sladu.

Proces výroby piva:

1. Šrotování – mechanické rozrušení sladových zrn kvůli zpřístupnění jejich vnitřních partií pro další technologické operace
2. Vystírání – vystíralo se ve vystírací kádi při 45 °C do vytvoření husté kaše tzv. vystírky
3. Rmutování – jedná se o proces, při kterém se přítomné polysacharidy (škrob) ve sladu enzymaticky štěpily na zkvasitelné cukry. Rmutovalo se cca 1,5 hodin při 4 různých teplotách, a to: 15 min při 52 °C, 30 min při 62 °C, 30 min při 72 °C a 10 min při 85 °C
4. Scezování – oddělení kapalné části rmutu od pevných zbytků sladu po dobu 30 min
5. Chmelovar – sladina se vařila s chmelem po dobu 90 min, kdy na začátku varu byl přidán chmel Premiant (60 g), ve 45. minutě varu chmel Sládek (100 g) a 10 minut před koncem varu byl přidán chmel Žatecký poloraný červeňák (150 g).
6. Zchlazování – na 10 °C
7. Kvašení – přeměna zkvasitelných cukrů na alkohol a CO<sub>2</sub> za použití kvasnic W92 spodního kvašení. Délka hlavního kvašení byla 7 dnů.
8. Dozrávání – pivo bylo zchlazeno na 4 °C a dozrávalo po dobu 5 týdnů

### Jogurtový ovesný nápoj

Jako druhý kvašený nápoj byl použit jogurtový nápoj s přidaným ovsem. Na jeho výrobu bylo použito 1 l polotučného UHT mléka, 50 g sušeného mléka a 50 ml bílého jogurtu značky Holandia. Pro inkubaci byl použit domácí jogurtovač, který byl nastaven na 37 °C, a ve kterém byla směs inkubována po dobu 3 dnů. Po inkubaci byl jogurtový nápoj zhomogenizován tyčovým mixérem a následně bylo přidáno 25 g sypké rozmixované směsi ovesných zrn.

### **5.1.2 Nekvašené nápoje**

Z nekvašených nápojů byla největší pozornost věnována tzv. rostlinným mlékům, jejichž popularita v současné době značně stoupá. Jeden z důvodů může být trend vegetariánského stylu života, anebo důsledek rozvoje laktóзовé nesnášenlivosti v celosvětové populaci. Rostlinné mléka byly vyrobeny jednoduchým způsobem, a to důsledným rozmixováním určité suroviny s vodou.

V laboratoři byl k dispozici pouze tyčový mixér, který nebyl výkonnostně vhodný, proto byla surovina předem rozmixovaná na sucho v multifunkčním mixéru. Sypká surovina v podobě moučky byla navážena na 150 g a po přidání 400 ml vody byla směs rozmixována v kádince. Až vzniklá tekutina dosáhla vhodné konzistence, byla zfiltrována přes pláténko pro oddělení pevné a kapalně frakce. Mléka byly uchovány v chladicím zařízení 3-5 dní, jsou tedy určeny k okamžité konzumaci.

### **Tabulka 8 Suroviny použité na výrobu rostlinných mlék**

Oves
Ovesné vločky
Ovesný slad
Ovesný karamelový slad
Rýže Natural
Chia semínko
Lněné semínko
Dýňové semínko

### Použité přístroje, pomůcky a chemikálie:

- analytické váhy (Kern, Německo)
- multifunkční mixér (Philips G21, Česká republika)
- tyčový mixér (Braun, Německo)
- kádinky
- pláténko
- domácí jogurtovač (Eta, Česká republika)

## **5.2 Stanovení vlákniny**

Ačkoli existuje několik metod pro stanovení vlákniny (viz. literární rešerše), ve vztahu k vybavení pracoviště bylo nutné najít co nejvhodnější způsob stanovení. Jako první metoda pro stanovení vlákniny byla zvolena metoda dle Henneberg-Stohmanna. Působením 5% roztoku kyseliny sírové a 5% roztoku hydroxidu sodného jsou převedeny balastní látky do roztoku a získaná nerozpustná vláknina je stanovena vázkově. Stanovením vlákniny metodou dle Henneberg-Stohmanna získáme pouze hrubou vlákniny, která zahrnuje především celulózu a pouze část hemicelulózu a ligninu, které se částečně rozpustí při kyselé a alkalické hydrolyze (HRSTKA, SOMROVÁ, 2013).

Jako druhá metoda byla zvolena tzv. enzymaticko-gravimetrická, která využívá tři enzymy: termostabilní  $\alpha$ -amylázu, proteázu a amyloglukosidázu. Vzorek je zahříván při 95 °C s termostabilní  $\alpha$ -amylázou, aby došlo ke zgelovatění, hydrolyze a depolymeraci škrobu. Dále je vzorek inkubován při 60 °C s proteázou pro rozpuštění a depolymeraci proteinů a také s amyloglukosidázou pro hydrolyzu fragmentů škrobu na jednotky glukózy. Aby došlo k vysrážení rozpustné vlákniny a odstranění depolymerizovaných proteinů a glukózy, je přidán ke vzorku ethanol. Zbytek je zfiltrován, promyt ethanollem a acetonem, sušen a zvážen. Jeden duplikát je použit pro stanovení bílkovin dle Kjeldahla a druhý pro stanovení popela. Celková vláknina odpovídá hmotnosti zfiltrovaného a vysušeného zbytku po odečtení podílu bílkovin a popela (MEGAZYME, 2007).

Kvůli omezeným možnostem pracoviště by bylo velice obtížné stanovit rozpustnou vlákninu, a proto byla vypočtena rozdíl hodnot získaných enzymaticko-gravimetrickou metodou a hodnot získaných Henneberg-Stahmannovou metodou.

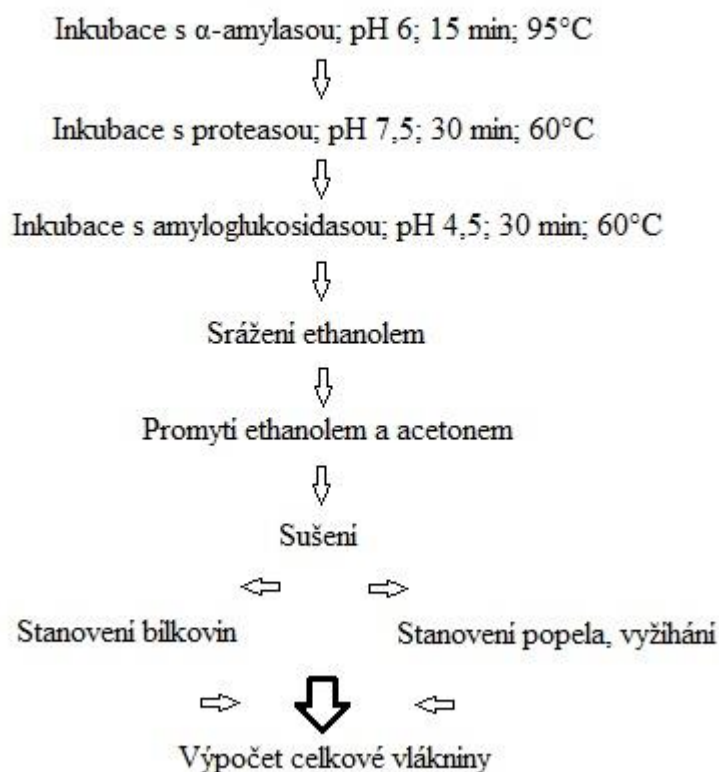
### Henneberg-Stohmannova metoda

Do 500 ml destilační baňky bylo naváženo 50 ml vzorku nápoje. Vzorek byl kvantitativně převeden do destilační baňky 200 ml 5% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a pod zpětným chladičem vařen 30 min. Roztok byl ještě za horka zfiltrován přes filtrační kelímek a promyt horkou vodou. Zbytek vzorku ve filtračním kelímku byl kvantitativně převeden zpět do destilační baňky 200 ml 5% NaOH, kde byl následně vařen opět 30 min pod zpětným chladičem. Po skončeném varu byl roztok zfiltrován přes suchý zvážený filtrační kelímek a promyt horkou vodou a ethanolem. Obsah filtračního kelímku byl vysušen při 105 °C a po vychladnutí se zvážen. Poté byl kelímek vložen do muflové pece, kde byl obsah spálen při teplotě 650 °C, a po vychladnutí znova zvážen. Obsah přítomné vlákniny ve vzorku byl následně stanoven na základě rozdílu hmotností filtračního kelímku po vysušení a po vyžhání (HRSTKA, SOMROVÁ, 2013).

### Enzymaticko-gravimetrická metoda

Do Erlenmeyerovy baňky bylo odměřeno 50 ml vzorku a upraveno pH na 6. Po dosažení požadovaného pH bylo napipetováno 0,1 ml termostabilní  $\alpha$ -amylázy a vzorek byl řádně promíchán. Hrdlo Erlenmeyerovy baňky bylo zakryto alobalem a vzorek byl ponechán ve vodní lázni při 95 °C po dobu 15 minut. Po uplynutí požadované doby byl vzorek vychlazen na pokojovou teplotu. Pomocí roztoku NaOH bylo upraveno pH na 7,5 a přidáno 0,1 ml proteázy. Po zakrytí alobalem byla baňka znova vložena do vodní lázně, kde byla tentokrát ponechána 30 minut při 60 °C. Vzorek byl opět vychlazen na pokojovou teplotu a jeho pH bylo pomocí roztoku H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> upraveno na 4,4. Následně bylo napipetováno 0,1 ml amyloglukosidázy. Zakrytý vzorek byl následně ponechán ve vodní lázni při 60 °C po dobu 30 minut. Po ukončení vodní lázně bylo ke vzorku přidáno čtyřnásobné množství 95% ethanolu a rozpustná vláknina byla vysrážena. Vzorek byl filtrován cca 4 hodiny přes suchý předem zvážený filtrační kelímek a promyt 78% ethanolem, 95% ethanolem a acetonem. Obsah filtračního kelímku byl sušen při 105 °C a po vychladnutí zvážen. Následně byl kelímek vložen do muflové pece, kde byl obsah spálen při teplotě 650 °C, a po vychladnutí znova zvážen. Obsah přítomných bílkovin byl stanoven pomocí Kjeldahlovy metody. Obsah přítomné vlákniny ve vzorku byl následně stanoven na základě rozdílu hmotností filtračního kelímku po vysušení a po vyžhání a hmotností bílkovin (MEGAZYME, 2007).

## Enzymaticko-gravimetrická metoda



Obrázek 2 Schéma enzymaticko-gravimetrické metody

### Použité přístroje, pomůcky a chemikálie:

- topné hnízdo (Laboratorní přístroje Praha, Česká republika)
- destilační baňka 500 ml
- zpětný chladič
- filtrační kelímek S2
- odsávací baňka
- vývěva
- sušárna (Laboratorní přístroje Praha, Česká republika)
- muflová pec (Laboratorní přístroje Praha, Česká republika)
- vodní lázeň (Wisd, Německo)
- pH metr (PC5, XS Instrument, Německo)
- Erlenmeyerova baňka
- alobal



- pipeta
- 5% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Lachner, Česká republika)
- 5% NaOH (Fluka, Česká republika)
- ethanol (Fluka, Česká republika)
- aceton (Merck, Německo)
- termostabilní  $\alpha$ -amyláza (Genecor, Holandsko)
- proteáza (Genecor, Holandsko)
- amyloglukosidáza (Genecor, Holandsko)

### 5.3 Stanovení bílkovin dle Kjeldahla

10 ml vzorku bylo přeneseno do Kjeldahlovy baňky, bylo přidáno 10 g katalyzátoru (směs CuSO<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Se) a roztok byl důkladně promíchán. Poté bylo přidáno 15 ml koncentrované H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, obsah byl znovu promíchán a následně spálen v digestoři v pískové lázni, jejíž teplota byla 210 °C. Po zmizení zabarvení a vyčiření, byl obsah baňky zředěn vodou, převeden do 250 ml odměrné baňky a doplněn vodou po rysku. Z baňky bylo odpipetováno 50 ml do destilační baňky se zábrusovou zátkou. Do předlohy bylo odměřeno 25 ml 2 % H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> a 3-5 kapek Tashirova indikátoru. Poté bylo přidáno 50 ml 30 % NaOH a obsah baňky byl přiveden k varu. Po 15 minutách byla předloha snížena a destilována ještě zhruba minutu, aby se vymyly poslední zbytky amoniaku. Nakonec byl obsah předlohy titrován odměrným roztokem kyseliny sírové do růžovofialového zbarvení (KLECKEROVÁ, 2014).

#### Použité přístroje, pomůcky a chemikálie:

- analytické váhy (Kern, Německo)
- varné kamínky
- mineralizační jednotka (písková lázeň)
- stojan na mineralizační trubice
- mineralizační trubice
- kahan
- destilační aparatura se zábrusem 29/32
- destilovaná voda

- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (mineralizace) – koncentrovaná (Lachner, Česká republika)
- katalyzátor (směs CuSO<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Se) (Sigma Aldrich, Německo)
- 2 % H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> (Lachner, Česká republika)
- Tashiro indikátor (Lachner, Česká republika)
- 0,05 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Lachner, Česká republika)
- 0,1 M NaOH (Fluka, Česká republika)

#### 5.4 Stanovení škrobu dle Ewerse

10 ml vzorku bylo kvantitativně převedeno do 100 ml odměrné baňky spolu s 25ml Ewersovou kyselinou. Vzorek s kyselinou byl důkladně promíchán a znovu bylo přidáno 25 ml stejné kyseliny. Poté se vzorek nechal zahřívát ve vroucí lázni po dobu 15 minut s průběžným promícháváním. Po vyjmutí z vodní lázně bylo ke vzorku přidáno 30 ml destilované vody a obsah baňky se nechal zchladit na laboratorní teplotu. Následně došlo k vyčeření pomocí 5 ml roztoku Carrez I a 5 ml roztoku Carrez II. Po promíchání baňky byl obsah doplněn destilovanou vodou po rysku. Obsah baňky byl zfiltrován do suché kádinky. První část filtrátu byla vrácena zpět na filtr a čistý filtrát byl stanoven v polarimetru (FĀRCAŞ, 2013).

Výpočet obsahu škrobu:

$$\% \text{škrobu} = \frac{100 \cdot \alpha}{d \cdot l \cdot \alpha \cdot d \cdot 10}$$

$\alpha$  – úhel otáčení v kruhových stupních

$l$  – délka polarizační trubice v dm

$\alpha d$  – specifická otáčivost škrobu (oves – 181,3; rýže – 185,9; ostatní – 183,3)

Použité přístroje, pomůcky a chemikálie:

- vodní lázeň (Wisd, Německo)
- filtrační papír
- polarimetr POLAMAT S (Laboratorní přístroje Praha, Česká republika)
- Ewersova kyselina (1,124% HCl) (Fluka, Česká republika)
- Carrezovo čířidlo I (ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O) (Fluka, Česká republika)

- Carrezovo čířidlo II ( $K_4[Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O]$ ) (Sigma Aldrich, Německo)

## 5.5 Stanovení cukrů dle Schoorla

Do 200 ml odměrné baňky bylo odměřeno 10 ml vzorku, přidáno 100 ml vody o 30 °C, důkladně promícháno a nechalo se odstát. Následně bylo přidáno 5 ml Carrezova čířidla I, 5 ml Carrezova čířidla II a doplněno vodou po rysku. Obsah baňky byl zfiltrován přes suchý skládaný filtr a tím byl získán cukerný výluh. Z filtrátu bylo odebráno 50 ml a spolu s 5 ml 20% HCl byl obsah baňky invertován ve vodní lázni při 70 °C po dobu 15 minut. Do vodou ochlazené baňky byla přidána kapka indikátoru fenolftalein a následně byl roztok neutralizován 35% roztokem NaOH do slabě růžového zbarvení. Obsah baňky byl opět doplněn vodou po rysku.

Do 500 ml Erlenmayerovy baňky bylo napipetováno 10 ml Fehlingova roztoku I a 10 ml Fehlingova roztoku II. Obsah byl promíchán a následně bylo přidáno 20 ml vzorku a 10 ml vody. Po přidání několika varných kamínek byla baňka umístěna na kahan, uzavřena nálevkou a zahřívána tak dlouho, aby doba varu nepřekročila 3 minuty. K ochlazenému roztoku byly přidány 3 g krystalického KI a po jeho rozpuštění 10 ml 25%  $H_2SO_4$ . Uvolněný jod byl ihned titrován roztokem 0,1 M  $Na_2S_2O_3$ . Ke konci titrace byly přidány 3 ml škrobového roztoku a titrovalo se do odbarvení stálého 3 minut. Byl proveden i slepý pokus s 30 ml vody.

Vyjádření výsledků bylo provedeno výpočtem rozdílu spotřeby roztoku 0,1 M  $Na_2S_2O_3$  při slepém pokusu a spotřeby 0,1 M  $Na_2S_2O_3$  při titraci vzorku. Zjištěnému rozdílu v mililitrech odpovídá příslušné množství sacharosy, které se odečte z tabulky (ČSN 56 0116-7) (KÁŠ, a kol., 2005).

### Použité přístroje, pomůcky a chemikálie:

- analytické váhy (Kern, Německo)
- filtrační papír
- varné kamínky
- automatická byreta
- kahan
- Carrezovo čířidlo I ( $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ) (Fluka, Česká republika)
- Carrezovo čířidlo II ( $K_4[Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O]$ ) (Fluka, Česká republika)

- 20% HCl (Lachner, Česká republika)
- 35% NaOH (Fluka, Česká republika)
- Fenolftalein (Sigma Aldrich, Německo)
- Fehlingův roztok I ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) (Lachema, Česká republika)
- Fehlingův roztok II ( $\text{KNaC}_4\text{O}_6\text{H}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) (Lachema, Česká republika)
- škrobový roztok (Bramborový škrob, Amylon, Česká republika)
- 25%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (Lachner, Česká republika)
- KI (Fluka, Česká republika)
- 0,1 M  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (Sigma Aldrich, Německo)

## 5.6 Stanovení tuku metodou Hara-Radin

50 ml vzorku bylo převedeno do 150 ml Erlenmeyerovy baňky, přidáno 30 ml HIP 1 a poté byl roztok sonifikován ultrazvukovou lázní po dobu 15 minut. Extrakt byl zfiltrován přes Buchnerovu nálevku. K filtrátu bylo přidáno 24 ml vodného roztoku síranu sodného a směs důkladně protřepána. V dělicí nálevce byla oddělena vodní a organická fáze, kdy bylo následně k vodné fázi přidáno 10 ml HIP 2. Po protřepání byla opět oddělena vodní a organická fáze. Organické fáze byly spojeny, zfiltrovány do 50 ml odměrné baňky přes 0,5 g bezvodého síranu sodného a následně doplněny po rysku n-hexanem. Rozpouštědlo bylo odpařeno na vakuové odparce při 40 °C a gravimetricky stanoven obsah tuku (HARA, RADIN, 1978).

### Použité přístroje, pomůcky a chemikálie:

- Erlenmeyerova baňka
- ultrazvuková lázeň (PS10000, Powersonic, Slovensko)
- Buchnerova nálevka
- dělicí nálevka
- vakuová odparka (RV 05-ST + HB4 Basic, Kika-Werke, Německo)
- analytické váhy (Kern, Německo)
- HIP 1 (hexan-izopropanol 3:2) (Fluka, Česká republika)
- HIP 2 (hexan-izopropanol 7:2) (Fluka, Česká republika)
- roztok síranu sodného (66,6 g  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  v 1000 ml  $\text{H}_2\text{O}$ ) (Sigma Aldrich, Německo)

- n-hexan (Fluka, Česká republika)

## 5.7 Stanovení cukrů metodou HPLC

Jedná se o vysokoúčinnou kapalinovou chromatografii (angl. high-performance liquid chromatography) sloužící k separaci složek vzorku za účelem stanovení jejich přítomnosti i koncentrace ve vzorku. Každý vzorek byl v eppendorfové fialce odstředěn, aby byl odstraněn zátok. Do injekční stříkačky bylo nabráno cca 2 ml odstředěného podílu a následně nastříknuto do přístroje. Celá metoda byla sestavena převážně přístroji firmy Ecom (Česká republika). Celá metoda sestávala z dvoupístové pumpy LCP 4000, dávkovacího ventilu D, termostatu kolon LCO 101, kolony dodané firmou Labio, předkolony HEMA BIO Q+Sb 10  $\mu\text{m}$ , diferenčního refraktometrického detektoru Laboratorní přístroje Praha RIDK-102 (Česká republika). Dále byla použita deionizovaná voda pro HPLC, použité standardy byly čistoty HPLC (Sigma Aldrich, Německo) o koncentraci nástřiku 1g/100ml, odstředivka (Hettich, Německo). Pro vyhodnocení byl použit program Clarity metodou integrace píků (jejich plocha).

### Podmínky analýzy:

náplň kolony: Ostion LG KS 0800 H<sup>+</sup> 10  $\mu\text{m}$

kolona: Watrex, ocelová 8x300 mm

teplota: 30 °C

mobilní fáze: 0,05M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

průtok: 0,5 ml/min

nástřik: 5  $\mu\text{l}$

tlak: 6,2 MPa

detekce: refraktometrická

citlivost detektoru: 0,64

## 5.8 Senzorická analýza

Senzorická analýza byla provedena v laboratoři splňující normu ISO 8589:2007 na Ústavu Technologie potravin Mendelovy univerzity v Brně. Analýzy se zúčastnilo 10 proškolených (dle normy ISO 8586:2012) hodnotitelů, konkrétně 7 žen a 3 mužů ve věkovém rozmezí 20-30 let. Každý účastník postupně hodnotil 10 vzorků v pořadí:

1. nápoj z ovesných vloček
2. nápoj ze zrn ovsa
3. nápoj z ovesného sladu
4. nápoj z ovesného karamelového sladu
5. nápoj z rýže Natural
6. nápoj z chia semínek
7. nápoj z lněných semínek
8. nápoj z dýňových semínek
9. ovesné pivo
10. jogurtový ovesný nápoj

Každý z hodnotitelů poté prováděl analýzu pomocí dotazníků. U rostlinných mlék a jogurtového nápoje byly hodnoceny jednotlivé parametry v pořadí:

1. vůně
2. cizí pachy (konzistence u jogurtového nápoje)
3. barva
4. textura
5. chuť
6. celkový dojem

U ovesného piva se hodnotily následující parametry v pořadí:

1. celková intenzita vůně
2. cizí vůně
3. říz
4. plnost
5. intenzita hořkosti
6. doznívání hořkosti
7. celkový dojem

Vyrobené nápoje byly hodnoceny senzoricou metodou grafické nestrukturované stupnice. Stupnice představuje úsečku o délce 100 mm, na kterou je pomocí znaménka vyznačena intenzita, příjemnost či kvalita daného vjemu (JAROŠOVÁ, 2001). Hodnoty získané z dotazníků byly zprůměrovány a graficky vyhodnoceny pomocí paprskového grafu v programu Microsoft Office Excel.

## **5.9 Statistické vyhodnocení**

Jak stanovení obsahu vlákniny, tak stanovení obsahu nutričních parametrů bylo u každého vzorku prováděno 3x a výsledky těchto stanovení jsou uváděny v tabulkách jako průměr se směrodatnou odchylkou, které byly získány aplikováním základní popisné statistiky. Pro mnohonásobné porovnání hodnot rozpustné, nerozpustné a celkové vlákniny byl použit Kruskal-Wallisův test. Pro analýzu závislosti mezi obsahem rozpustné vlákniny a obsahem oligosacharidů byl použit Spearmanův korelační koeficient. Získané hodnoty byly zpracovány v programu Statistica verze 12. Hladina významnosti byla stanovena jako  $p < 0,05$ .

U hodnot, které byly získané senzoricou analýzou, byly vypočteny jejich průměry se směrodatnými odchylkami. V programu Microsoft Office Excel byly následně vytvořeny paprskové grafy jednotlivých deskriptorů.

## 6 VÝSLEDKY A DISKUZE

### 6.1 Vyhodnocení výsledků stanovení vlákniny

Potravní vláknina byla stanovena dvěma způsoby. Celková vláknina byla stanovena enzymatickou metodou, nerozpustná vláknina Henneberg-Stohmannovou metodou. Rozpustná vláknina byla následně dopočítána jejich rozdílem. V tabulce č. 9 jsou uvedeny průměry se směrodatnými odchylkami.

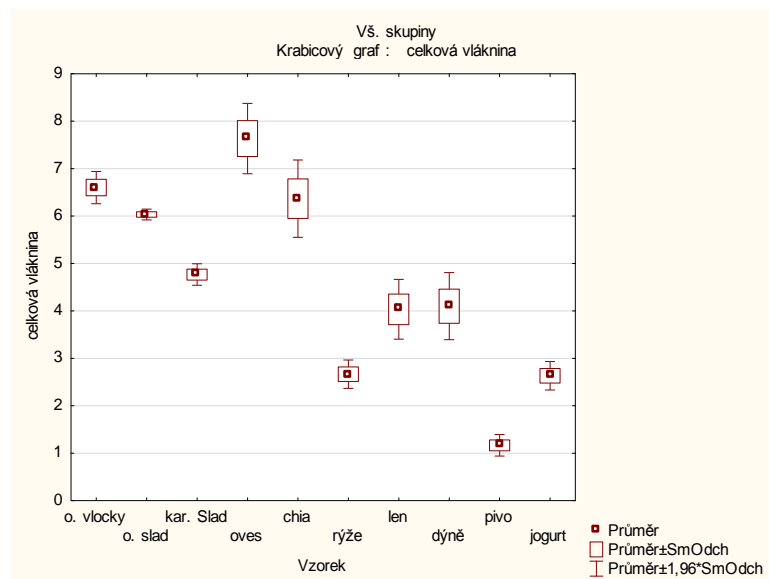
Tabulka 9 Průměry obsahu vlákniny se směrodatnými odchylkami

	g/100 g		
	Nerozpustná vláknina	Celková vláknina	Dopočítaná rozpustná vláknina
Nápoj z ovesných vloček	4,8 ±0,2	6,6±0,2	1,8±0,1
Nápoj z ovsa	6,4±0,2	7,6±0,4	1,3±0,2
Nápoj z ovesného sladu	4±0,2	6±0,1	2±0,1
Nápoj z ovesného karamelového sladu	3,1±0,2	4,8±0,1	1,7±0,1
Nápoj z rýže Natural	1,9±0,1	2,7±0,2	0,7±0,1
Nápoj z chia semínek	4,4±0,2	6,4±0,4	1,9±0,2
Nápoj z lněných semínek	3±0,1	4±0,3	1,1±0,3
Nápoj z dýňových semínek	2,8±0,2	4,1±0,4	1,3±0,2
Ovesné pivo	0,8±0,1	1,2±0,1	0,3±0,1
Jogurtový nápoj s ovsem	1,9±0,1	2,6±0,2	0,7±0,1

Z tabulky č. 9 a grafu č. 1 vyplývá, že nejvyšších hodnot celkové vlákniny dosáhl nápoj z ovsu (7,6 g/100g), jehož hodnoty však vykazovaly vysoký rozptyl naměřených hodnot. Vyšší směrodatné odchylky byly zpozorovány i u nápojů z chia, dýňových a lněných semínek. Obsah

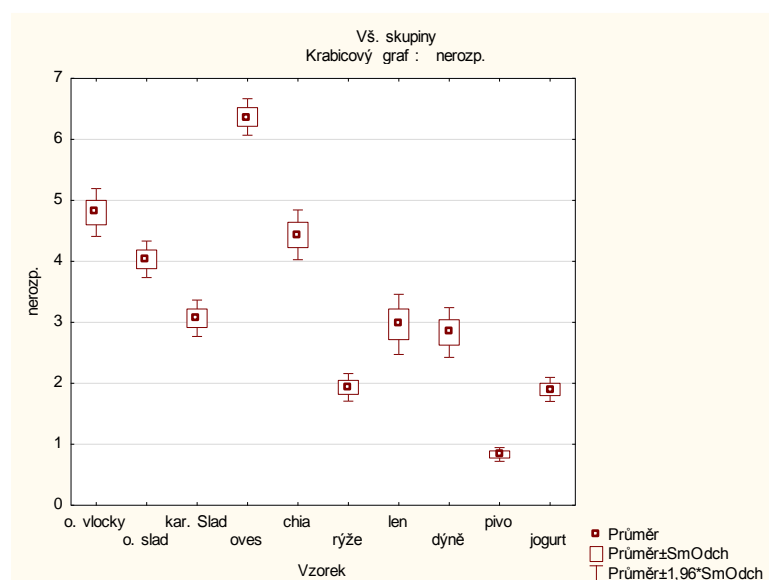


celkové vlákniny u nápoje z ovsu je zároveň nejvyšší mezi ostatními ovesnými nápoji. To lze odůvodnit tím, že oves zbavený pluch obsahuje stále poměrně vysoké množství vlákniny, a to 11 g/100g. Na rozdíl od ovesných vloček, které prošly technologickou úpravou. Avšak nápoj z ovesných vloček dosahoval hned druhých nejlepších výsledků (6,6 g/100g). Při procesu sladování probíhá štěpení vysokomolekulárních látek pomocí přítomných enzymů, což vede ke snížení obsahu jak škrobu, tak vlákniny. To nám odůvodňuje nejnižší hodnoty nápojů z ovesného sladu (6 g/100g) a ovesného karamelového sladu (4,8 g/100g) ze všech ovesných nápojů. Nejvyšší obsah vlákniny z použitých surovin obsahovala jednoznačně chia a lněné semínka. To se však neodrazilo na obsahu celkové vlákniny v nápojích (6,4 g/100g, 4 g/100g). Příčinou byl pravděpodobně rozdílný technologický postup při výrobě nápojů. Jelikož chia a lněné semínka obsahují poměrně vysoký obsah slizů a gum, které v kontaktu s vodou tvoří viskózní gel, byla směs co nejrychleji zfiltrována přes pláténko, aby nedošlo k výrazné změně konzistence nápoje. Tím lze říci, že větší část vlákniny zůstala v pevné fázi a nestačila se vyloučit do tekuté fáze. Nápoj z dýňových semínek obsahoval v průměru 4,1 g/100g vlákniny, což je srovnatelné s obsahem vlákniny nápoje z lněných semínek, i když obsah vlákniny v dýňových semínkách není až tak vysoká. Z rostlinných mlék nejhůře dopadl rýžový nápoj, jehož obsah činil 2,7 g/100g vlákniny. Ze všech nápojů byly nejnižší hodnoty naměřeny u ovesného pivo, což se předpokládalo. Právě procesem výroby piva byl obsah vlákniny značně snížen, hlavně z důvodu přítomnosti enzymů  $\beta$ -glukanáza a xylanáza v ječném sladu, které rozpustnou vlákninu štěpí až na glukózu. Jogurtový ovesný nápoj sice obsahoval 2,6 g/100g vlákniny, ale lze jej považovat za nejvýznamnější kvůli svým symbiotickým a probiotickým vlastnostem. Mnohonásobným porovnáním bylo zjištěno, že se hodnoty obsahů celkové, nerozpustné a rozpustné vlákniny od sebe statisticky významně liší ( $p < 0,05$ ).



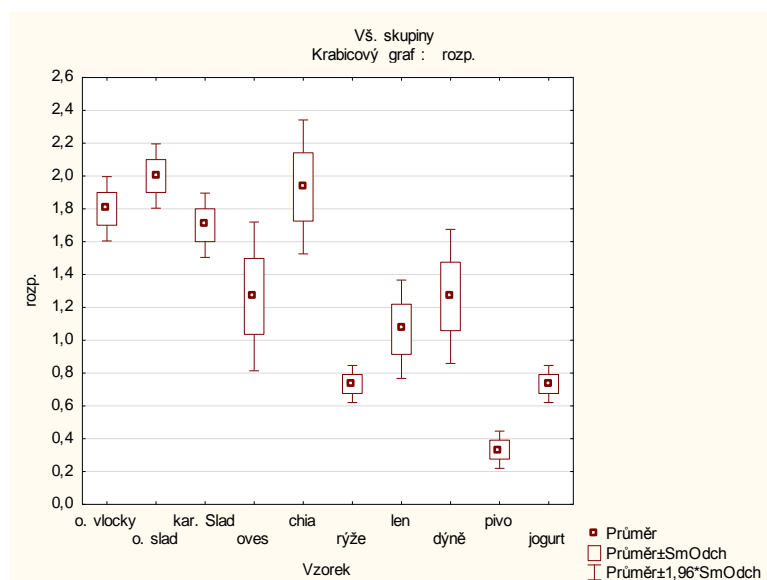
**Graf 2 Kategorizovaný krabicový graf pro obsah celkové vlákniny všech skupin**

Díky důkladnému rozmixování surovin na sypkou moučku byla v nápojích po přecezení přítomnost pevných částic, což vedlo k vyššímu obsahu nerozpustné a tím i celkové vlákniny. Z rostlinných mlék největší množství nerozpustné vlákniny obsahoval opět nápoj z ovesa (6,4 g/100g) a nejméně nápoj z rýže Natural (1,9 g/100g). Jogurtový ovesný nápoj se se svým obsahem nerozpustné vlákniny rovnal rýžovému nápoji (1,9 g/100g). Ovesné pivo se svými 0,8 g/100g vlákniny měl nejnižší obsah vlákniny ve všech nápojích.



**Graf 3 Kategorizovaný krabicový graf pro obsah nerozpustné vlákniny všech skupin**

Rozpustná vláknina byla vypočtena z hodnot, které byly stanoveny pro obsah celkové a nerozpustné vlákniny. Jelikož se nejednalo o samostatné stanovení, hodnoty můžou být zavádějící. Nejvyšší hodnoty byly získány v rozmezí 1,7 – 2 g/100g, a to u nápojů z: ovesného sladu (2 g/100g), chia semínek (1,9 g/100g), ovesných vloček (1,8 g/100g) a ovesného karamelového sladu (1,7 g/100g). V nápoji z ovesných zrn, který obsahoval nejvíce celkové vlákniny, byla vypočtena nejnižší hodnota 1,3 g/100g rozpustné vlákniny ze všech ovesných nápojích. To nekorresponduje se složením celkové vlákniny ovsa a s technologickými úpravami ostatních použitých surovin. Obsah rozpustné vlákniny u chia a lněných semínek by měl být stejný a u vypočtených hodnot je mezi nápoji z těchto semínek rozdíl 0,8 g/100g. Jako u nerozpustné vlákniny, tak i obsah rozpustné vlákniny je stejný u rýžového a jogurtového ovesného nápoje (0,7 g/100g). Nejnižší hodnota byla vypočtena u ovesného piva, a to 0,3 g/100g.



**Graf 4 Kategorizovaný krabicový graf pro obsah rozpustné vlákniny všech skupin**

## 6.2 Vyhodnocení nutričních parametrů

### *Nápoj z ovesných vloček*

**Tabulka 10** Nutriční parametry nápoje z ovesných vloček (g/100g)

<b>Bílkoviny:</b>	4±0,2
<b>Sacharidy:</b>	18,7±0,8
<b>Z toho cukry:</b>	2,2±0,1
<b>Tuky:</b>	2,6±0,2

### *Nápoj z ovesných zrn*

**Tabulka 11** Nutriční parametry nápoje z ovesných zrn (g/100g)

<b>Bílkoviny:</b>	4,1±0,2
<b>Sacharidy:</b>	18,8±0,6
<b>Z toho cukry:</b>	2±0,3
<b>Tuky:</b>	1,4±0,1

### *Nápoj z ovesného sladu*

**Tabulka 12** Nutriční parametry nápoje z ovesného sladu (g/100g)

<b>Bílkoviny:</b>	4,1±0,1
<b>Sacharidy:</b>	17,7±0,4
<b>Z toho cukry:</b>	5,4±0,4
<b>Tuky:</b>	2,2±0,2

### *Nápoj z ovesného karamelového sladu*

**Tabulka 13** Nutriční parametry nápoje z ovesného karamelového sladu (g/100g)

<b>Bílkoviny:</b>	2,2±0,3
<b>Sacharidy:</b>	12,6±0,4
<b>Z toho cukry:</b>	4,1±0,1
<b>Tuky:</b>	1,2±0,3

Obsah bílkovin byl u vzorků ovesných nápojů naměřen v rozmezí 4 – 4,1 g/100g s výjimkou nápoje z ovesného karamelového sladu (2,2 g/100g). Důvodem snížení obsahu bílkovin mohla být tzv. Maillardova reakce, která probíhá při hvozdění karamelového sladu a také to, že karamelové slady mají vyšší stupeň rozluštění, tj. vyšší množství klíčením rozštěpených bílkovin i sacharidů. To také odpovídá vyššímu obsahu jednoduchých cukrů v nápojích z obou sladů. Obsah sacharidů se u nápojů z ovesných sladů liší a to proto, že karamelový slad byl máčen a klíčen déle než klasický slad. Nejvyšší obsah tuku byl naměřen u nápoje z ovesných vloček.

Tsetsemaa a Tsetsegee (2017) vyrobili cereální nápoj z ovesných otrub s přidavkem startovací kultur a sacharózy jako zdroj pro kultury. Obsah celkové vlákniny byl stanoven jako  $1,2 \pm 0,2$  %. Tento cereální nápoj na bázi ovsa byl vyvinut pro získání kombinovaného přínosu probiotických vlastností bakterií mléčného kvašení a prebiotických vlastností vlákniny z ovsa.

Hosseini a kol. (2012) se zaměřili na výrobu cereálního nápoje, jehož výrobní proces je stejný jako u výroby piva s výjimkou fermentace. Autoři testovali obsah fenolických sloučenin, které mají antioxidační vlastnosti. Obsah těchto antioxidačních látek souběžně rostl s obsahem ovesného sladu.

### *Nápoj z rýže Natural*

**Tabulka 14 Nutriční parametry nápoje z rýže Natural (g/100g)**

<b>Bílkoviny:</b>	0,3±0,1
<b>Sacharidy:</b>	19±1
<b>Z toho cukry:</b>	1,2±0,2
<b>Tuky:</b>	1,2±0,1

Rýže se společně s ovesnými výrobky bohatá na sacharidy (škrob), což se projevilo i v obsahu sacharidů v rýžovém nápoji (19 g/100g). Bílkovin bylo naměřeno poměrně malé množství, a to 0,3 g/100g. Tuky a cukry byly obsaženy ve stejném množství, a to 1,2 g/100g.

### *Nápoj z chia semínek*

**Tabulka 15 Nutriční parametry nápoje z chia semínek (g/100g)**

<b>Bílkoviny:</b>	2,5±0,3
<b>Sacharidy:</b>	1,3±0,1
<b>Z toho cukry:</b>	1,1±0,1
<b>Tuky:</b>	8,6±0,4

Vysoký obsah tuků v chia semínkách se projevil i v obsahu tuků v nápoji z nich (8,6 g/100g). Jedná se však z větší části o polynenasycené mastné kyseliny, které jsou prospěšné lidskému zdraví. Bílkoviny byly přítomny v 2,5 g/100g. Obsah sacharidů byl stanoven 1,3 g/100g z toho bylo 1,1 g/100g cukrů.

Chia semínka jsou považována za „superpotravinu“ nejen díky svému vysokému obsahu vlákniny a omega-3 mastných kyselin, ale i kvůli svým antioxidačním vlastnostem. Díky velkému množství antioxidantů semínka zpomalují proces stárnutí a přispívají k vázání volných radikálů, které způsobují rakovinu, záněty a cévní onemocnění. Tuto skutečnost potvrdili vědci Cruz a López (2014), kteří analyzovali celkové fenolické sloučeniny, antioxidační aktivitu, obsah fenolických kyselin a isoflavonů pomocí metodu UHPLC (ultra high performance liquid chromatography).

Fernandez a kol. (2007) sledovali vliv chia semínek obsažené v krmivu na krevní plasmu u potkanů. Byl potvrzen pozitivní účinek chia semínek a to snížením hladiny triacylglyceridů a LDL cholesterolu a zvýšením hladiny HDL cholesterolu v krvi.

### *Nápoj z lněných semínek*

**Tabulka 16 Nutriční parametry nápoje z lněných semínek (g/100g)**

<b>Bílkoviny:</b>	4,5±0,3
<b>Sacharidy:</b>	1,7±0,2
<b>Z toho cukry:</b>	1,4±0,2
<b>Tuky:</b>	8,8±0,4

Nutriční složení lněných a chia semínek je poměrně stejný, což se odrazilo i v nutričním složení obou nápojů. Nápoj byl energeticky bohatý na polynenasycené mastné kyseliny, obsah sacharidů byl stanoven 1,7 g/100g a 1,4 g/100g z nich byly cukry. Pouze obsah bílkovin se lišil (4,5 g/100g).

Kristensen a kol. (2012) ve své studii potvrdili, že konzumací nápoje z lněných semínek a chlebu s lněnými semínky lze snížit hladinu LDL cholesterolu v krvi, a to až o 15 %, a zvýšit vylučování tuků.

Kristensen a kol. (2013) se domnívají, že potravní vláknina z lněných semínek může být užitečnou složkou potravy pro její účinek na energetickou rovnováhu. Autoři testovali na potkanech hypotézu, že vláknina lněného semínka redukuje stravitelnost živin a omezuje přírůstek hmotnosti. Potkani byli rozděleni do 6 skupin a byly krmeny po dobu 21 dnů, a to: nízký obsah vlákniny (kontrolní skupina), 5 % celulóza, celulóza + 5 % vláknina z celých nebo rozemletých lněných semínek, celulóza + 5 % vláknina z extraktu lněného semínka a celulóza + 10 % vláknina z extraktu lněného semínka. Závěrem bylo zjištěno, že vysoká dávka potravní vlákniny extrahované z lněného semínka zvýšila vylučování tuků a vedla ke snížení tělesné hmotnosti u rostoucích potkanů. Tím lze říci, že pravidelná konzumace lněného semínka může mít pozitivní vliv v redukční dietě a léčbě obezity.

### *Nápoj z dýňových semínek*

**Tabulka 17 Nutriční parametry nápoje z dýňových semínek (g/100g)**

<b>Bílkoviny:</b>	4,2±0,2
<b>Sacharidy:</b>	5±0,2
<b>Z toho cukry:</b>	0,7±0,1
<b>Tuky:</b>	9,3±0,5

Dýňové semínka obsahují ze všech surovin nejvíce tuků. To bylo potvrzeno i u dýňového nápoje (9,3 g/100g). Obsah bílkovin byl poměrně stejný jako u nápoje z lněného semínka (4,2 g/100g). Sacharidy byly obsaženy v 5 g/100g, z nichž bylo 0,7 g/100g cukry.

Cerqueira a kol. (2008) se zabývali výzkumem, jehož cílem bylo vyhodnotit vliv mouky z dýňových semínek na glukózový a lipidový metabolismus u potkanů. Po 10 dnech byly potkanům odebrány vzorky krve, u kterých se enzymatickými metodami stanovila hladina triacylglyceridů, cholesterolu a glukózy. Autoři v závěru uvedli, že hladina triacylglyceridů a glukózy byla výrazně snížena u skupin potkanů, kteří byly krmeny moukou z dýňových semínek.

Silva a kol. (2014) ve svém experimentu vyráběli cereální tyčinky s přidavkem různých kombinací mouky z dýňových semínek a ova. Byla vyhodnocena jejich senzorická analýza společně s nutričními hodnotami, zejména obsah celkové vlákniny. Tyčinka obsahující 12,5 %

dýňové mouky + 12,5 % ovsa a tyčinka s 25 % dýňové mouky nejvíce zlepšily senzorické vlastnosti výrobku. Závěrem byla stanovena celková vláknina všech výrobků. Cereální tyčinka obsahující 25 % dýňové mouky obsahovala až 5x více celkové vlákniny než tyčinka s 25 % ovsa.

Cílem práce Gorgônio a kol. (2011) bezlepkový a dietní anglický koláč se zvýšeným obsahem vlákniny za použití dýňové mouky a kukuřičného škrobu. Bylo provedeno hodnocení 3 formulací: SC (pšeničná mouka), C30 (30:70, dýňová mouka:kukuřičný škrob) a C40 (40:60, dýňová mouka:kukuřičný škrob). Chemická analýza potvrdila, že použitím formulace C30 a C40 byl zvýšen obsah popela, lipidů, proteinů a nerozpustné vlákniny a naopak snížen obsah sacharidů a celkově kalorií. Lze tedy potvrdit, že uvedená receptura může být přínosná pro lidské zdraví, a to zejména ve speciální dietě.

### ***Ovesné pivo***

**Tabulka 18 Nutriční parametry ovesného piva (g/100g)**

<b>Bílkoviny:</b>	0,8±0,1
<b>Sacharidy:</b>	4,4±0,4
<b>Z toho cukry:</b>	0,7±0,1
<b>Tuky:</b>	0,4±0,1

Ovesné pivo bylo z nutričního hlediska nejchudší ze všech nápojů (0,8 g/100g bílkovin, 0,7 g/100g cukrů, 0,4 g/100g tuků), avšak obsah sacharidů byl stanoven 4,4 g/100g.

Kordialik-Bogacka a kol. (2014) sledovali, jak ovesný slad ovlivňuje proces výroby piva a jeho finální hodnoty. Sladina obsahující ovesný slad vykazovala vyšší viskozitu a tím negativně ovlivnila dobu filtrace. Důvodem je vyšší obsah  $\beta$ -glukanů, než v ječmeni, což způsobilo i nižší objem po finální filtraci. Dalším negativním znakem byl nižší obsah extraktů ve sladince obsahující ovesný slad. Hlavní příčinou je nižší obsah škrobu v ovse než v ječmeni, ale také strukturální vlastnosti ovesného škrobu. Kordialik-Bogacka a kol. se domnívají, že rizika zvýšené viskozity a snížený obsah extraktu pravděpodobně odrazují výrobce od použití ovesného sladu. Christina Klose a kol. (2011) také potvrdili nižší obsah extraktu, který vedl k nižšímu obsahu alkoholu v ovesném pivu.

Zhuang a kol. (2016) se ve své studii zaměřili na výrobu piva z nesladovaných obilnin (ječmen, pšenice, oves a žito) za přídavku průmyslově vyrobených enzymů. Obsah alkoholu byl jednoznačně nejnižší opět u ovesného piva, a to 2,22 %.



## *Jogurtový nápoj s přidaným ovsem*

**Tabulka 19** Nutriční parametry jogurtového ovesného nápoje (g/100g)

<b>Bílkoviny:</b>	4,4±0,1
<b>Sacharidy:</b>	4,5±0,2
<b>Z toho cukry:</b>	3,6±0,3
<b>Tuky:</b>	5,2±0,3

Neustálý vývoj nových funkčních potravin je reakcí vědy a průmyslu na zvýšení spotřebitelské povědomí o zdraví a úloze potravin pro zlepšení kvality života (ANGELOV, 2006). Cílem Angelova a kol. (2006) práce bylo vyvinout symbioticky funkční nápoj z ovsu kombinací probiotických startovacích kultur a celozrnného ovesného substrátu. Startovací kultura byla použita *Lactobacillus plantarum*, bakterie patřící do rodu *Lactobacillus* a vyskytující se v mnoha fermentovaných potravinách, zejména mléčných. Bakterie je řazena mezi probiotika, tudíž podporují zlepšit stav střevní mikroflóry, například po léčbě antibiotiky (ARNDT, 2017). Jako substrát ovesná kaše s přidavkem sacharózy. Během fermentace a skladování nebyly zjištěny žádné významné změny koncentrací  $\beta$ -glukanů, což ukázalo, že počáteční kultura je nezfermentovala. Pravidelnou konzumací nápoje by mohl být zajištěn prospěšný zdravotní účinek pro člověka.

Ve Švédsku byl v roce 2005 uveden na trh nový výrobek, a to nízkotučný jogurt v 200 ml balení s müsli ve vrchní části kelímku. Jogurt společně s müsli s obsahem  $\beta$ -glukanů má příznivý vliv na hladinu krevní glukózy a inzulínovou odezvu. To bylo prokázáno klinickou studií, prováděnou na univerzitě v Lundu. Jogurt s  $\beta$ -glukany v porovnání s kontrolním vzorkem významně snížil hladinu krevní glukózy a inzulínovou odezvu, a to o 36 – 44 % (KOPÁČOVÁ, 2005).

Hashim a kol. (2009) se zabývali fortifikací jogurtů vlákninou z datlů, což je vedlejší produkt při výrobě datlového sirupu. Srovnávaly se kontrolní jogurt bez vlákniny, fortifikovaný jogurt o 1,5 %, 3 % a 4,5 % vlákniny a jogurt fortifikovaný 1,5 % pšeničnými otruby. Testováním nejlépe dopadl jogurt, který byl obohacen o 3 % vlákniny z datlů. Jogurt je považován za zdravou potravinu a patří mezi funkční potraviny. Fortifikací vlákninou ho učiníme ještě zdravějším s příznivými účinky na zdraví. Fortifikaci, tentokrát slazeného bílého jogurtu, také provedli Fernández-García a McGregor (1997) o vlákninu z různých zdrojů (sója, rýže, oves, kukuřice, cukrová řepa). Nejlepší výsledky dal jogurt obohacen o ovesnou vlákninu.

Sendra a kol. (2008) studovali začlenění vlákniny z citrusových plodů (citrón, pomeranč) ve fermentovaném mléce obsahující probiotické bakterie. Přítomnost vlákniny ve fermentovaném mléce zvýšil bakteriální růst a přežití testovaných probiotických bakterií (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium bifidum*). Studie prokazuje, že fermentované mléko obohacené o vlákniny z citrusů má dobrou přijatelnost a jsou dobrými prostředky pro celou řadu komerčních probiotik.

Mudgil a Barak (2016) potvrdili, že fortifikací 4 % rozpustné vlákniny (guarová guma) do podmáslí bylo dosaženo zlepšení fyzikálně-chemických a žádoucích senzorických vlastností. Rozpustná vláknina, konkrétně  $\beta$ -glukany, se uplatňují v mléčném průmyslu pro výrobu funkčních potravin. Jejich začlenění současně s dalšími druhy rozpustné vlákniny do nízkotučných mléčných výrobků vede ke srovnatelným vlastnostem jako u plnotučných produktů (SIRÓ, 2008).

### **6.3 Vyhodnocení výsledků metodou HPLC**

Hodnoty nutričních parametrů byly obohaceny o hodnoty stanovené vysokoúčinnou kapalnou chromatografií. Za pomoci vedoucího bylo provedeno měření jednotlivých vzorků celkem 3x, následně byl ve vzorcích sledován obsah fruktózy, glukózy, maltózy a oligosacharidů.

V tabulce č. 20 jsou následně uvedené průměry naměřených hodnot s jejich směrodatnými odchylkami.

**Tabulka 20 Zastoupení cukrů v nápojích (g/100g)**

	g/100 g			Oligosacharidy
	Glukóza	Fruktóza	Maltóza	
<b>Nápoj z ovesných vloček</b>	0,4±0,1	0,2±0,1	1,6±0,1	1,7±0,1
<b>Nápoj z ovesných zrn</b>	0,2±0,1	0,1±0	1,8±0,2	1,2±0,3
<b>Nápoj z ovesného sladu</b>	1,2±0,2	0,2±0,1	4±0,2	1,8±0,2
<b>Nápoj z ovesného karamelového sladu</b>	1±0,1	0,1±0,1	3±0,1	1,6±0,1
<b>Nápoj z rýže Natural</b>	0,1±0,1	0,1±0	1±0,2	0,6±0,1
<b>Nápoj z chia semínek</b>	0,3±0,1	0,2±0,1	0,7±0,1	1,8±0,2
<b>Nápoj z lněných semínek</b>	0,2±0,1	0,2±0,1	1±0,2	0,9±0,1
<b>Nápoj z dýňových semínek</b>	0,3±0,1	0,2±0,1	0,2±0,1	0,9±0,4
<b>Ovesné pivo</b>	0,2±0,1	0,1±0,1	0,3±0,1	0,3±0,1
<b>Jogurtový nápoj s ovsem</b>	0,4±0,2	0,2±0,1	1,1±0,1	0,6±0,1

Množství naměřené fruktózy je ve všech vzorcích v rozmezí 0,1 – 0,2 g/100g. Obsah glukózy je zvýšený pouze u nápojů z ovesného sladu a sladu ovesného karamelového. Nejvyšší hodnoty obsahu maltózy byly naměřeny také u nápojů z ovesného (4 g/100g) a ovesného karamelového (3 g/100g) sladu. Během procesu výroby sladu dochází ke štěpení polysacharidů, konkrétně škrobu na dextriny a jednodušší cukry (zejména maltózu). Tím lze odůvodnit vyšší obsah maltózy ve vzorcích. Obsah oligosacharidů je v případě ovesných nápojů a nápoje z chia semínek je významně vyšší. To pozitivně koreluje s obsahem rozpustné vlákniny, protože některé složky vlákniny patří do oligosacharidů (5-50 glukózových jednotek).

Vyšší obsah cukrů bývá z chuťového hlediska vnímán pozitivně, což nám potvrdila i senzoričká analýza nápojů.

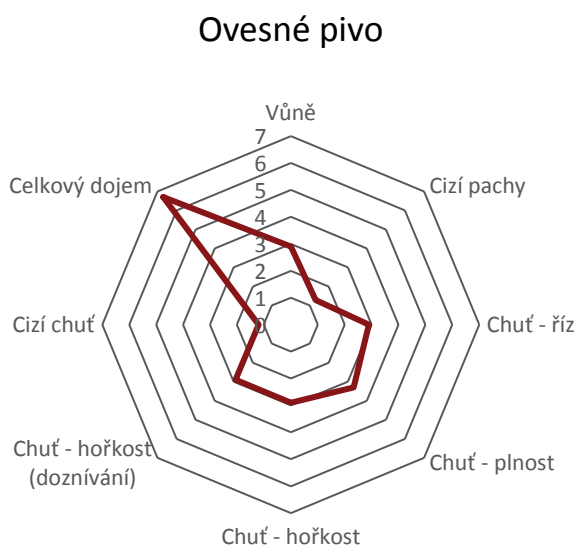
## 6.4 Vyhodnocení výsledků senzoričké analýzy

U ovesného piva bylo hodnoceno celkem 8 deskriptorů, a to: vůně, cizí pachy, plnost, říz, hořkost, hořkost-doznívání, cizí chuť a celkový dojem. Hodnotilo se na stupnici 1-5, s výjimkou celkového dojmu (1-9).

Vzorky jogurtového nápoje a rostlinných mlék byly hodnoceny pro celkem 6 deskriptorů, a to: vůně, cizí pachy (konzistence u jogurtového nápoje), barva, textura, chuť a celkový dojem. Pro zaznamenání hodnot byla použita úsečka o 100 mm. Výsledné hodnoty byly zaznamenány v %, kdy 100 % znamenalo nejlepší ohodnocení.

Výsledné hodnoty byly zprůměrovány a následně aplikovány do paprskového grafu v programu Microsoft Office Excel.

### Ovesné pivo

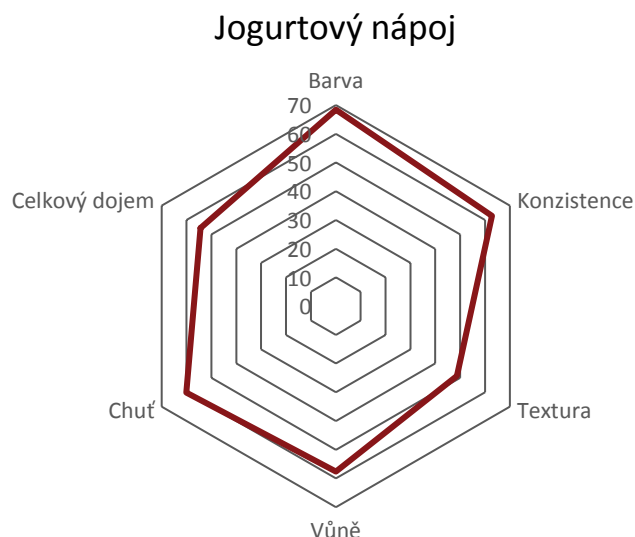


**Graf 5 Senzorická analýza ovesného piva (%)**

U ovesného piva byly za vůni, říz a hořkost vyhodnoceny stejné a zároveň průměrné výsledky (2,9). Vůni mohlo ovlivnit netradiční cereální aroma. Cizí vůně (1,3) a chuť (1,2) byla téměř nepřítomná. Z grafu lze vyčíst, že byla nejlépe ohodnocena plnost (3,3), což lze usuzovat právě obsahu ovesného sladu, který pivu udává chlebnatý charakter a plnost. V závěru oslovení hodnotitelé rozhodli o celkovém dojmu. Ovesné pivo bylo zvoleno jako dobré a vyhovující (6,7). Ve studii Christina Klose a kol. (2011) senzoričká analýza ovesného piva odhalila silnou bobulovitou chuť, ostatní vlastnosti byly podobné. Zhuang a kol. (2016) ve své studii

zpozorovali světlejší barvu ovesného pivo v porovnání s ostatními druhy piv. To bylo však přikládání tomu, že byl použit nesladovaný oves namísto ovesného sladu.

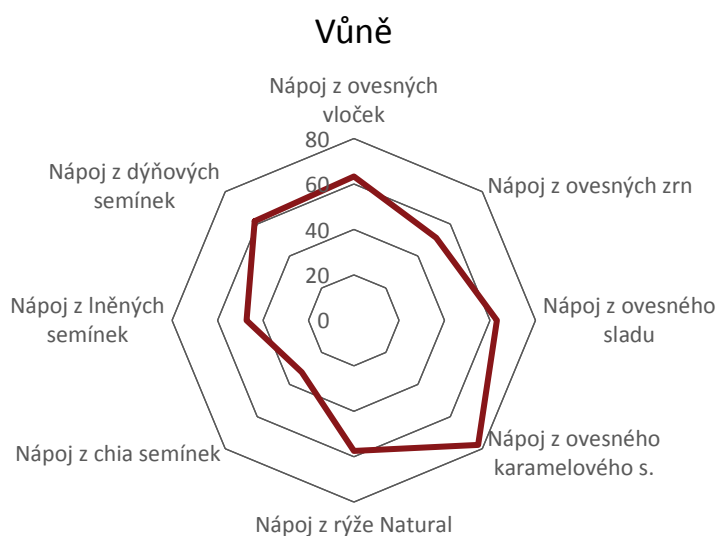
### Jogurtový nápoj



**Graf 6** Sensorická analýza jogurtového ovesného nápoje (%)

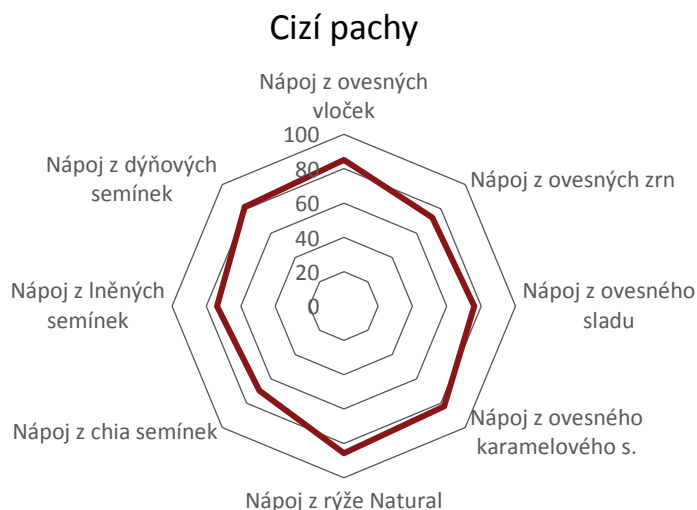
Oslovení hodnotitelé měli barvu vzorku ohodnotit, zda je příjemná, typická nebo naopak nepříjemná a netypická pro jogurtový nápoj. I přes lehké zbarvení díky přítomným částicám ovsu, byla barva ohodnocena 68,4 %. Konzistence předloženého vzorku byla vyhodnocena spíše hustší (62,8 %), což je následkem přidání sypké směsi ovesných zrn do hotového jogurtového nápoje. Což se projevilo i na hodnocení textury a přítomnosti pevných částic (48,7 %). Vůně byla vyhodnocena jako příjemná (57,6 %). Po chuťové stránce byla hodnocena převážně intenzita kyselosti, a to zda je silná či slabá. Vzorek vypovídal o klasické intenzitě kyselé chuti (60,1 %). Celkový dojem jogurtového nápoje byl vyhodnocen jako lehce nadprůměrný (54,4 %).

Güler-Akın a kol. (2016) se zaměřili na výrobu meruňkového jogurtového nápoje se zvýšeným obsahem vlákniny. Jako zdroje vlákniny byly použity inulin a  $\beta$ -glukany z ovsu, které byly aplikovány v koncentracích: 0,5 %, 1 %, 2 %. Meruňkové nápoje doplněné přídatkem inulinu nebo  $\beta$ -glukanů vykazovaly odlišný sensorický profil. Zatímco přidání inulinu zlepšilo smyslové vlastnosti, přidání ovesných  $\beta$ -glukanů negativně ovlivnilo aroma a obecnou přijatelnost. Vzorek obohacený o 0,5% inulinu obdržel nejvyšší sensorické skóre. Během skladování se snížily celkové sensorické skóre.



**Graf 7 Senzorická analýza - vůně (%)**

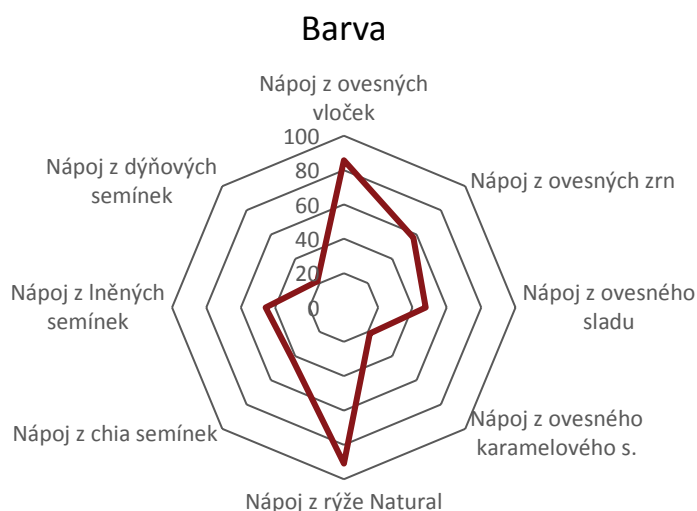
Jako první se hodnotila vůně předložených vzorků, a to zda je vůně typická a harmonická nebo naopak netypická a rozporuplná. Nejlépe ohodnocen byl nápoj z ovesného karamelového slad (77,5 %), který obsahoval příjemné nasládlé aroma. V rozmezí 57 – 64 % se byly ohodnoceny celkem 4 z nápojů, a to z: ovesných vloček (63,3 %), ovesného sladu (63 %), dýňových semínek (61,7 %) a rýže Natural (57,5 %). Okolo středních hodnot byly vyhodnoceny nápoje z ovesných zrn (51,4 %) a z lněných semínek (47,2 %). Nejnižší hodnocení získal nápoj z chia semínek, a to 32,4 %. Důvodem mohlo být použití starších nebo špatně skladovaných semínek. Kvůli vysokému obsahu nenasycených mastných kyselin jsou chia semínka náchylné k oxidaci, což vede ke vzniku aldehydů a ketonů, které negativně ovlivňují vůni a chuť potravin (D'ANDREA, 1994).



**Graf 8** Senzorická analýza - cizí pachy (%)

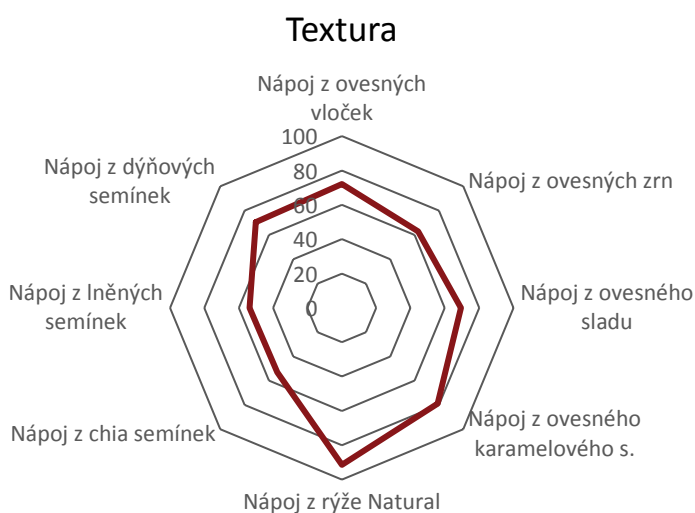
V hodnocení, zda vzorky obsahují či neobsahují cizí pachy, byly zaznamenány poměrně shodné výsledky. Nejlépe ohodnoceny byly nápoje v rozmezí 76 – 86 %, a to: z rýže Natural (85,7 %), ovesných vloček (85,1 %), ovesného karamelového sladu (82,7 %), dýňových semínek (81,7 %) a ovesného sladu (76 %). V úzkém rozmezí 69 – 74 % skončil nápoj z lněných semínek (73,8 %), z ovesných zrn (72,9 %) a z chia semínek (69,6 %).

Jak chia semínka, tak lněná semínka jsou bohaté na nenasycené mastné kyseliny. Důvod, proč hodnotitelé určili nápoj z lněných semínek jako třetí nejhorší v přítomnosti cizích pachů, může být opět náchylnost k oxidaci (BERNACCHIA, 2014).



**Graf 9** Senzorická analýza - barva (%)

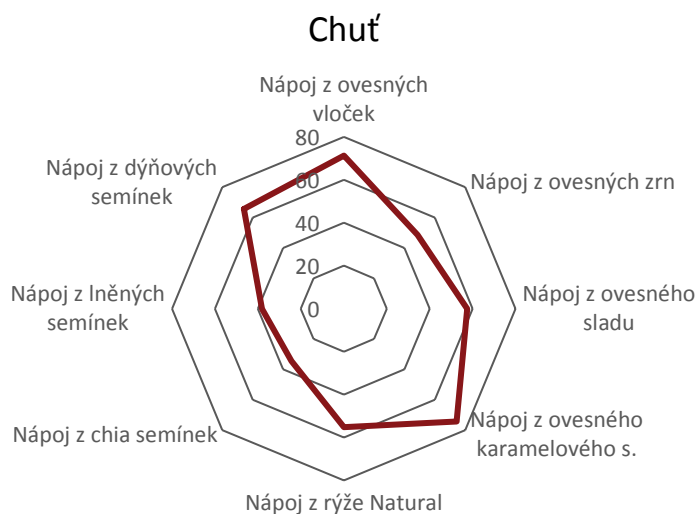
Jelikož se jedná o tzv. mléka na rostlinné bázi, hodnotila se zde podobnost s klasickým kravským mlékem. Hodnotitelé se rozhodovali, zda je barva typická, mléčně bílá nebo netypická pro tento výrobek. Při pohledu na graf jde jasně vidět, že nejlépe dopadl nápoj vyrobený z rýže Natural (90,9 %) a nápoj z ovesných vloček (85,7 %). V rozmezí 42 – 58 % byly hodnoceny nápoje z ovesných zrn (57,4 %), ovesného sladu (47,7 %), lněných semínek (45,5 %) a chia semínek (42,4 %). To lze usuzovat tomu, že nápoj obsahoval po filtraci drobné částičky, které lehce zabarvily nápoj. Nejhůře dopadl nápoj z ovesného karamelového sladu (21,5 %) a z dýňového semínka (21,7 %) a to proto, že měly svou charakteristickou barvu, a to karamelovou a světle zelenou. Tohle hodnocení však neovlivňuje finální hodnocení chuti a celkového dojmu těchto nápojů.



**Graf 10 Senzorická analýza - textura (%)**

U textury se hodnotilo, zda jsou nápoje jemné a bez pevných částic, nebo pevné částice obsahují. Nejlepší ohodnocení bylo uděleno nápoji z rýže Natural (91,4 %). Poměrně stejně se na stupnici umístili nápoje z: ovesného karamelového sladu (78,9 %), ovesných vloček (72,1 %), dýňových semínek (70,7 %), ovesného sladu (69,4 %) a ovesných zrn (62,9 %). Hodnotitelé nejhůře ohodnotili nápoje z lněných semínek (53,7 %) a chia semínek (53 %). Důvodem nemusela být přítomnost pevných částic, ale jejich konzistence. Oba nápoje měly hustější a gelovitější konzistenci, než ostatní nápoje. Důvodem je vysoký obsah slizů a gumy (SUKHNEET, 2016).





**Graf 11 Senzorická analýza - chuť (%)**

Hodnotila se celková chuť jednotlivých nápojů. Hodnotitelé museli brát v potaz, zda je chuť příjemná, typická, intenzivní nebo naopak nepříjemná, netypická a slabá. Za nejchutnější byly považovány nápoje z: ovesného karamelového sladu (74,3 %), ovesných vloček (71,3 %) a dýňových semínek (65,8 %). Vyšší obsah cukrů a příjemná karamelová chuť mohla být důvodem nejlepšího hodnocení u nápoje z ovesného karamelového sladu. V rozmezí 48 – 57 % byly ohodnoceny nápoje z: ovesného sladu (57,5 %), rýže Natural (55,2 %) a ovesných zrn (48,7 %). Nejnižší hodnocení získaly nápoje z lněných (38,1 %) a chia semínek (34,5 %), což může souviset s výsledky hodnocení vůně.



**Graf 12** Sensorická analýza - celkový dojem (%)

Hodnotitelé měli na konci vyjádřit svůj celkový dojem a tak posoudit, který vzorek je vyhovující a který vyhovující není. Hodnoty byly vyhodnoceny v rozmezí 31,9 – 69,3 %. Z grafu lze poznat, že nejlépe ohodnocen byl nápoj z ovesného karamelového sladu, což můžeme přisuzovat sladké a karamelové chuti sladu. Druhý nejvíce vyhovující vzorek byl nápoj z ovesných vloček (64,2 %). Ovesný nápoj se na trhu vyskytuje poměrně často, tudíž jeho obliba je zřejmá. Jako třetí nejlepší byl zvolen nápoj z dýňových semínek (60,2 %), který se vyznačoval typickou barvou a chutí. Kvůli vyššímu obsahu jednoduchých cukrů dosaženého sladováním, dosáhl nápoj z ovesného sladu 59 %. I přes jemnou texturu a typickou mléčnou barvu byl nápoj z rýže Natural ohodnocen 57,6 %. Zde hodnotitele poznamenali, že celková chuť byla v porovnání s ostatními vzorky slabá. Průměrně byl ohodnocen nápoj z ovesných zrn (48 %), což mohlo být způsobeno jeho nesladkou chutí v porovnání s ostatními nápoji z ova. V celkové sensorické analýze nejmenší ohodnocení získaly nápoje z lněných semínek (36,6 %) a chia semínek (31,9 %). Důvodem bylo pravděpodobně netypická vůně, chuť a konzistence.

Všem hodnotitelům byla podána doplňující otázka, a to zda si myslí, že ochucením dle potřeb konzumenta by se zlepšila chuť předložených vzorků. 9/10 oslovených hodnotitelů odpovědělo, že náležitým ochucením by se chuť výrazně zlepšila.

Lepší sensorické ohodnocení cereálních nápojů bylo potvrzeno v diplomové práci Knotové (2014). Ta zjistila, že cereální nápoj ochucený přírodními surovinami (vanilkový lusk, listy stévie) dával sensoricky lepší výsledky než cereální nápoje s přísadkou sušené syrovátky a potravinářského aroma.

Dostálová (2013) ve své diplomové práci testovala spotřebitelsky nejvíce vyhovující cereální nápoj. Základní surovinou byl ovesný nebo ječný slad, který tvořil základ k dalším experimentům, ve kterých se zkoušelo přidávat další suroviny, které měly zlepšit chuť a barvu výrobku. Stanovila se senzorická analýza, kde se zjistilo, že nejlepší skóre ve vzhledu, textuře a vůni získal nápoj bez aromat. Naopak nejlepší chuť vykazoval nápoj obsahující jahodové aroma.

## 7 ZÁVĚR

Tato diplomová práce shrnuje problematiku týkající se potravní vlákniny, která je ve výživě člověka považována jako nepostradatelná složka. Nejjednodušším způsobem jak rozdělit vlákninu bylo dříve na rozpustnou a nerozpustnou, avšak Světová zdravotnická organizace a Organizace pro výživu a zemědělství doporučuje se tomuto rozdělení vyhnout. Mezi nejdůležitější složky vlákniny patří například celulóza, lignin a hemicelulóza, které jsou pro člověka nestravitelné a tím navozují pocit sytosti. Další neméně důležité komponenty vlákniny jsou  $\beta$ -glukany, pektin nebo rostlinné slizy, které mají schopnost vázat na sebe velké množství vody a tím vytvářet viskózní gel. Tyto složky jsou již pro člověka stravitelné a v trávicím traktu jsou fermentovány, proto je vláknina považována jako zdroj energie.

Mnoho vědeckých studií potvrzuje pozitivní účinky vlákniny na lidské zdraví při její dostatečné konzumaci. Za nejdůležitější se považuje snížení rizika civilizačních chorob, jako jsou poruchy cévního systému, nádorové onemocnění GIT nebo vznik diabetes mellitus II. typu. Studiemi bylo například zjištěno, že  $\beta$ -glukany snižují hladinu trycylglyceridů a LDL cholesterol v krvi a naopak zvyšují HDL cholesterol. Zvýšená konzumace potravní vlákniny však musí být doplněna dostatečným pitným režimem, protože při nedostatku vody mohou nastat zažívací potíže, jako zácpa nebo nadýmání.

V praktické části diplomové práce bylo úkolem vyrobit kvašené a nekvašené nápoje s potenciálně vyšším obsahem vlákniny. Z nekvašených nápojů bylo vyrobeno ovesné pivo za použití ječného a ovesného sladu v poměru 1,9:1, a pravděpodobně nejvýznamnější ze všech nápojů, jogurtový nápoj s přídavkem ovsa. Pro svou velkou popularitu v současné době byly pro výrobu nekvašených nápojů vyrobeny tzv. rostlinné mléka, které obsahovaly 150 g suroviny na 400 ml vody. Pro výrobu těchto nápojů byly využity suroviny: oves (O), ovesné vločky, ovesný slad, ovesný karamelový slad, rýže Natural, chia semínka, lněná semínka a dýňová semínka.

Ve vztahu k vybavenosti pracoviště bylo nutné najít vhodnou metodu pro stanovení vlákniny. Pro stanovení celkové vlákniny byla použita enzymaticko-gravimetrická metoda a pro stanovení nerozpustné vlákniny metoda Henneberg-Stohmanna. Z důvodu omezených možnostech pracoviště by bylo obtížné stanovit rozpustnou vlákninu, a proto byla vypočtena rozdílem hodnot celkové a nerozpustné vlákniny. U všech nápojů bylo provedeno stanovení hlavních nutričních parametrů, a to: tuků metodou dle Hara-Radin, bílkovin metodou dle Kjeldahla, škrobů metodou dle Ewerse a cukrů metodou dle Schoorla. Nutriční hodnoty byly doplněny stanovením obsahu glukózy, fruktózy, maltózy a oligosacharidů metodou HPLC.

Závěrem byly všechny vyrobené nápoje podrobeny sensorické analýze, hodnoty byly pak zaznamenány do paprskových grafů.

Jednoznačně nejvyšších hodnot v obsahu celkové vlákniny dosahovaly vzorky z ovesa (7,6 g/100g) a ovesných vloček (6,6 g/100g), které zároveň obsahovaly nejvíce škrobu, a to 18,7 a 18,8 g/100g. Díky své mléčné barvě a příjemné chuti byl vzorek z ovesných vloček sensoricky zvolen jako druhý nejvíce vyhovující nápoj (64,2 %) a vzorek z ovesa byl ohodnocen průměrně (48 %). Zůstaneme-li u nápojů na bázi ovesa, zjistíme, že vzorek z ovesného sladu obsahoval 6 g/100g celkové vlákniny a vzorek z ovesného karamelového sladu 4,8 g/100g. Výrazné snížení vlákniny bylo způsobeno technologickým zpracováním sladu za použití vysokých teplot. Tento fakt se odrazil i na obsahu škrobu, který se výrazně snížil, a cukrů, jejichž obsah se naopak zvýšil. To se pozitivně projevilo na sensorickém hodnocení, kde byl vzorek z ovesného karamelového sladu vyhodnocen jako nejvíce vyhovující (69,3 %). Vzorky z chia semínek a lněných semínek obsahovaly 6,4 a 4 g/100g celkové vlákniny, což k obsahu vlákniny v samotné surovině je poměrně málo. Zároveň byly vzorky sensoricky vyhodnoceny jako nejméně vyhovující (31,8 a 36,6 %). Obsah celkové vlákniny byl u vzorku z dýňových semínek vyhodnocen 4,1 g/100g a spolu se vzorky z chia a lněných semínek obsahovaly nejvyšší množství tuků. Vzorek z rýže Natural byl sensorickou analýzou ohodnocen 57,6 %, hodnotitelé následně poznamenali slabou chuť vzorku, což odpovídalo nejnižšímu obsahu celkové vlákniny (2,7 g/100g). Úplně nejnižších hodnot, co se týče obsahu celkové vlákniny, dosahoval vzorek ovesného piva (1,2 g/100g). Nelze jej tedy považovat za zdroj vlákniny, ale za příjemnou změnu od tradičních piv. Nejzajímavějším vzorkem je jednoznačně jogurtový ovesný nápoj (2,6 g/100g vlákniny), který lze považovat za nápoj symbiotické povahy. A to právě díky přítomnosti probiotických startovacích kultur a prebiotického substrátu v podobě ovesné vlákniny.

Doporučený denní příjem vlákniny činí zhruba 30 g/den, tím lze považovat vyrobené nápoje za vhodný způsob zvýšení příjmu vlákniny. Avšak konkrétně u chia a lněných semínek se doporučuje konzumace samostatných semínek, které mají až 8x více vlákniny jako vyrobené nápoje. Zároveň se doporučuje zařadit do jídelníčku více cereálních výrobků, které jsou hlavním zdrojem vlákniny. Přestože jogurtový nápoj obsahoval pouze 2,6 g/100g celkové vlákniny, je jeho konzumace díky obsahu probiotických kultur považována za více než prospěšnou.

## 8 POUŽITÁ LITERATURA

AACC International. The Definition of Dietary Fiber. *Cereal Foods World*. 2001, **3**(46), 112-126.

ANDERSON J.W., 2008. Dietary fiber and associated phytochemicals in prevention and reversal of diabetes. In: *Nutraceuticals, glycemic health and type 2 diabetes*. Eds V.K. Pasupuleti, J.W. Anderson. Blackwell Publ. Profes. Ames, Iowa, 111-142

ANGELOV, Angel. Development of a new oat-based probiotic drink. *International Journal of Food Microbiology* [online]. 2006, , 75-80 [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/6932285\\_Development\\_of\\_a\\_new\\_oat-based\\_probiotic\\_drink](https://www.researchgate.net/publication/6932285_Development_of_a_new_oat-based_probiotic_drink)

ANONYM 1. Jaké jsou nejlepší zdroje vlákniny? *www.stob.cz* [online]. 2016 [cit. 2017-02-10]. Dostupné z: <http://www.stob.cz/cs/jake-jsou-nejlepsi-zdroje-vlkniny>

ANTOŠOVÁ, Danuše, KODL, Miloslav, ed. *Zpráva o zdraví obyvatel České republiky*. Praha: Ministerstvo zdravotnictví České republiky, 2014. ISBN 978-80-85047-49-3.

ARNDT, Tomáš. Lactobacillus plantarum. In: <https://www.celostnimediceina.cz/> [online]. 2017 [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <https://www.celostnimediceina.cz/lactobacillus-plantarum.htm>

BEER, Michael U. Effect of oat gum on blood cholesterol levels in healthy young men. *European Journal of Clinical Nutrition* [online]. 1995, 49(7) [cit. 2017-04-26]. Dostupné z:

[https://www.researchgate.net/publication/15609639\\_Effect\\_of\\_oat\\_gum\\_on\\_blood\\_cholesterol\\_levels\\_in\\_healthy\\_young\\_men](https://www.researchgate.net/publication/15609639_Effect_of_oat_gum_on_blood_cholesterol_levels_in_healthy_young_men)

BERNACCHIA, R. Chemical Composition and Health Benefits of Flaxseed. *Austin Journal of Nutrition and Food Sciences* [online]. 2014, 2(8) [cit. 2017-04-20]. ISSN 2381-8980. Dostupné z: [flaxcouncil.ca/wp-content/uploads/./FlxPrmr\\_4ed\\_Chpt1.pdf](http://flaxcouncil.ca/wp-content/uploads/./FlxPrmr_4ed_Chpt1.pdf)

BULKOVÁ, Věra. Rostlinné potraviny. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2011. ISBN 978-80-7013-532-7.

BUREŠOVÁ, Iva. Výroba potravin rostlinného původu: návody do cvičení II. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2014. ISBN 978-80-7454-332-6.

CERQUEIRA, Priscila Machado de. The pumpkin (*Cucurbita maxima*, L.) seedflour effect on the rat glucose and lipid metabolism. *Revista de Nutrição* [online]. 2008, **21**(2), 129-136 [cit. 2017-04-25]. Dostupné z:

[https://www.researchgate.net/publication/262708120\\_The\\_pumpkin\\_Cucurbita\\_maxima\\_L\\_seed\\_flour\\_effect\\_on\\_the\\_rat\\_glucose\\_and\\_lipid\\_metabolism](https://www.researchgate.net/publication/262708120_The_pumpkin_Cucurbita_maxima_L_seed_flour_effect_on_the_rat_glucose_and_lipid_metabolism)

CRUZ, Oliviert Martínez a Octavio Paredes LÓPEZ. Phytochemical profile and nutraceutical potential of chia seeds (*Salvia hispanica* L.) by ultra high performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A* [online]. 2014, 43-48 [cit. 2017-04-26].

Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021967314005597>

D'ANDREA, Gabriele. 3-Oxidation of Polyunsaturated Fatty Acids. *Biochemical Education* [online]. 1994, 22(2), 89-91 [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1016/0307-4412\(94\)90086-8/pdf](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1016/0307-4412(94)90086-8/pdf)

DAVÍDEK J.: Laboratorní příručka analýzy potravin. SNTL, Praha 1997

DEVRIES, J. W., L. PROSKY, B. LI a S. CHO. A Historical Perspective on Defining Dietary Fiber. *Cereal Foods World*. 1999, 5(44), 367-369.

DOSTÁLOVÁ, Yvona. *Možnosti produkce cereálních výrobků z vybraných druhů sladu*. Brno, 2013. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně.

FADAEI, Vajiheh a Mania SALEHIFAR. Rice husk as a source of dietary fiber. *Scholars Research Library* [online]. 2012, 3(3), 1437-1442 [cit. 2017-02-14]. Dostupné z: <http://www.scholarsresearchlibrary.com/articles/rice-husk-as-a-source-of-dietary-fiber.pdf>

FAO/WHO. Guidelines on food fortification with micronutrients. Geneva: World Health Organization, 2006. ISBN 9241594012.

FĂRCAȘ, Anca. Polarimetric Determination of Starch in Raw Materials and Discharged Waste from Beer Production. *Food Science and Technology*. 2013, 1(70), 70-71.

FERNÁNDEZ-GARCÍA, E. a J. Z. MCGREGOR. Fortification of sweetened plain yogurt with insoluble dietary fiber. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A*. 1997, 6(204), 433-437.

FICHTER, A. Pentoses and Lignin. Berlin: Akademie Verlag, 1983.

FOŘT, Petr. Výživa pro dokonalou kondici a zdraví. Praha: Grada Publishing, a.s., 2007. str.22-42 ISBN 80-247-1057-9

FZV. Fortifikace. In: *Fórum zdravé výživy* [online]. [cit. 2017-01-12]. 2012. Dostupné z: <http://www.fzv.cz/fortifikace/>

GORGÔNIO, Cristiane Mesquita da Silva. Macroscopic and physiochemical characterization of a sugarless and gluten-free cake enriched with fibers made from pumpkin seed (*Cucurbita maxima*, L.) flour and cornstarch. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* [online]. 2011, 31(1), 109-118 [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/262446796\\_Macroscopic\\_and\\_physiochemical\\_characterization\\_of\\_a\\_sugarless\\_and\\_gluten-free\\_cake\\_enriched\\_with\\_fibers\\_made\\_from\\_pumpkin\\_seed\\_Cucurbita\\_maxima\\_L\\_flour\\_and\\_cornstarch](https://www.researchgate.net/publication/262446796_Macroscopic_and_physiochemical_characterization_of_a_sugarless_and_gluten-free_cake_enriched_with_fibers_made_from_pumpkin_seed_Cucurbita_maxima_L_flour_and_cornstarch)

GRAY, J. Dietary fibre, definition, analysis, physiology & health. Brussel: Ilsi Europe, 2006, 35 s., ISBN 90-78637-03-X

GÜLER-AKIN, Mutlu B. Apricot Probiotic Drinking Yoghurt Supplied with Inulin and Oat Fiber. *Advances in Microbiology* [online]. 2016, (6), 999-1009 [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: [http://file.scirp.org/pdf/AiM\\_2016120814233871.pdf](http://file.scirp.org/pdf/AiM_2016120814233871.pdf)



GYUROVA, Desislava a Rositsa ENIKOVA. Dietary fibers – definitions, classifications and analytical methods for the physiological assessment of their content in foods. *Journal of Bioscience and Biotechnology*. 2015, 209-213. ISSN 1314-6246.

HABER G.B. a kol. 1977. Depletion and disruption of dietary fibre. Effects on satiety, plasma glucose, and serum-insulin. *Lancet* 2, 679-682.

HARA, Norman S., RADIN Atsushi. Lipid Extraction of Tissues with a Low-Toxicity Solvent. *Analytical Biochemistry* [online]. 1978, (90), 420-426 [cit. 2017-04-18]. Dostupné z: <https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/22520/0000064.pdf?sequence=1>

HASHIM, I. B. a kol. Quality characteristics and consumer acceptance of yogurt fortified with date fiber. *Journal of Dairy Science*. 2009, 11(92), 5403–5407.

HIPSLEY, E. H. Dietary “fibre” and pregnancy toxæmia. *British Medical Journal*. 1953, 2(4833), 420-422.

HOSSEINI, E. Physicochemical Properties and Storability of Non-alcoholic Malt Drinks Prepared from Oat and Barley Malts. *Journal of Agricultural Science and Technology* [online]. 2012, 14(1), 173-182 [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/268294441\\_Physicochemical\\_Properties\\_and\\_Storability\\_of\\_Non-alcoholic\\_Malt\\_Drinks\\_Prepared\\_from\\_Oat\\_and\\_Barley\\_Malts](https://www.researchgate.net/publication/268294441_Physicochemical_Properties_and_Storability_of_Non-alcoholic_Malt_Drinks_Prepared_from_Oat_and_Barley_Malts)

HOSSEINIAN, Farah. *Dietary fibre functionality in food & nutraceuticals: from plant to gut*. Functional food science and technology series. 2017. ISBN 9781119138051.

HRSTKA, Miroslav a Lenka SOMROVÁ. Praktikum z analytické chemie potravin. Brno, 2013, 55 s.

HŘIVNA, Luděk. Technologie sacharidů. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014. ISBN 978-80-7509-022-5.

CHO, Sungsoo. a Mark L. DREHER. *Handbook of dietary fiber*. New York: M. Dekker, c2001. Food science and technology (Marcel Dekker, Inc.), 113. ISBN 0824789601.

JAROŠOVÁ, A. Senzorické hodnocení potravin. 1.vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2001. ISBN 80-7157-539-9.

JONES J. Update on defining dietary fiber. *Cereal Foods World*. 2000, 45, 219-220

KARLSTRÖM, Brita. Dietary treatment of type 2 diabetes mellitus: with special reference to the importance of dietary fibre. Uppsala: Brita Karlström, 1988. Acta Universitatis Upsaliensis. Comprehensive summaries of Uppsala dissertations from the Faculty of medicine. ISBN 9155422004.

KASPER, Heinrich. Výživa v medicíně a dietetika. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-4533-6.

KÁŠ, Jan, Milan KODÍČEK a Olga VALENTOVÁ. Laboratorní techniky biochemie. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2005. ISBN 80-7080-586-2.

KLECKEROVÁ. *Chemie potravin: laboratorní cvičení*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014. ISBN 978-80-7509-170-3.

KLOSE, Christina. Brewing with 100% Oat Malt. *The Institute of Brewing & Distilling* [online]. 2011, 3(117), 411-421 [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/264473694\\_Brewing\\_with\\_100\\_Oat\\_Malt](https://www.researchgate.net/publication/264473694_Brewing_with_100_Oat_Malt)

KNOTOVÁ, Denisa. *Možnosti výroby cereálních výrobků z vybraných cereálií*. Brno, 2014. Mendelova univerzita v Brně.

KOMPRDA T., 2008: Funkční potraviny – cyklus přednášek, Brno, ISBN 978-80-7375- 219-4.

KOMPRDA, Tomáš. Výživou ke zdraví. Velké Bílovice: TeMi CZ, 2009. ISBN 978-80-87156-41-4.

KONVALINA, Petr a Heinrich GRAUSGRUBER. Pěstování a využití minoritních obilnin a pseudoobilnin v ekologickém zemědělství. České Budějovice: V nakl. Vlastimil Johanus vydala Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2012. ISBN 978-80-87510-24-7.

KOPÁČOVÁ, Olga. Rozpustná ovesná vláknina (beta-glukany) jako zdroj zdravých snacků a přesnídávek. *Cereal Food World* [online]. 2005, 320-325 [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/service.asp?act=print&val=32629>

KORDIALIK-BOGACKA, Edyta. Malted and unmalted oats in brewing. *Journal of the Institute of Brewing* [online]. 2014, 4(120), 390–398 [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jib.178/pdf>

KRISTENSEN, Mette. Flaxseed dietary fibers lower cholesterol and increase fecal fat excretion, but magnitude of effect depend on food type. *Nutrition & Metabolism* [online]. 2012, 9(1) [cit. 2017-04-25]. DOI: 2072-6643. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/221805779\\_Flaxseed\\_dietary\\_fibers\\_lower\\_cholesterol\\_and\\_increase\\_fecal\\_fat\\_excretion\\_but\\_magnitude\\_of\\_effect\\_depend\\_on\\_food\\_type](https://www.researchgate.net/publication/221805779_Flaxseed_dietary_fibers_lower_cholesterol_and_increase_fecal_fat_excretion_but_magnitude_of_effect_depend_on_food_type)

KRISTENSEN, Mette. Linseed Dietary Fibers Reduce Apparent Digestibility of Energy and Fat and Weight Gain in Growing Rats. *Nutrients* [online]. 2013, 5, 3287-3298 [cit. 2017-04-25]. DOI: 2072-6643. Dostupné z: <file:///D:/Downloads/nutrients-05-03287.pdf>

KUNOVÁ, Václava. Zdravá výživa. 2., přeprac. vyd. Praha: Grada, 2011. Zdraví & životní styl. ISBN 978-80-247-3433-0.

KVASNIČKOVÁ, Alexandra. Sacharidy pro funkční potraviny: probiotika - prebiotika - symbiotika. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2000. ISBN 80-7271-001-X.

LATTIMER J.M., HAUB M.D., 2010. Effects of dietary fiber and its components on metabolic health. *Nutrients* 2(12), 1266-1289.

LUTONSKÁ, Pavla a Ivan PICHL. Vlákna (chemické zloženie, metódy stanovenia, význam vo výžive). Bratislava: Príroda, 1983.

LUTZ, Carroll, PRZYTULSKI, Karen. Nutrition & diet therapy. 5th ed. Philadelphia, PA: F.A. Davis Company, c2011. ISBN 978-0-8036-2202-9.

MAGEE, Elaine. The Benefits of Flaxseed. In: WebMD [online]. 2009 [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <http://www.webmd.com/diet/features/benefits-of-flaxseed#1>

MARTIN, Laura J. Types of Fiber and Their Health Benefits. *WebMD* [online]. 2016 [cit. 2017-01-31]. Dostupné z: <http://www.webmd.com/diet/compare-dietary-fibers>

MCPHERSON KAY, Ruth. Dietary fiber. *Journal of Lipid Research*. 1982, (23), 221-242. Megazyme International Ireland Ltd. Total Dietary Fibre Assay Procedure. Bray (IRELAND): Bray Business Park, 2007, 19 s.

MEYER K.A., a kol. 2000. Carbohydrates, dietary fiber, and incident type 2 diabetes in older women. *Am. J. Clin. Nutri. Rev.* 71, 921-930

MOKKADAD A.H., a kol. 2003. Prevalence of obesity, diabetes, and obesity-related health risk factors. *J. Am. Med. Assoc.* 289, 76-79.

MOUDRÝ, Jan. Alternativní plodiny. Praha: Profi Press, 2011. ISBN 978-80-86726-40-3.

MUDGIL, D. a S. BARAK. Development of functional buttermilk by soluble fibre fortification. *Agro Food Industry Hi Tech*. 2016, 2(27), 44-47.

MÜLLER, Sven-David. 100 nejučinnějších zabijáků rakoviny. Praha: Ikar, 2015. ISBN 978-80-249-2702-2.

NORDQVIST, Joseph. Flaxseed: Health Benefits, Facts, Research. In: [Http://www.medicalnewstoday.com/](http://www.medicalnewstoday.com/) [online]. 2016 [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <http://www.medicalnewstoday.com/articles/263405.php>

- NOVÁK, Miroslav. B-glukany, historie a současnost. *Chemické Listy*. 2007, (101), 872–880.
- OTHMAN, Rgia. Cholesterol-lowering effects of oat  $\beta$ -glucan. *Nutrition Reviews*. 2011, **6**(69), 299-309.
- ÖTLES Semith, OZGOZ Selin. Health effects of dietary fiber. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 2014, 13(2), 191-202.
- OTTOBONI, M. Alice a Fred OTTOBONI. The modern nutritional diseases: heart disease, stroke, type-2 diabetes, obesity, cancer and how to prevent them. 2nd ed. Fernley, NV: Vincente Books, c2013. ISBN 978-0-91524-105-7.
- SANDBERG, Ann Sofie. Dietary fibre - determination and physiological effects: a study on ileostomy patients. Göteborg: A.S. Sandberg, 1982.
- SENDRA, E. a kol. Incorporation of citrus fibers in fermented milk containing probiotic bacteria. *Food Microbiology*. 2008, (25), 13–21.
- SILVA, Jovane Santana. Development and chemical and sensory characterization of pumpkin seed flour-based cereal bars. *Food Science and Technology* [online]. 2014, 34(2), 346-352 [cit. 2017-04-25]. ISSN 0101-2061. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/278074984\\_Development\\_and\\_chemical\\_and\\_sensory\\_characterization\\_of\\_pumpkin\\_seed\\_flour-based\\_cereal\\_bars](https://www.researchgate.net/publication/278074984_Development_and_chemical_and_sensory_characterization_of_pumpkin_seed_flour-based_cereal_bars)
- SIRÓ, I., KÁPOLNA, E., KÁPOLNA, B. and LUGASI, A. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance-A review. *Appetite*. 2008. Vol. 51, no. 3, p. 456–467. DOI 10.1016/j.appet.2008.05.060.
- SOUKUPOVÁ, Jana a Markéta VANIČKOVÁ. Člověk a výživa. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2008. ISBN 978-80-244-2244-2.
- SUKHNEET, Suri. Chia seed (*Salvia Hispanica L.*) - A new age functional food. *India International Centre* [online]. 2016, 752-765 [cit. 2017-04-20]. ISSN 978-81-932074-6-8. Dostupné z: file:///D:/Downloads/2.pdf

SUMCZYNSKI, Daniela. Stanovení nutričních charakteristik, vlákniny a stravitelnosti barevných druhů rýže. *Chemické Listy*. 2015, (109), 147-150.

SVAČINA, Štěpán, Dana MÜLLEROVÁ a Alena BRETŠNAJDROVÁ. Dietologie pro lékaře, farmaceuty, zdravotní sestry a nutriční terapeutů. 2., upr. vyd. Praha: Triton, 2013. Lékařské repetitorium. ISBN 978-80-7387-699-9.

ŠAFRÁNEK, Ladislav. Koktejl pro zdraví: lněné semínko + zeleninové šťávy. In: *Www.celostnimediceina.cz* [online]. 2011 [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <https://www.celostnimediceina.cz/koktejl-pro-zdravi-lnene-seminko-zeleninove-stavy.htm>

ŠÁRKA, E. a kol. Rezistentní a pomalu stravitelný škrob. *Chemické Listy*. 2013, (107), 929–935.

THEUWISSEN E., MENSINK R.P., 2008. Water-soluble dietary fibers and cardiovascular disease. *Physiologi & Behavior* 94(2), 285-292

TSETSEGMAA, R. a D. TSETSEGEE. *Evaluation of a Fermented Oat Beverage* [online]. In: . 2017 [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/313478145\\_Evaluation\\_of\\_a\\_Fermented\\_Oat\\_Beverage](https://www.researchgate.net/publication/313478145_Evaluation_of_a_Fermented_Oat_Beverage)

Úřední věstník ES, OJ L 285, 29.10.2008, s.9

VELÍŠEK, Jan a Karel CEJPEK. Biosynthesis of food components. Tábor: OSSIS, 2008. ISBN 978-80-86659-12-1.

VRÁNOVÁ, Dana. Definice vlákniny a její význam pro naše zdraví. In: *www.chempoint.cz* [online]. Vysoké učení technické v Brně, 2012 [cit. 2017-01-09]. Dostupné z: <http://www.chempoint.cz/definice-vlakniny-a-jeji-vyznam-pro-nase-zdravi>

VYZULA, Rostislav a Jan ŽALOUĐÍK. Rakovina tlustého střeva a konečníku: vybrané kapitoly. Praha: Maxdorf, c2007. Jessenius. ISBN 978-80-7345-140-0.

WAGNER, Oktavián a Antonín Felix RICHTER. Biochemie. 2., dopln. a zcela přeprac. vyd. Praha: SPN, 1966. Učební texty vysokých škol.

WARE, Megan. Pumpkin Seeds: Health Benefits, Nutritional Information. In: [Http://www.medicalnewstoday.com/](http://www.medicalnewstoday.com/) [online]. 2017 [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <http://www.medicalnewstoday.com/articles/303864.php>

WARE, Megan. *Health Benefits of Chia Seeds* [online]. 2017 [cit. 2017-02-10]. Dostupné z: [http://www.medicalnewstoday.com/articles/291334.php?utm\\_source=TrendMD&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=Medical\\_News\\_Today\\_TrendMD\\_0](http://www.medicalnewstoday.com/articles/291334.php?utm_source=TrendMD&utm_medium=cpc&utm_campaign=Medical_News_Today_TrendMD_0)

WEISENBERGER, Jill. Resistant Starch. *Today's Dietitian*. 2012, 9(14), 22.

ZAMRAZILOVÁ, Elvíra. Vlákna potravy - význam ve výživě a v klinické medicíně. Praha: Avicenum, 1989. Novinky v medicíně.

ZHUANG, Shiwen. Brewing with 100 % unmalted grains: barley, wheat, oat and rye. *European Food Research and Technology* [online]. 2016, 3(243) [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/306306548\\_Brewing\\_with\\_100\\_unmalted\\_grains\\_barley\\_wheat\\_oat\\_and\\_rye](https://www.researchgate.net/publication/306306548_Brewing_with_100_unmalted_grains_barley_wheat_oat_and_rye)

### Zdroje obrázků

1. <https://www.colourbox.com/vector/the-structural-formula-of-cellulose-polymer-vector-9746487>

### Zdroje grafů

1. <http://www.slimming.cz/glykemicky-index-co-to-je-a-jak-vam-pomuze-pri-hubnuti/#>

### Zdroje tabulek

1. AACC International. The Definition of Dietary Fiber. *Cereal Foods World*. 2001, 3(46), 112-126.

2. Ovesné vločky [online]. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <https://www.kaloricketabulky.cz/ovesne-vlocky/>
3. Rýže dlouhozrná Natural [online]. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <https://www.kaloricketabulky.cz/ryze-dlouhozrnna-natural/>
4. Lněné semínko celé [online]. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <https://www.kaloricketabulky.cz/lnene-seminko-cele/>
5. Semínka dýňová [online]. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <https://www.kaloricketabulky.cz/dynova-seminka/>
6. Chia semínka [online]. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <https://www.kaloricketabulky.cz/chia-seminka-druid/>
7. MARTIN, Laura J. Types of Fiber and Their Health Benefits. *WebMD* [online]. 2016 [cit. 2017-01-31]. Dostupné z: <http://www.webmd.com/diet/compare-dietary-fibers>



## 9 SEZNAM TABULEK, GRAFŮ A OBRÁZKŮ

<b>Tabulka 1</b> Složení potravní vlákniny (AACC, 2001) .....	13
<b>Tabulka 2</b> Nutriční hodnoty ve 100 g ovesných vloček (www.kaloricketabulky.cz) .....	22
<b>Tabulka 3</b> Nutriční hodnoty ve 100 g rýže natural (www.kaloricketabulky.cz) .....	23
<b>Tabulka 4</b> Nutriční hodnoty ve 100 g lněných semínek (www.kaloricketabulky.cz) .....	23
<b>Tabulka 5</b> Nutriční hodnoty ve 100 g dýňových semínek (www.kaloricketabulky.cz) .....	24
<b>Tabulka 6</b> Nutriční hodnoty ve 100 g chia semínek (www.kaloricketabulky.cz) .....	24
<b>Tabulka 7</b> Nejběžnější typy dietní a funkční vlákniny využívané k fortifikaci potravin (MARTIN, 2016).....	27
<b>Tabulka 8</b> Suroviny použité na výrobu rostlinných mlék .....	29
<b>Tabulka 9</b> Průměry obsahu vlákniny se směrodatnými odchylkami .....	40
<b>Tabulka 10</b> Nutriční parametry nápoje z ovesných vloček (g/100g).....	44
<b>Tabulka 11</b> Nutriční parametry nápoje z ovesných zrn (g/100g).....	44
<b>Tabulka 12</b> Nutriční parametry nápoje z ovesného sladu (g/100g).....	44
<b>Tabulka 13</b> Nutriční parametry nápoje z ovesného karamelového sladu (g/100g) .....	44
<b>Tabulka 14</b> Nutriční parametry nápoje z rýže Natural (g/100g) .....	45
<b>Tabulka 15</b> Nutriční parametry nápoje z chia semínek (g/100g).....	46
<b>Tabulka 16</b> Nutriční parametry nápoje z lněných semínek (g/100g) .....	46
<b>Tabulka 17</b> Nutriční parametry nápoje z dýňových semínek (g/100g) .....	47
<b>Tabulka 18</b> Nutriční parametry ovesného piva (g/100g) .....	48
<b>Tabulka 19</b> Nutriční parametry jogurtového ovesného nápoje (g/100g).....	49
<b>Tabulka 20</b> Zastoupení cukrů v nápojích (g/100g) .....	51
<b>Graf 1</b> Porovnání odezvy hladiny krevní glukózy na příjem potravin s nízkým a vysokým GI (www.slimming.cz) .....	19
<b>Graf 2</b> Kategorizovaný krabicový graf pro obsah celkové vlákniny všech skupin .....	42
<b>Graf 3</b> Kategorizovaný krabicový graf pro obsah nerozpustné vlákniny všech skupin.....	42
<b>Graf 4</b> Kategorizovaný krabicový graf pro obsah rozpustné vlákniny všech skupin.....	43
<b>Graf 5</b> Sensorická analýza ovesného piva (%) .....	52
<b>Graf 6</b> Sensorická analýza jogurtového ovesného nápoje (%).....	53
<b>Graf 7</b> Sensorická analýza - vůně (%) .....	54
<b>Graf 8</b> Sensorická analýza - cizí pachy (%).....	55
<b>Graf 9</b> Sensorická analýza - barva (%) .....	55

<b>Graf 10</b> <i>Senzorická analýza - textura (%)</i> .....	56
<b>Graf 11</b> <i>Senzorická analýza - chuť (%)</i> .....	57
<b>Graf 12</b> <i>Senzorická analýza - celkový dojem (%)</i> .....	58

## 10 PŘÍLOHY

### Příloha 1 *Proces filtrace rostlinných mlék*



### Příloha 2 *Vybrané rostlinné mléka (zleva: ovesné vločky, dýňová semínka, lněná semínka, rýže Natural)*



**Příloha 3** *Proces varu pod zpětným chladičem při stanovení nerozpustné vlákniny*



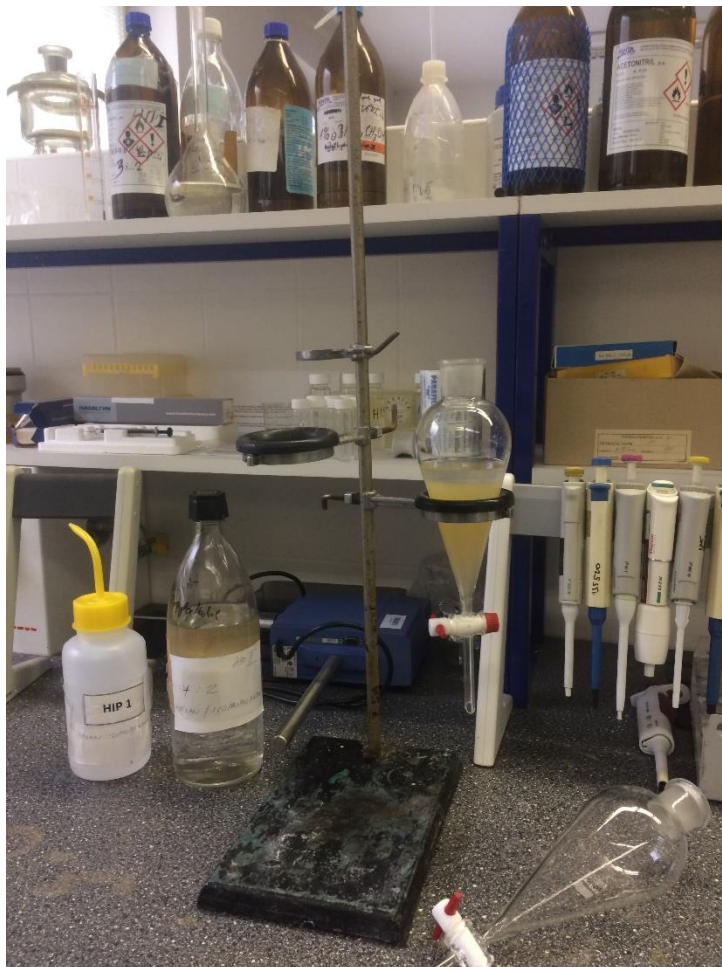
**Příloha 4** *Aparatura při stanovení bílkovin dle Kjeldahla*



**Příloha 5** *Vakuová odparka při stanovení tuků dle Hara-Radin*



## **Příloha 6** *Pracoviště pro stanovení tuků dle Hara-Radin*



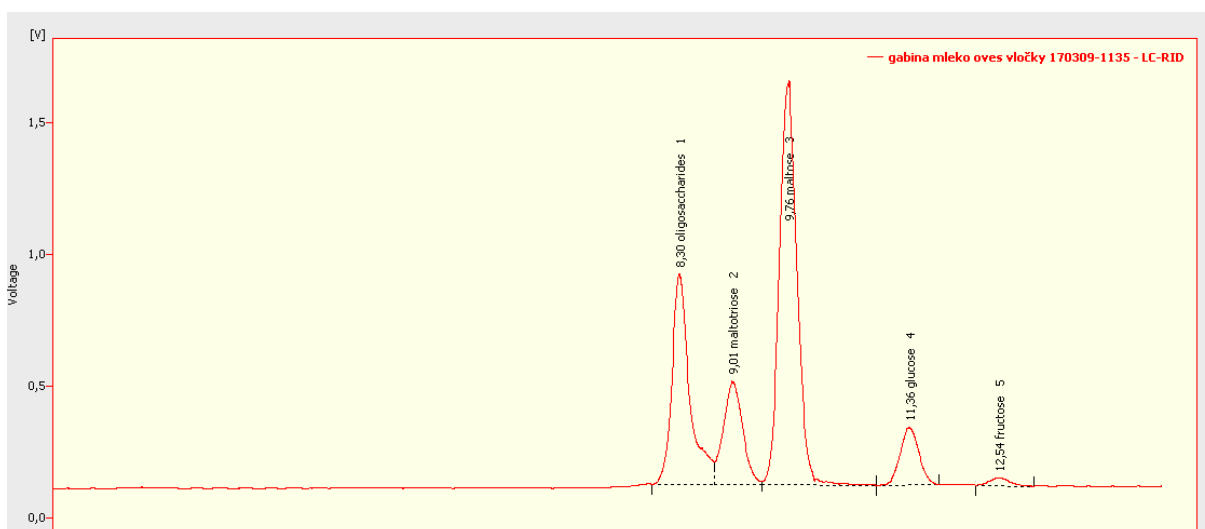
## **Příloha 7** *Polarimetr*



## Příloha 8 HPLC



## Příloha 9 Chromatogram nápoje z ovesných vloček



**Příloha 10** *Senzorický protokol – ovesné pivo*

Senzorické kritérium							
vůně	celková intenzita		velmi slabá	slabá	střední	silná	velmi silná
	cizí vůně	intenzita	velmi slabá	slabá	střední	silná	velmi silná
chuť	světlá piva	říz	velmi slabá	slabá	střední	silná	velmi silná
		plnost	velmi slabá	slabá	střední	silná	velmi silná
	hořkost	intenzita	velmi slabá	slabá	střední	silná	velmi silná
		doznívání	velmi slabá	slabá	střední	silná	velmi silná
	cizí chuť	intenzita	velmi slabá	slabá	střední	silná	velmi silná
Číselná transformace			1	2	3	4	5

Celkový dojem	mimořádně dobrý	9
	velmi dobrý	8
	dobrá	7
	dosti dobrý	6
	prostřední	5
	dosti špatný	4
	špatný	3
	velmi špatný	2
	mimořádně špatný	1



## **Příloha 11** *Senzorický protokol – jogurtový ovesný nápoj*

### Barva

Typická, příjemná

Netypická, nepříjemná

I-----I

### Konzistence

Řídká

Hustá

I-----I

### Textura

Jemná, bez pevných částic

Přítomnost pevných částic

I-----I

### Vůně

Příjemná

Nepříjemná

I-----I

### Chuť – intenzita kyselosti

Silná

Slabá

I-----I

### Celkový dojem

Příjemný

Nepříjemný

I-----I

**Příloha 12** *Senzorický protokol – rostlinné nápoje*

Číslo vzorku:.....

Vůně

Typická, harmonická

Netypická, rozporuplná

I-----I

Cizí pachy

Přítomné

Nepřítomné

I-----I

Barva

Typická, mléčně bílá

netypická

I-----I

Textura

Jemná, bez pevných částic

Přítomnost pevných částic

I-----I

Chuť

Příjemná, typická, intenzivní

Nepříjemná, netypická, slabá

I-----I

Celkový dojem

Vyhovující

Nevyhovující

I-----I

Myslíte si, že by ochucení dle Vašich potřeb, zlepšilo chuť předložených vzorků?

ANO x NE