

**Mendelova univerzita v Brně**  
**Agronomická fakulta**  
**Ústav Technologie potravin**

---



**Vliv vlákniny na senzoryckou jakost fermentovaných  
mléčných výrobku**  
Diplomová práce

*Vedoucí práce:*  
prof. Ing. Květoslava Šustová, Ph.D.

*Vypracovala:*  
Bc. Eva Ziková

---

Brno 2015



### Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci „Vliv vlákniny na fermentované mléčné výrobky“ vypracovala 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 ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnici o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědoma, 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**

Děkuji prof. Ing. Květoslavě Šustové, Ph.D. za odborné vedení při vypracování diplomové práce, za ochotu a pomoc při zpracování údajů. Dále chci poděkovat kolektivu Ústavu technologie potravin Mendelovy univerzity, který se podílel na senzorickém hodnocení, a také děkuji paní Ladislavě Pospíškové za pomoc při výrobě jogurtů. V neposlední řadě chci poděkovat své rodině za podporu během celého studia.

## **ABSTRAKT**

Tato diplomová práce se zabývala vlivem vlákniny na sensorické vlastnosti fermentovaných mléčných výrobků. V práci jsou popsány technologické vlastnosti vlákniny, druhy používané v potravinářství a její přínos pro výživu člověka. Jako zkoumaný produkt byl vybrán jogurt, jelikož patří k nejrozšířenějším kysaným mléčným výrobkům. Při výrobě bílého jogurtu a jogurtové pomazánky byla použita pšeničná a bambusová vláknina v koncentraci 3%. Vláknina byla přidávána do syrového mléka před pasterací a poté následovala klasická výroba se zráním ve skleničce. Z hotových jogurtů byly následně vyrobeny jogurtové pomazánky odkapáním syrovátky. Hodnotitelé při sensorické analýze hodnotili vždy 3 vzorky jogurtu nebo jogurtové pomazánky, z toho jeden vzorek byl bez přídavku vlákniny. Výsledkem této práce je receptura na mléčný jogurtový výrobek s obsahem vlákniny v množství 3 %.

Klíčová slova: jogurt, vláknina, sensorická analýza,

## **ABSTRACT**

The diploma thesis shows an influence of fibre on fermentated dairy products. The thesis describes technological features of fibre, types of fibre used in food processing and its acquisition for human nutrition. A yoghurt, as the most widespread example of fermentated dairy products, has been chosen for analysis. In the production of white yoghurt and cream, there was used wheat and bamboo fibre in 3% concentration. Fiber was added into raw milk before the pasteurization and then the classical production with maturation in a glass followed. Yogurt cream was consequently made from yogurt. Evaluators during the sensory analysis evaluated 3 samples of yogurt or yogurt cream, in which one sample was without fibre addition. The results of the thesis is the recipe for milk yogurt product with a fiber content of 3%.

Key words: yoghurt, dietary fibre, sensory analysis

## OBSAH

1	ÚVOD .....	8
2	CÍL PRÁCE .....	9
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	10
3.1	Vláknina .....	10
3.1.1	Klasifikace vlákniny.....	12
3.1.1.1	<i>Rozpustná a nerozpustná vláknina .....</i>	<i>15</i>
3.1.2	Zdroj vlákniny .....	16
3.1.3	Technologické vlastnosti vlákniny .....	17
3.1.4	Příznivé účinky vlákniny a doporučený denní příjem.....	19
3.1.5	Využití vlákniny v potravinářství .....	21
3.1.6	Druhy vlákniny .....	23
3.1.6.1	<i>Pšeničná vláknina .....</i>	<i>23</i>
3.1.6.2	<i>Jablečná vláknina.....</i>	<i>24</i>
3.1.6.3	<i>Ovesná vláknina .....</i>	<i>24</i>
3.1.6.4	<i>Mikrokrytalická celulóza.....</i>	<i>24</i>
3.1.6.5	<i>Psyllium .....</i>	<i>25</i>
3.2	Fermentované mléčné výrobky .....	25
3.2.1	Princip výroby .....	27
3.2.2	Jogurt.....	28
3.2.2.1	<i>Jogurtová kultura .....</i>	<i>29</i>
3.2.2.2	<i>Výroba jogurtu .....</i>	<i>29</i>
3.2.2.3	<i>Senzorické vlastnosti jogurtů .....</i>	<i>30</i>
3.2.2.4	<i>Přídavek stabilizátorů a zahušřovadel .....</i>	<i>31</i>
3.2.2.5	<i>Vady jogurtů.....</i>	<i>32</i>

4	MATERIÁL A METODIKA .....	33
4.1	Použitý materiál.....	33
4.2	Použitá metodika .....	35
5	VÝSLEDKY A DISKUZE .....	40
5.1.1	Senzorické hodnocení jogurtů s různými druhy vláknin.....	40
5.1.2	Senzorické hodnocení jogurtů bez vlákniny a s přídavkem vlákniny.....	43
5.1.3	Senzorické hodnocení jogurtových pomazánek bez vlákniny a s přídavkem vlákniny.....	52
5.1.4	Chemická analýza jogurtů a jogurtových pomazánek .....	61
6	ZÁVĚR .....	65
7	LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	68
8	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	73
9	SEZNAM TABULEK .....	74
10	SEZNAM ZKRATEK .....	76
11	PŘÍLOHY .....	77

# 1 ÚVOD

Mléko svým složením patří mezi nutričně vyvážené potraviny. Mléčné výrobky pak díky technologickému procesu, který zahrnuje použití kulturních mikroflór, získají vyšší biologickou hodnotu, než je tomu u použité suroviny. Pokud při výrobě navíc použijeme probiotické kmeny bakterií mléčného kvašení, lze hovořit o funkčních potravinách, které mají pozitivní vliv na zdraví člověka tím, že zlepšují mikrobiální rovnováhu trávicího traktu konzumenta. Mezi další potraviny přispívající k činnosti trávicího traktu patří bezesporu potraviny bohaté na vlákninu. Příjem vlákniny bychom neměli podceňovat, protože její přínos pro lidské tělo je velký. Přesto většina lidí v ČR ji konzumuje málo. Moderním trendem v potravinářství je přidávání vlákniny do cereálních, masných či mléčných výrobků. Přídavek vlákniny jako prebiotika do mléčného fermentovaného výrobku pak po konzumaci podporuje růst bifidobakterií v tlustém střevu. Přídavkem vlákniny může také dojít ke zlepšení sensorických vlastností výrobku. U mléčných výrobků může vláknina snížit synerezi a zlepšit celkovou texturu. Vnímání potravy se v posledních dvaceti letech v rozvinutých zemích změnilo. Lidé si začali uvědomovat, že naše potrava má vliv na zdraví. Tento trend přinesl koncept funkčních potravin, který je založen na principu schopnosti potravin poskytovat zdravotní benefit a předcházet zdravotním rizikům. Pojem funkčnost je dnes hlavní silou v rozvoji nových druhů potravin.



## 2 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo:

- Prostudovat dostupnou odbornou literaturu o problematice fermentovaných mléčných výrobků.
- Seznámit se při studiu odborné literatury s významem vlákniny pro výživu člověka, s jednotlivými druhy vláknin používaných v potravinářství.
- Zohlednit při studiu literaturu uvádějící vliv používané vlákniny v potravinářství na sensorickou kvalitu hotového produktu, zohlednit především výrobky mlékárenského průmyslu.
- Vyzkoušet vhodnou recepturu jogurtů s různými druhy vlákniny, vyrobené jogurty sensoricky vyhodnotit.

## 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 3.1 Vlákna

Pojem vlákna byl zaveden v druhé polovině minulého století a vyvolal potřebu definovat vlákna jako takovou (Jones, 2014). Tradičně se vlákna označuje jako požitelná část rostliny nebo jejich extraktů nebo syntetických analogů, která je odolná trávení a absorpci v tenkém střevě, obvykle zcela nebo částečně fermentovatelná v tlustém střevě. Termín dietní nebo potravinová vlákna (z angl. dietary fibre) zahrnuje polysacharidy, oligosacharidy, ligniny a další podobné složky (Borderiás, 2005).

Definování vlákniny je náročné a kontroverzní z několika důvodů. Za prvé nelze vlákna definovat jako jednu chemickou entitu a za druhé různé druhy vláknin, mohou mít jednu nebo více fyziologických, technologických funkcí nebo zdravotních výhod. Tyto funkce či výhody mohou být podobné nebo se navzájem překrývají a v některých případech jsou jedinečné jen pro jeden druh vlákniny. Každá látka, kterou řadíme mezi vlákna, nemusí být schopna vykonávat všechny funkce. Za třetí se šíří diskuze o tom, zda vlákna má pozitivní přínos jen v potravinové matici nebo funguje, i když je izolována (Jones, 2014).

Vlákna potravy má za sebou dlouhou historii, ve které se jí mnozí vědci snažili definovat. Nejnovější definici vlákniny vytvořil výbor Codex Alimentarius v roce 2007 a je zakotvena ve směrnici ES. Směrnice 2008/100/ES mění směrnici 90/496/EHS o nutričním označování potravin, ve které chyběla definice vlákniny (v souladu s definicí Codex Alimentarius). Vlákna zahrnuje i další uhlovodíkové polymery, které nejsou stravitelné trávicím traktem a v přijímané potravě se přirozeně nevyskytují.

Do směrnice 90/496/EHS se doplňuje nová příloha II, která zní:

*Pro účely směrnice se „vlákninou“ rozumí uhlovodíkové polymery s třemi nebo více monomerními jednotkami, které nejsou tráveny ani vstřebávány v tenkém střevu lidského organismu a náleží 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 2008,100/ES).*

Látky, které spadají pod definici, musí vykazovat jeden nebo více prospěšných fyziologických účinků, mezi které lze zařadit např.: zvýšení objemu stolice, zkvasitelnost mikroflórou tlustého střeva, zkrácení doby průchodu střevy, snižování celkového krevního cholesterolu, snižování krevní hladiny LDL cholesterolu, snižování krevní glukózy nebo snižování hladiny krevního inzulínu. Nejnovější vědecké důkazy dokládají, že takových fyziologických účinků lze dosáhnout i prostřednictvím látek nevyskytujících se přirozeně v rostlinné stravě. Kromě toho jsou zahrnuty uhlovodíkové polymery rostlinného původu, které jsou úzce svázány s ligninem nebo dalšími složkami a které nejsou na bázi uhlovodíků (např. s fenolovými sloučeninami, vosky, saponiny, fytázami, kutinem, fytosteroly). Tyto látky, které jsou při analýze vlákniny extrahovány společně s uhlovodíkovými polymery, lze považovat za vlákninu. Jsou-li však tyto látky od uhlovodíkových polymerů odděleny a přidány do potravy, za vlákninu se nepovažují (Suková, 2008), (směrnice 2008/100ES).

Nová definice CODEX přidává vlákninu izolovanou nebo syntetizovanou k vláknině, která se přirozeně vyskytuje v zelenině, ovoci, celozrnných výrobcích, ořechách, semenech a luštěninách. Doplnění definice je součástí strategie k řešení nedostatečného příjmu vlákniny. Celosvětově je příjem vlákniny nižší, než je doporučováno. Tato definice také usnadňuje výrobcům vývoj potravin s přidanou vlákninou (Jones, 2014).

Vlákninu, vzhledem k jejímu složení, lze zařadit mezi sacharidy. Z výživového hlediska se ale vláknina liší od ostatních sacharidů tím, že není pro člověka využitelná jako živina ani jako zdroj energie. Vláknina je nestravitelná a není vstřebávána ani tenkým střevem, prochází tedy až do tlustého střeva v nezměněném stavu, kde je rozkládána symbiotickými mikroorganismy (Komprda, 2009). Je to z důvodu obsahu beta-glykosidických vazeb, které odolávají trávicím enzymům (McGuire, 2013).

Obiloviny jsou hlavním zdrojem neškrobových sacharidů jako je celulóza, hemicelulóza,  $\beta$ -glukanů a ligninu, které jsou obsaženy v obalových vrstvách obilného zrna, zatímco ovoce a zelenina jsou primárním zdrojem pektinu, rostlinných gum a slizů (Elleuch et al., 2011).

Publikované studie naznačují četné zdravotní přínosy spojené se zvýšeným příjmem vlákniny, včetně snížení rizika ischemické choroby srdeční, cukrovky, obezity a některých forem rakoviny. Ovesné otruby, ječné otruby a psyllium, většinou rozpustné vlákniny, získaly zdravou pověst pro jejich schopnost snižovat hladinu krevních lipidů.

Pšeničné otruby a další více nerozpustná vlákna jsou obvykle spojeny s laxativními vlastnostmi (Elleuch et al., 2011).

### 3.1.1 Klasifikace vlákniny

Z chemického hlediska k vláknině patří:

a) neškrobové polysacharidy: celulósa, hemicelulósy, pektiny, beta-glukany, chitin, gumy a slizy;

b) nestrávitelné oligosacharidy, např. fruktany (zejména inulin, který je však často řazen mezi polysacharidy);

c) složky příbuzné sacharidům: zejména rezistentní škroby a modifikované celulósy;

d) lignin a doprovodné látky neškrobových polysacharidů: kutin, třísloviny, taniny, vosky aj (Beránková, 2009).

Vláknina je tedy skupina rostlinných uhlovodíkových polymerů, jak oligosacharidů, tak polysacharidů. Zvláštním případem vlákniny živočišného původu je chitosan, který je izolován z chitinu obsaženého v exoskeletu korýšů (Elleuch, 2011).

Celulósa patří mezi nejrozšířenější organickou sloučeninu, jejíž základní stavební jednotkou je glukosa. V buněčných stěnách vyšších rostlin je základní stavební složkou (Kovačiková, 2005). Celulósa je nerozpustná ve vodě, zředěných kyselinách, zásadách a většině rozpouštědel. Rozpouštědla však pronikají do přístupnějších amorfních oblastí mikrofibril a dochází k bobtnání, ale stupeň bobtnání je vždy nižší než u škrobů (Velíšek, 2009).

Hemicelulósy jsou necelulósové polysacharidy buněčných stěn rostlin, které jsou přítomné v rozpustné i nerozpustné formě. Obě dvě jsou součástí potravní vlákniny (Kovačiková, 2005).

Lignin je jedním z hlavních komponentů dřevní hmoty, ovšem v menším množství je součástí vlákniny ovoce, zeleniny a obilovin (Velíšek, 2009).

Pektiny jsou skupinou značně polydisperzních, komplexních, kyselých polysacharidů o proměnném složení. Vyskytují se v pletivech vyšších rostlin jako součást stěn primárních buněk a mezibuněčných prostor. Vznikají a ukládají se hlavně v raných stádiích růstu. Přítomnost pektinů a jejich změny během růstu, zrání, skladování a zpracování mají značný vliv zejména na texturu ovoce a zeleniny (Velíšek, 2009).

Rostlinné gummy jsou zpravidla lepivé šťávy vytékající samovolně z pletiv v důsledku působení stresových faktorů. Rostlinné slizy se označují slizké sekundární metabolity vyskytující se v různých částech rostlin, jako jsou plody nebo semena. Rostlinné gummy a slizy jsou vysoce hydrofilní, ve vodě rozpustné. Řadí se mezi hydrokoloidy, i když se v případě nízkomolekulárních frakcí jedná o pravé roztoky. Disperze nebo roztoky jsou viskózní, v některých případech mohou vznikat gely (Velíšek, 2009).

Rezistentní škrob je škrob, který uniká trávení v tenkém střevě, vstupuje do tlustého střeva, kde může mít řadu zdravotních přínosů, jako je zvyšování objemu stolice nebo snižování pH ve střevě. Rezistentní škrob se dělí na čtyři skupiny. Do první skupiny řadíme škrob nedostupný trávicím enzymům nacházející se uvnitř celých nebo částečně pomletých zrn nebo semen. Druhá skupina škrobu je unikátní tím, že si zachovává svou strukturu a odolnost při zpracování a přípravě potravin. Najdeme ho v nezralých banánech, syrových bramborách a v kukuřičném škrobu. Třetí skupina rezistentního škrobu se nachází ve větším množství v potravinách, kde se vytvoří vlivem technologických postupů. Je součástí chleba, v některých typech kukuřičných lupínků nebo luštěninách. Do čtvrté skupiny patří škroby chemicky upravené pro jejich technologické vlastnosti (Sajilata & Singahl, 2006).

V tabulce 1 jsou uvedeny některé typy vláknin, jejich zdroj a potenciální fyziologické účinky.

**Tab. 1** Typy vlákniny, zdroj vlákniny a potenciální fyziologické účinky (McGuire, 2013)

Typ vlákniny	Popis	Potravinový zdroj	Potenciální fyziologický účinek
Celulosa	Nerozpustná vláknina obsahující jednotky glukosy s $\beta$ -glykosidickými vazbami.	Celá zrna obilovin, otruby, brokolice	Zvýšení objemu stolice, snižuje dobu průchodu střevem
Hemicelulosa	Nerozpustná vláknina obsahující řadu různých monosacharidů (glukosa, arabinosa, manosa, xylosa)	Zelí, luštěniny, jablka, kořenová zelenina	
Pektin	Rozpustná vláknina obsažená ve slupce zralého ovoce, obsahuje řadu různých monosacharidů, komerčně se využívá pro výrobu marmelád a želé.	Jablka, citrusové plody, jahody, maliny	
Beta-glukany	Neškrobové polysacharidy složené z rozvětvených řetězců molekul glukosy	Ječmen, oves, houby	Zvýšení objemu stolice, snížení glukosy v krvi
Gumy	Vysoce rozpustné a viskózní neškrobové polysacharidy využívané k zahušťování potravin	Luštěniny, oves	Snižují cholesterol a hladinu glukosy v krvi
Psyllium	Rozpustná vláknina obsahující několik alkoholových jednotek, nachází se v dřevnaté části rostlin	Osemení nebo celá semena rostliny <i>Plantago psyllium</i>	Zvyšuje objem stolice

### ***3.1.1.1 Rozpustná a nerozpustná vláknina***

Vláknina se také stále běžně dělí podle rozpustnosti na rozpustnou a nerozpustnou (Vránová, 2012). Rozpustnost je dána tím, zda vytvoří vláknina po smíchání s vodou roztok (rozpustná) nebo ne (nerozpustná). K rozpustné vláknině patří pektinové látky, gumy, slizy, a určitý podíl hemicelulóz (Elleuch, 2011). Kolem třetiny strukturních arabinoxylanů obilovin je rozpustných, rozpustná je až polovina tzv. beta-glukanů ječmene (Velíšek, 2009). Celulóza, jiné druhy hemicelulózy a ligninu, jsou zahrnuty v nerozpustné frakci (Elleuch, 2011). Vyšší podíl ligninu je v otrubách nebo konzumovaných semenech ovoce např. zahradních jahod, malin, rybízu aj. Množství rozpustné a nerozpustné vlákniny se v různých potravinách liší (Tab. 2) (Velíšek, 2009).

Rozdíly mezi rozpustnou a nerozpustnou vlákninou zahrnují i jejich technologickou funkčnost a fyziologické účinky. Pro rozpustnou vlákninu je charakteristická schopnost zvyšování viskozity (Elleuch 2011). Představuje i dobrý substrát pro bakterie mléčného kvašení a bifidobakterie, které jsou prospěšné pro naše zdraví (Esposito, 2005). K dalším fyziologickým účinkům patří snižování glykemické reakce, je schopna ovlivnit glykemický index a snižuje cholesterol v plazmě (Elleuch, 2011). Rozpustná vláknina je částečně štěpena trávicími enzymy již v tenkém střevě (Velíšek, 2009). Zejména bylo prokázáno, že rozpustná vláknina má silnější antioxidační aktivitu než nerozpustná vláknina (Xiaoguang Yan, 2015).

Nerozpustná vláknina se vyznačuje pórovitostí a schopností zvyšovat objem stolice a tím se zkracuje doba jejího průchodu zažívacím traktem (Elleuch, 2011). Hlavním fyziologickým efektem nerozpustné vlákniny je zlepšení střevní peristaltiky. Je to spojeno s viskozitou schopností poutat vodu neboli bobtnáním (Esposito, 2005). Nerozpustná vláknina odolává působení enzymů a tak je spolu s rozpustnou vlákninou více nebo méně metabolizována pouze mikroorganismy tlustého střeva (Velíšek, 2009).

**Tab. 2** Množství rozpustné a nerozpustné vlákniny ve vybraných potravinách (Velíšek, 2009)

Potravina	Vláknina (% sušiny)		
	rozpustná	nerozpustná	celkem
<b>Ovoce</b>			
jablka	5,6-5,7	7,2-7,5	12,8- 13,3
broskve	4,1-7,1	3,4-6,4	7,5-13,5
jahody	5,1-7,7	6,8-10,6	11,9-18,3
<b>Zelenina</b>			
mrkev	4,4-14,9	10,4-11,1	14,8-26,0
rajčata	0,8-3,5	3,2-12,8	6,7-13,6
hrášek	5,9	15,0	20,9
<b>Luštěniny</b>			
fazole	7,2-12,4	9,1-9,6	16,8-21,5
<b>Cereálie</b>			
mouka pšeničná bílá	2,0	1,2	3,2
mouka pšeničná celozrnná	2,6	7,7	10,3
chléb pšeničný	1,6-2,7	1,1-2,9	2,7-5,6
chléb žitný	6,7	6,6	13,3

### 3.1.2 Zdroj vlákniny

Potravinářský průmysl se snaží vyvíjet nové potravinářské výrobky se specifickými zdravotními vlastnostmi, jelikož spotřebitelé upřednostňují daleko více příznivé účinky zdravé výživy a tedy i funkční potraviny. Zdrojem těchto různých funkčních materiálů jsou především rostliny. Vláknina je přirozenou součástí obilovin, luštěnin, ovoce a zeleniny. V těchto zdrojích jsou různě zastoupeny složky celulosy, ligninu a necelulosové polysacharidy (Tab. 3). Zdrojem vlákniny mohou být i odpadní produkty při výrobě potravin jako jsou sojové slupky, lněná semínka zbavené tuku, ovesné slupky nebo pšeničné otruby (Jaundzeikare & Beitane, 2014). Na vlákninové preparáty je možné zpracovat i vedlejší produkty, které vznikají při zpracování ovoce a zeleniny jako je například vláknina z jablek a hrušek (Kovačikova, 2005).



**Tab. 3** Složení vlákniny ovoce, zeleniny a cereálií v % (Velíšek, 2009)

Zdroj vlákniny	Necelulosevé polysacharidy		Celulosa		Lignin	
	Rozsah	Průměr	Rozsah	Průměr	Rozsah	průměr
Ovoce	46-78	62,9	9-33	19,7	1-38	17,4
Zelenina	52-76	65,6	23-42	31,5	0-13	3,0
Cereálie	71-82	75,7	12-22	17,4	0-15	6,7

### 3.1.3 Technologické vlastnosti vlákniny

*Schopnost poutat vodu* (Water Holding Capacity). Hydratační vlastnosti vlákniny lze charakterizovat měřením absorpce vody, schopností poutat vodu a bobtnáním (Elleuch, 2011). Tyto vlastnosti patří mezi nejdůležitější technologické vlastnosti (Borderiás, 2005). Schopnost poutat vodu je definováno jako množství vody, které je zadrženo 1g suchých vláken za stanovených podmínek. Část rozpustných vláken je ale rozpuštěna, a tak ovlivňuje měření (Elleuch, 2011).

Hydratační vlastnosti souvisí také s chemickou strukturou polysacharidů a jsou odvislé od dalších faktorů jako je pórovitost, velikost částic, pH nebo teplota. Schopnost poutat vodu závisí i na zdroji vlákniny. Nejvyšší afinitu k vodě má vláknina z mořských řas. Vláknina z mořských řas (alga vláknina), dle typu mohou navázat až 20násobek svého objemu v suchém stavu. Nižší afinitu má ovocná vláknina a nejnižší vlákniny z obilí. Tyto rozdíly jsou dány především chemickou strukturou (Elleuch, 2011).

Rozpustná vláknina, jako je pektin a gummy, vykazují vyšší WHC než celulosová vlákna. V podobě prášku ovšem vlákniny celulosového typu, jako jsou obilné plevy, váží několikrát více vody ve vztahu ke své hmotnosti. Tato schopnost je pak ovlivněna délkou a silou vlákna (Borderiás, 2005).

*Schopnost poutat tuky*. Schopnost vlákniny vázat tuky, závisí více na pórovitosti vlákna než na molekulární afinitě. Aby se zabránilo absorpci tuku, je vhodné umístit vlákna nejprve do vody, která zaplní póry a tím je zabráněno vstřebávání tuků. Tento postup slouží jako užitečný prostředek k tomu, aby nedocházelo k nadměrné absorpci tuku při smažení, pokud se vláknina použije do trojobalu.

*Viskozita*. Viskozita se zvyšuje s rostoucí koncentrací vláken, ale klesá s teplotou roztoku vlákniny (Elleuch, 2011). Vláknina jako jsou pektiny, gummy,  $\beta$ -glukany

a polysacharidy extrahované z řas, tvoří vysoce viskózní roztoky. Deriváty rostlinných gum jsou všeobecně používány jako zahušťovadla. Viskozita nerozpustných a některých rozpustných vlákniny jako je inulin, je minimální (Borderiás, 2005).

*Schopnost tvořit gel.* Název gel se používá ve spojitosti se schopností polymerních jednotek vytvářet síť, ve které je zahrnuta voda a/nebo jiná rozpouštědla. Mnoho rozpustných vláknin vytváří gel, např. karagenan, pektiny, atd. Schopnost tvořit gel a jeho vlastnosti závisí na celém množství faktorů včetně koncentrace, teploty, přítomnosti určitých iontů, a pH (Borederiás, 2005).

*Chelátová schopnost.* Mnoho druhů vlákniny má in vitro schopnost kationové výměny, tzn. vázat minerální látky. Jednou z možností tohoto jevu je, že těmto iontům je bráněno v činnosti aktivací oxidační reakcí lipidů. Tak je možno demonstrovat, že některé vlákniny mají schopnost výměny iontů s mědí. Také pektiny jsou známé svou schopností se spojit in vitro s bivalentními ionty jako je železo, měď a zinek. Některé vlákniny jako je inulin a oligofruktosa představují výjimku ve schopnosti poutat minerály.

*Schopnost fermentace.* Vlákna je schopna fermentovat v různé míře v závislosti na druhu. Celulosa kvasí málo, pektiny jsou zcela zkvasitelné.

*Struktura.* Použití vlákniny do výrobku může pomoci jeho struktuře. Ve většině výrobků z masa a některých výrobků z rybího masa může použití vlákniny pomoci k dosažení správné struktury. Jedním z příkladů takového použití může být použití sojového koncentráту s obsahem vlákniny 25 %, která napomůže požadované struktuře. Může pomoci simulovat svalová vlákna, pokud se vlákna přidá do výrobků z mletého masa. Některé vlákniny, jako oves, se mohou použít jako náhrada tuku v některých masných výrobcích.

Další vlastností jsou modifikace rysů a struktury, kontrola krystalizace cukru, modifikace vlastností tvorby gelu a viskozity a stabilizace zmrazených výrobků. Jedna z důležitých vlastností je schopnost vlákniny zabránění deformace a scvrkávání výrobků během vaření (Borderiás, 2005).

Rostlinné neškrobové polysacharidy mají antioxidační účinky a mohou být využity jako potenciální nové antioxidanty. Polysacharidové frakce z rýžových otrub vytváří ochranu proti volným radikálům a peroxidaci. Nejvyšší antioxidační účinky měly polysacharidy extrahované horkou vodou z rýžových otrub a vysrážením s 40 % etanolem na koncentraci 1,0 mg/ml, která byla stejně účinná jako kyselina askorbová. To umožňuje použití vlákniny s antioxidačními účinky jako přísady, které stabilizují

potravin s vysokým obsahem tuku, za účelem zlepšení jejich oxidační stability a prodloužením jejich trvanlivosti (Elleuch, 2011). Vlákniny s antioxidačním účinkem pracují účinně během skladování v chladu nebo během zmrazení, nebo u výrobků, které rychle žluknou (Borderiás, 2005).

Technologické vlastnosti vlákniny úzce souvisí i s jejími fyziologickými účinky. Příklady těchto vazeb jsou uvedeny v tabulce 4 (Elleuch, 2011).

**Tab. 4** Technologické a fyziologické vlastnosti vlákniny (Elleuch, 2011)

Technologické vlastnosti	Fyziologické vlastnosti
Schopnost poutat vodu	Projímavé účinky
Bobtnání	Snížení cholesterolu v krvi
Schopnost zadržet vodu	Snížení glukosy v krvi
Rozpustnost ve vodě	Snížení rizika chronické poruchy ischemické choroby srdeční, diabetu, obezity a některé formy rakoviny

### 3.1.4 Příznivé účinky vlákniny a doporučený denní příjem

I když je vláknina pro člověka nestravitelná a neslouží jako zdroj energie, její konzumace přináší velký přínos pro lidské zdraví. Potraviny, které jsou bohaté na vlákninu, přispívají k činnosti trávicího traktu, podporují růst fyziologické mikroflóry tlustého střeva, zvyšují činnost střev a tím působí v prevenci zácpy (Kopáčová, 2006).

Nestrávená vláknina prochází tenkým střevem do tlustého relativně neporušená. Střevní bakterie pak začnou vlákninu rozkládat. Dochází ke tvorbě plynů, lipidů a dalších látek. Ačkoli produkce plynu střevními bakteriemi může být nepříjemná, další látky těchto mikroorganismů slouží k užitečným účelům, jako je výživa buněk lemující tlusté střevo. Kromě toho potravinová vláknina podporuje selektivní růst prospěšných střevních bakterií, které pomáhají inhibovat růst jiných patogenních bakterií (McGuire, 2013).

Mezi další pozitivní účinky vlákniny patří snižování hladiny celkového cholesterolu, dále nežádoucího LDL cholesterolu, glukózy v krvi a inzulinu po příjmu potravy (Komprda, 2009). Rozpustná složka vlákniny má hypocholesterologické účinky. Dochází ke zvětšení obsahu gastrointestinálního obsahu (McGuire, 2013).

Jiný příznivý účinek je např. i zvýšení kyselosti v tlustém střevu, které zabraňuje růstu hnilobných bakterií. Potravní vláknina dále snižuje riziko zánětu střevní stěny a posiluje imunitní systém střeva. Je to způsobené vznikem kyseliny máselné. (Komprda, 2009). Epidemiologické studie ukazují na vztah mezi příjmem vysokého množství vlákniny a nižším výskytem některých chronických nemocí jako jsou např. kardiovaskulární choroby. Toto a vliv vlákniny na vstřebávání glukózy indikuje, že příjem vlákniny způsobuje snížení rizika nemocí. Je nutno si uvědomit, že spojení mezi rizikem nemoci a přijímanou potravou ovlivňuje velké množství faktorů a že při současné úrovni znalostí vláknina nemůže zůstat izolovaná jako jediné hledisko. Rovněž tak, jak byla zmiňovaná prospěšnost na zdraví, bylo zjištěno, že některé druhy vláknin, např. vláknina řepy, celulóza, měly antioxidační účinek v krvi potkanů. Jsou zde také ale i známky negativního vlivu vlákniny na zdraví (Borderiás et al., 2005). Při neuváženém nadměrném příjmu koncentrované vlákniny z komerčních preparátů, nebo vysokém příjmu celozrnných výrobků a otrub může vést k nadýmání, křečím, projímavým účinkům a ke snížení vstřebávání některých minerálních látek (např. železa) (Vránová, 2012).

Americký Institut pro medicínu (Institute of Medicine) doporučuje, aby děti a dospělí konzumovali 14 g vlákniny na každých 1 000 kalorií potravin, které jedí každý den. To znamená, že osoba, která zkonsumuje 2 500 kalorií každý den, by měla přijmout minimálně 35 g vlákniny denně, zatímco ten kdo jí 1 700 kalorií denně potřebuje o něco méně vlákniny - asi 24 g. Jedinci, kteří konzumují více či méně kalorií, než je tento průměr, by měli upravit svůj příjem vlákniny podle tohoto doporučení. V roce 2010 EFSA nastavil evropské dietní referenční hodnoty pro příjem živin, které určují, že denní příjem 25 g vlákniny je vhodný pro normální funkci střev u dospělých (Jaundzeikare & Beitane, 2014). Celkové množství přijaté vlákniny na jednoho člověka za den se v jednotlivých zemích pohybuje v rozmezí od 13 do 25 g (Komprda, 2009). Průměrná spotřeba vlákniny v České republice se pohybuje kolem 12 g, což je hluboce pod doporučeným doporučenou denní dávkou (Perlín, 2007). Většina odborníků na výživu naznačuje, že cca 20 – 30 % našeho denního příjmu vlákniny by mělo pocházet z rozpustné vlákniny (Elleuch et al., 2011).

### 3.1.5 Využití vlákniny v potravinářství

Vedlejší produkty získané při zpracování rostlinných surovin jako jsou: obiloviny, ovoce, zelenina či dokonce řasy, jsou bohatým zdrojem vlákniny. Takovéto vedlejší produkty mohou fortifikovat potraviny tím, že zvýší obsah vlákniny a výsledkem jsou zdravější a nízkokalorické potraviny. Též mohou sloužit jako funkční přísady pro zlepšení fyzikálních a strukturních vlastností, textury, viskozity, sensorických vlastností a doby skladování (Elleuch, 2011).

Vláknina se přirozeně vyskytuje v rostlinách, zatímco termín funkční vláknina označuje vlákninu přidávanou do potravin jako přísadu či zlepšující látku. Funkční vláknina je obvykle odvozena z přírodních rostlinných zdrojů bohatých na vlákninu a používá se k výrobě potravin, ovšem může být i synteticky vyrobená. Funkční vláknina musí mít ale prokazatelně příznivé fyziologické účinky. Funkční vláknina může zvýšit celkový obsah vlákniny v určitých potravinách a tak poskytovat zdravotní benefity. Pojem celková vláknina tedy může označovat kombinaci potravinové vlákniny, která se přirozeně vyskytuje v potravinech a jakékoli funkční vlákniny, která se v průběhu výroby potravin přidává (McGuire, 2013).

Cereální výrobky jsou denně konzumovány většinou obyvatelstva. Nedávno potravinářský průmysl zkoumal způsoby, jak zlepšit celkovou vyváženost živin u potravin bohatých na sacharidy a zaměřil se na zvýšení obsahu jejich vlákniny na úkor snadno stravitelných sacharidů. Podle mnoha studií je dokázáno, že vláknina se podílí na prevenci nemocí a zlepšuje zdraví spotřebitelů. Kromě toho lze vlákninu využít v potravinářství díky jejím fyzikálně-chemickým vlastnostem, které mají za účinek zlepšení viskozity, textury a sensorických vlastností (Foschia, 2013).

Na trhu se začaly objevovat minimálně zpracované potraviny reagující na rostoucí poptávku spotřebitelů po přírodních produktech, které jsou spotřebiteli vnímány jako zdravější. Mezi tyto potraviny patří ovocné šťávy a mléka s přídavkem vitaminů, minerálů a vlákniny. Tyto nápoje jsou nejčastěji konzumované funkční potraviny (Simoneliene et al., 2014).

Hlavním cílem mlékárenského průmyslu při výrobě jogurtu je, aby si výsledný produkt udržel optimální konzistenci a stabilitu. Přídavek stabilizátorů (např. polysacharidů) zlepšuje tvar, strukturu, vzhled, pocit v ústech a zpomaluje synerzi jogurtů. Přidávání polysacharidů jako stabilizátorů při výrobě jogurtu je běžnou praxí. Stabilizátory jsou někdy označovány jako hydrokoloidy a mají dvě základní funkce v

jogurtu: vázání vody a zlepšení textury. Při pokusech na litevské univerzitě byly zkoumány 3 druhy vlákniny: vláknina z třtinového cukru, bambusová vláknina a vláknina z pomerančových výlisků. Výsledek výzkumu ukázal, že použití bambusové a pomerančové vlákniny posílilo strukturu jogurtu a zvýšilo stabilitu při skladování (Simoneliene et al., 2014).

Zkoumán byl například i vliv přídavku vlákniny ze slupky mučenky jedlé neboli maracuji, která je bohatá na celkový obsah vlákniny, a to zejména pektinu, na tvorbu syrovátky, reologických parametrů a senzorických vlastností probiotických jogurtů. Do odstředěného mléka bylo přidáno 1 % vlákniny z maracuji a naočkovány byly kmeny *Streptococcus thermophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Vše bylo rozděleno do čtyř skupin podle přidaného probiotického kmene, jimiž byly - *Lactobacillus acidophilus* NCFM a L10, dále *Bifidobacterium animalis* subsp. *laris*, kmeny B104 a B94. Fermentace byla provedena až do dosažení pH 4,5. Reologické vlastnosti jogurtů byly stanoveny pomocí rotačního reometru. Senzorická analýza jogurtů byla vyhodnocena proti kontrolnímu jogurtu bez vlákniny. Viskozita byla významně vyšší u jogurtů fermentovaných pomocí laktobacilů oproti kontrolnímu vzorku bez vlákniny. Mikrofotografie prokázaly, že jogurty s vlákninou měly kompaktnější kaseinový gel, který obalil vlákna, zatímco v kontrolních jogurtech se častěji objevovala vlákna exopolycharidů. Vzhled, vůně a barva jogurtů s maracujovou vlákninou byly hodnoceny jako "dobré" a intenzita ovocné příchutě byla považována za slabou. Výsledky ukazují, že vláknina z maracuji je téměř neutrální přísada pro návrh nových jogurtů s přidanou hodnotou (Esprító-Santo, 2013).

Na litevské univerzitě v Kaunasu zkoumali vliv vlákninových přípravků na vlastnosti jogurtů. Vlákninové přípravky Fibregum (rozpustná vláknina z rostliny Acacia), Equacia (rozpustná akáciová guma a nerozpustná pšeničná vláknina), Floracia (směs fruktooligosacharidů získaných z kořenů čekanky a polysacharidů z akácie), pocházely od firmy Colloides Naturels International, a dále byla zkoumána Raftilose (získaná enzymovou hydrolýzou z inulinu z čekanky) od firmy Orafiti. Jogurt byl vyroben pomocí 0,025 % kultury ABY-3 Chr. Hansen. Fermentace byla ukončena při pH 4,5 – 4,6 a vláknina byla přidávána ve formě roztoku po ukončení fermentace tak, aby koncentrace v jogurtu činila 3 %. Stejně koncentrace vodných roztoků prebiotických vláknin (tříprocentní) měly rozdílnou aktivní kyselost, viskozitu a barvu. Žádná z nich však neovlivňovala kyselost jogurtu ani čerstvě vyrobeného ani skladovaného. Rozdílný efekt těchto vlákninových přípravků byl na barvu, reologické

vlastnosti a synerezi. Největší vliv na stabilitu vůči synerezi měl přípravek Equacia. Reologické vlastnosti odpovídaly viskozitě vlákninových roztoků. Nejpevnější struktura byla vytvořena pomocí přípravku Equacia. Nejnižší viskozitu vykazovala varianta s Raftilose. Během 14denního skladování se mírně zvýšila viskozita všech vzorků včetně kontrolního, což je vysvětlováno větší mírou zesíťování bílkovin v důsledku zvyšování kyselosti (pH 4,3 až 4,4).

Obsah vlákniny Fibregum a Equacia se po 14 dnech skladování nesnížil. V případě přípravků Floracia a Raftilose nešla využít enzymatická gravimetrická metoda pro stanovení celkového obsahu vlákniny, protože jejich podstatou jsou fruktooligosacharidy (Suková, 2009).

### **3.1.6 Druhy vlákniny**

- **pšeničná**
- **jablečná**
- **ovesná**
- **mikrokrystalickou celulóza**
- **psyllium**

#### **3.1.6.1 Pšeničná vláknina**

Pšeničná vláknina patří mezi nerozpustnou vlákninu, obsahuje extrémně vysoký obsah potravní vlákniny (min. 97 %), je to bílá látka s neutrální chutí, bez zápachu a inertní. Dobře absorbuje a zadržuje vodu, tuky a oleje. Při jejím použití do potravin má synergický efekt s hydrokoloidy a proteiny. Mezi její pozitivní vlastnosti patří vytvoření trojrozměrné sítě, která pomáhá zlepšit strukturu výrobku. Dále zlepšuje vlastnosti sypání a má protispěkové účinky (JRS)

Jako hlavní vedlejší produkt při zpracování pšenice vznikají pšeničné otruby, které představují obalovou vrstvu obilného zrna. Jsou bohatým zdrojem vlákniny, která může pomoci při snížení tvorby žlučových kamenů nebo má pozitivní vliv na diabetes. Nicméně, pšeničné otruby jsou obecně nedostatečně využívány, například jsou likvidovány jako zemědělské zbytky nebo použity při výrobě krmiv a papíru. Jelikož obsahují větší podíl nerozpustné vlákniny, mohou tak negativně ovlivnit senzorickou

vlastnost potravin. Mnoho studií se pokouší o zvýšení podílu rozpustné vlákniny a tím zvýšení využitelnosti tohoto produktu (Xiaoguang Yan, 2015).

### **3.1.6.2 Jablečná vláknina**

Jablečné výlisky, které vznikají jako vedlejší produkt při výrobě z jablečné šťávy, jsou bohatým zdrojem vlákniny a polyfenolů. Jablečné výlisky pořízené z ovocné šťávy mohou obsahovat až 51,1 % vlákniny. Jemně mleté jablečné výlisky z pokrutin byly přidány do pšeničné mouky v množství 5, 10 a 15 % a byly studovány na reologické vlastnosti mouky a výrobků z ní. Absorpce vody se výrazně zvýšila z 60,1 % na 70,6 % s nárůstem výlisků z 0 % na 15 %. Jablečné výlisky sice snížily objem těsta a objem koláčů, ale obsah vlákniny se pohyboval od 2,07 – 3,15 mg/g, což znamená, že jablečné výlisky mohou sloužit jako dobrý zdroj vlákniny (Sudha et al., 2007).

### **3.1.6.3 Ovesná vláknina**

Oves bývá často přehlížen a brán jako vedlejší obilnina vzhledem k malým osevním plochám a výnosu. Bývá ale spojován s pozitivním účinkem na zdraví díky vysokému obsahu rozpustné vlákniny tvořené  $\beta$ -glukany (Brennan, 2005). Dále je dobrým zdrojem bílkovin, vitaminů a minerálů. Ovesné  $\beta$ -glukany pomáhají snižovat hladinu cholesterolu. Dále se využívají jako funkční složky potravin, ale mohou také přispět ke zlepšení viskoelastických vlastností chleba (Londono et al, 2015).

Ovesné otruby, které jsou vedlejším produktem při zpracování ova, jsou dobrým zdrojem vlákniny. Mají navíc i zdravotní výhody, ke kterým patří snížení rizika ischemické choroby srdeční nebo snížení příznaků diabetu (Zhang et al, 2011). Obsah celkové vlákniny se u celého zrna ova pohybuje v rozmezí 11,5 – 37,7 %, u ovesných otrub je obsah vlákniny 18,1 – 25,2 % (Vitaglione, 2008).

### **3.1.6.4 Mikrokrystalická celulóza**

Mikrokrystalická celulóza (MCC) je hydrokoloid patřící do široké škály derivátů celulózy. Je využívána pro různé aplikace v kosmetickém, farmaceutickém a potravinářském průmyslu jako plnivo nebo stabilizátor díky svým viskoelastickým vlastnostem. MCC může být použita jako potenciální tuková náhražka. Přidávání MCC do masných výrobků není běžné. Bylo provedeno jen málo studií, které zkoumaly vliv



MCC na nízkotučné masné výrobky. Nahrazování tuku alternativními přísadami ale nesmí negativně ovlivnit senzorycké vlastnosti výrobku (Gibis et al., 2015).

### **3.1.6.5 Psyllium**

Psyllium je vláknina, která vzniká vyčištěním obalů semen rostlin rodu *Plantago*, včetně *P. ovata* a *P. psyllium*. Je výborným zdrojem rozpustné vlákniny (78 %) a z malé části obsahuje i vlákninu nerozpustnou (13 %). Bylo prokázáno, že užívání psyllia snižuje LDL cholesterol, riziko rakoviny tlustého střeva a hyperglykémii (Cheng, 2009). Průměrné složení je 23 % arabinosy, 75 % xylosy a stopy ostatních sacharidů. Konzumace psyllia je velmi populární v Indii a je rozšířeno i v USA. Poptávka v Evropě po psylliu se v poslední době zvýšila. Nicméně příjem psyllia je v rozvinutých zemích omezen pouze na kapsle obsahující tuto látku a jiných doplňcích stravy. Skutečný přínos pro širokou veřejnost by mohlo mít začlenění psyllia do potravin jako jsou těstoviny nebo sušenky. Patenty na výrobu sušenek či těstovin s psylliem mají např. v USA. Používání psyllia má ale i svá technologická omezení, jelikož silně absorbuje vodu a má vysokou želírovací schopnost. Každý gram psyllia absorbuje asi 10 g vody. Hydrolyzou lze snížit tuto absorpci, ale vzniknou další produkty s různými účinky na zdraví (Raymundoa et al. 2014).

## **3.2 Fermentované mléčné výrobky**

Výroba fermentovaných mléčných výrobků sahá daleko do historie. Rozlišujeme několik druhů fermentovaných výrobků, které rozdělujeme podle typu použitých bakterií mléčných kvašení (Walstra, 2006). Základní kultury bakterií obsahují buď mezofilní, nebo termofilní bakterie mléčného kvašení, příp. i kvasinky, kdy navíc probíhá ještě alkoholové kvašení (Šustová, 2013).

Pro mezofilní mléčné kvašené výrobky, jako je kysané mléko, smetanový zákys nebo podmáslí, se využívají startovací kultury mikroorganismy rodu *Lactococcus* a *Leuconostoc*. Termofilní bakterie mléčného kvašení *Streptococcus thermophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* se používají při výrobě jogurtů a souvisejících produktů (Litopoulou-Tzanetaki, 2014). Výrobky se smíšenou kulturou bakterií mléčného kvašení a kvasinek jsou kefíry či kefirové mléko (Šustová, 2013).

Druhy živých mikroorganismů v kysaných mléčných výrobcích jsou stanoveny platnou legislativou a to vyhláškou 77/2003 Sb. (Tab. 5).

**Vyhláška č. 77/2003, kterou se stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje (novelizovaná)**

Příloha č. 2 k vyhlášce č. 77/2003 Sb. – Fyzikální, chemické a mikrobiologické požadavky na jednotlivé mléčné výrobky a na druhy mikroorganismů mléčného kysání.

**Tab. 5** Druhy živých mikroorganismů v kysaných mléčných výrobcích

Druh výrobku	Použité mikroorganismy	Mléčná mikroflóra výrobku v 1 g
Acidofilní mléko	<i>Lactobacillus acidophilus</i> a další mezofilní, příp. termofilní kultury bakterií mléčného kvašení	$10^6$ <i>Lactobacillus acidophilus</i>
Jogurty*)	protosymbiotická směs <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> a <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	$10^7$
Kysané mléko, vč. smetanového zákysu, podmáslí a kysané smetany	monokultury nebo směsné kultury bakterií mléčného kvašení	$10^6$
Kefír	zákys připravený z kefirových zrn, jehož mikroflóra se skládá z kvasinek zkvašujících laktózu <i>Kluyveromyces marxianus</i> i nezksvašující laktózu <i>Sacharomyces unisporus</i> , <i>Sacharomyces cerevisiae</i> , <i>Sacharomyces exiguus</i> a dále <i>Leuconostoc</i> , <i>Lactococcus</i> a <i>Aerobacter</i> , rostoucí ve vzájemném společenství	bakterie mléčného kvašení $10^6$ kvasinky $10^4$
Kefirové mléko	zákys skládající se z kvasinkových kultur rodu <i>Kluyveromyces</i> , <i>Torulopsis</i> nebo <i>Candida valida</i> a mezofilních a termofilních kultur bakterií mléčného kvašení v symbióze	bakterie mléčného kvašení $10^6$ kvasinky $10^2$
Kysaný mléčný výrobek s bifido-kulturou	<i>Bifidobacterium</i> sp. v kombinaci s mezofilními a termofilními bakteriemi mléčného kvašení	$10^6$ bifidobakterie

\*) U jogurtových výrobků mohou být kromě základní jogurtové kultury přidávány kmeny produkující kyselinu mléčnou a pomáhající dotvářet specifickou chuťovou nebo aromatickou charakteristiku výrobku. Musí však být zachován optimální poměr obou základních kmenů jogurtové kultury.

### 3.2.1 Princip výroby

#### Výběr mléka

Na jakost mléka určené na výrobu fermentovaných mléčných výrobků, jsou kladeny přísné požadavky. Kromě optimálního složení mléka je velmi důležitým kritériem celkově nízký počet mezofilních mikroorganismů, a to jak aerobních, tak i fakultativně anaerobních (Gajdůšek, 2002).

Nežádoucí je i vysoký počet psychrotrofních mikroorganismů, které mohou ještě před tepelným ošetřením mléka naprodukovat metabolity inhibující růst bakterií mléčného kvašení nebo negativně ovlivnit chuť, vůni a konzistenci výrobku. Mléko musí být také prosté inhibičních látek, jako jsou antibiotika, nebo zbytky čistících a dezinfekčních prostředků, které mohou negativně ovlivnit růst čistých mlékařských kultur. Žádoucí je i dobrá kysací aktivita mléka (Kadlec et al., 2009).

#### Standardizace tuku a tukuprosté sušiny

Standardizace obsahu tuku zahrnuje úpravu obsahu tuku přidavkem smetany nebo odtučněného mléka, aby byl získán produkt o požadovaném obsahu tuku. Nejčastější rozmezí obsahu tuku u fermentovaných mlék je 0,5 - 3,5 %.

Obsah tukuprosté sušiny fermentovaných mlék je minimálně 8,2 %. Zvýšením obsahu tukuprosté sušiny, zvláště podílu kaseinu a bílkovin syrovátky, dojde ke zvýšení pevnosti koagulátu fermentovaného výrobku a ke snížení oddělování syrovátky na povrchu (Kadlec et al., 2009). Úpravy tukuprosté sušiny lze dosáhnout odpařováním vody na odparkách, ultrafiltrací, reverzní osmózou, přidavkem odtučněného sušeného mléka, sušené syrovátky nebo přidavkem mléčných koncentrátů (Gajdůšek, 2002).

#### Deaerace

Obsah vzduchu v mléce, které se používá na výrobu fermentovaných výrobků, musí být co nejnižší. Zvláště pokud při fermentaci využíváme striktně anaerobních mikroorganismů (*rod Bifidobacterium*). Deaerace neboli odvzdušňování zlepšuje průběh homogenizace, snižuje riziko napalování při tepelné úpravě mléka, zvyšuje viskozitu a odstraňuje nežádoucí těkavé látky (Kadlec et al., 2009).

## **Homogenizace**

Homogenizací mléka zabráníme vystávání mléčného tuku v průběhu inkubace a docílíme rovnoměrného rozdělení mléčného tuku ve výrobku. Homogenizace směsi příznivě ovlivňuje chuť a reologické vlastnosti finálních výrobků. Nízkou a střední homogenizací docílíme rozptýlení mléčného tuku, avšak při vysoké homogenizaci dochází k výraznému zjemnění tukové emulze a k ovlivnění fyzikálně-chemických vlastností mléčných bílkovin, kdy sérové bílkoviny částečně denaturují (Forman, 1996). Mléko se obvykle homogenizuje při tlaku 20 - 25 MPa a teplotě 65 - 70 °C. Po homogenizaci následuje tepelné ošetření mléka. Po pasteraci je mléko zchlazeno na teplotu inokulace, která je závislá na typu mikroflóry použité při fermentaci (Kadlec et al., 2009).

## **Tepelné ošetření**

Z hlediska zdravotnických předpisů se nesmí používat syrové mléko, proto se vždy musí pasterovat. Nejvhodnější je pasterace vysoká, která devitalizuje přítomnou mikroflóru, čímž se zlepší vlastnost mléka jako substrátu pro mikroorganismy kyselobuňkové kultury a eliminuje termolabilní inhibiční látky mléka. Dále dochází ke štěpení bílkovin a rozpustný hydrofilní albumin při vysoké pasteraci koaguluje a spojuje se s kaseinem, a tím zlepšuje vazbu vody. Sraženina se tak stává hustější, trvanlivější a nedochází k oddělování syrovátky ve finálním výrobku (Görner & Valík, 2004). Optimálních výsledků pasterace je dosaženo při použití tepelného záhřevu při 90 – 95°C po dobu 5 minut nebo při teplotě 80 - 85 °C a době výdrže 15 až 30 minut (Gajdůšek, 2002).

### **3.2.2 Jogurt**

Jogurt je fermentovaný mléčný výrobek, který patří k nejrozšířenějším mléčným výrobkům s termofilními bakteriemi mléčného kvašení (Kadlec et al., 2012). Obsahují řadu biologicky aktivních látek, které pozitivně ovlivňují lidský organismus. Jde tedy o BMK používané k jeho výrobě a jejich metabolity a o látky pocházející z mléka (Kalhotka et al., 2009).

Sortiment jogurtů z hlediska konzistence i použitých přídatných látek je značně rozmanitý a lze je rozdělit na přírodní a ochucené jogurty, které mohou obsahovat různé nemléčné složky jako je ovoce, čokoláda, cereálie a jiné (Kadlec et al., 2012).

Dle legislativy se jogurty dělí podle obsahu tuku, a to na jogurt bílý (více než 3 % tuku včetně), na jogurt bílý smetanový (více než 10 % tuku včetně), jogurt bílý se sníženým obsahem tuku (méně než 3 % tuku) a jogurt bílý nízkotučný nebo odtučněný (méně než 0,5 % tuku včetně) (Vyhláška č. 77/2003 Sb.).

### **3.2.2.1 Jogurtová kultura**

Výroba jogurtů probíhá za pomoci jogurtových kultur. Jogurtová kultura je složená z mikroorganismů *Streptococcus thermophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (Kadlec et al. 2012). Oba tyto mikroorganismy jsou homofermentativní, to znamená, že při fermentaci vzniká z laktosy jako hlavní produkt kyselina mléčná (Görner a Valík, 2004).

Tyto dva mikroorganismy rostou v mléce daleko lépe společně než každý sám, je to výsledkem protokooperace. Proteolytické lactobacily zvyšují růst streptokoků vytvářením malého množství peptidů a aminokyselin a hlavní aminokyselinou je v tomto případě valin. Mléko obsahuje málo těchto aminokyselin a koky jsou jen slabě proteolytické a tvoří kyseliny příliš pomalu. Koky naopak zvýší počet lactobacilů za anaerobních podmínek a rychlé tvorby CO<sub>2</sub>. Streptokoky stejně jako lactobacily přispívají k typickým vlastnostem jogurtu. Oba druhy by ve startovací kultuře měly být přítomny ve velkém množství a hmotností poměr by měl být 1 : 1. Tento poměr je zachován při inkubaci při 45 °C po dobu 2,5 h a finální pH se pohybuje kolem 4,2. Změnou uvedených podmínek v průběhu inkubace se mění poměr mezi tyčinkami a koky (Walstra, 2006).

Jogurtová kultura musí během fermentace produkovat v co nejkratší době dostatečné množství kyseliny mléčné, aby byl na konci výroby její obsah 1 %. Po zchlazení je důležité, aby již nedošlo k překysání výrobku. Dalším úkolem jogurtové kultury je v dostatečné míře produkovat látky, které dodávají jogurtu typické aroma, jako je acetaldehyd a mastné kyseliny vznikající mírnou hydrolyzou mléčného tuku (Vlková 2009).

### **3.2.2.2 Výroba jogurtu**

Podle použitého způsobu fermentace a dalšího zpracování koagulátu rozlišujeme jogurty s nerozmíchaným koagulátem tzv. Set Yoghurts, kdy fermentace probíhá ve spotřebitelském obalu, jogurty s rozmíchaným koagulátem Stirred Yoghurts, zde

fermentace probíhá ve zracím tanku a na jogurty pitné Drink Yoghurts (Kadlec et al., 2012).

U fermentovaného výrobku s nerozmíchaným koagulátem tzv. **Set type** se do mléka zaočkovaného zákysovou kulturou obsahující *Streptococcus thermophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* přidávají přísady (aromata, ovocný podíl) a takto upravená směs se plní do spotřebitelských obalů. Ty jsou následně přemístěny do zracích skříní, tunelů nebo místností. Teplota zrání se pohybuje kolem 42 – 45 °C a doba od 3 – 3,5 h. Fermentace probíhá tedy přímo v obalech (Šustová, 2013).

Druhý typ **Stirred type** se vyrábí z nezahuštěného mléka, jakmile proběhne fermentace je gel (koagulát) jemný, hladký a tekutější. Tato tekutost je dána odlišnou technologií použitou při fermentaci (Walstra, 2006). Koagulát je tekutý také kvůli mechanickému rozrušení při míchání ve fermentačním tanku, kdy gel je rozrušen před nebo během procesu chlazení nebo balení (Šustová, 2013). Tento druh výroby je označován jako tanková metoda (výroba v tanku), u které jsou fermentační teploty okolo 35 °C po dobu 16 až 18 hodin (Tamime, 1999).

Třetí výrobek s nízkou viskozitou, **Drink Type**, je určen k pití. Fermentace probíhá také ve fermentačním tanku. Při následujících operacích zahrnujících podle typu výrobku tepelné ošetření (pasterací, UHT záhřevem), příp. homogenizací výrobku, je zcela rozrušena struktura vzniklého koagulátu. Výrobky, které jsou po fermentaci ošetřené tepelně, neobsahují živé mikroorganismy zákysových kultur a konzument by měl být o této skutečnosti informován na obalu výrobku (Kadlec et al, 2009).

### 3.2.2.3 *Senzorické vlastnosti jogurtů*

Senzorická analýza měří, analyzuje a interpretuje reakce na vlastnosti a charakteristiky potravin či surovin, které jsou postřehnutelné lidskými smysly jako je chuť, zrak a čich. Význam spočívá především v rychlosti získávání potřebných informací a v relativně nízkých nákladech na jejich pořízení. Senzorická jakost dnes tvoří spolu s cenou, nutriční hodnotou, stupněm konvence a designem obalu k nejdůležitějším kritériím, které spotřebitel zohledňuje při nákupu (Buňka et al., 2008).

Jogurt vyrobený klasickým způsobem má bílou barvu, hladký povrch a jemnou konzistenci. Při obrácení kelímku nevytéká, při vložení lžice si zachovává jemnou konzistenci. Chuť a vůně je čistá, výrazně aromatická, jogurtová a správně kyselá. Po ukončené fermentace by měla být titrační 60 až 65 °SH (Kalhotka et al., 2009).

Druhý typ jogurtu vyrobený zráním v tanku, je méně aromatický a méně kyselý, má řidší a krémovitější konzistenci. Během 24 hodin se konzistence koagulátu zlepší, ale nikdy již nedosáhne stejné struktury jako při fermentaci ve spotřebitelském balení. Na konci fermentace má mít jogurt 70–75 °SH (2,5 mmol/l). Pro nižší teplotu a delší čas fermentace zde existuje nebezpečí růstu kontaminující mikroflóry, např. mezofilních bakterií mléčného kysání, koliformních bakterií nebo kvasinek a plísní (Kalhotka et al., 2009). Konzistence u všech typů jogurtů by měla být hladká, jednotná, bez hrudek a zrn (Šustová, 2013).

#### **3.2.2.4 Přídavek stabilizátorů a zahušťovadel**

K zajištění dobré jakosti a zvláště reologických vlastností kysaných mléčných výrobků lze s úspěchem použít přídavek stabilizačních látek. V širším slova smyslu sem patří vyšší podíl sušiny, příp. vyšší obsah bílkovin v mléce použitém k výrobě těchto výrobků (Hylmar, 1986).

Nejčastějším důvodem přidávání stabilizátorů je zlevnění výroby jogurtů. Aby se zvýšila viskozita jogurtů, zahušťovalo se mléko na vakuových odparkách alespoň na sušinu 17 %. Ovšem tento způsob je ekonomicky náročný, a proto se přistoupilo k úpravě sušiny přidáváním sušeného odstředěného mléka nebo stabilizátorů (modifikovaný škrob, želatina). Nízkotučné jogurty by nebylo bez těchto přísad možno vyrobit, byly by příliš řídké a připomínaly by jogurtový nápoj. Do bílých jogurtů je ale ze zákona používání těchto aditiv zakázáno (Šustová, 2013).

Jogurt, který je vyroben klasickým způsobem, není „obohacován“ stabilizátory a aditivy. Jogurt vyrobený tankovou metodou je ovšem v některých zemích doplňován stabilizátory, které zlepšují viskozitu, aroma a sladkost. Mnoho ze stabilizátorů absorbuje vodu (syrovátku) a tím zvýší viskozitu gelu (jogurtu), který má podobnou strukturu jako jogurty vyráběné klasickým způsobem (Tamine, 2006).

Mezi nejběžnější aditiva patří modifikované škroby, přírodní škroby, želatina, pektin, moučka z luskou rohovníku, agar, karagenan nebo guarová guma (Šustová, 2013).

### 3.2.2.5 Vady jogurtů

Hlavním problémem v chuti jogurtu je jeho kyselost. Po ukončení fermentace dosáhne jogurt určité kyselosti, která i po skončení fermentace má tendenci se prohlubovat. Kyselá chuť je výraznější u jogurtů s nízkým obsahem tuku. Kromě toho může mít jogurt i nahořklou chuť vlivem použitých startovacích kultur.

Vývoj těchto vad obecně určuje trvanlivost. Dostatečným ochlazením hotového výrobku lze zpomalit acidifikaci, ale je obtížné výrobek ochladit dost rychle. Jogurty vyráběné klasickým způsobem ve spotřebitelském obalu se nemohou míchat a jogurty vyráběné ve fermentačních tancích nemohou být intenzivně míchány, jelikož by byla jejich konzistence velmi řídká. I při chladírenských teplotách dochází k prohlubování acidity a dalším změnám způsobené enzymovým systémem, i když pokračují o něco pomaleji.

Jiné vady mohou být způsobeny kontaminujícími organismy, zejména kvasinkami a plísněmi (Walstra, 2006). Kontaminované kultury vedou ke vzniku nečisté chuti a aroma, jako je kvasinková, ovocná, zatuchlá, sýrová nebo hořká, a občas i mýdlová (Šustová, 2013). Růst těchto mikroorganismů je do značné míry ovlivněn množstvím dostupného kyslíku (Walstra, 2006).

Další vadou je nedostatečná tvorba charakteristického aroma v důsledku nedostatečné tvorby acetaldehydu. To může být způsobeno nízkou teplotou inkubace a nadměrného růstu streptokoků nebo slabou tvorbou aroma. Nedostatečná acidifikace může být způsobená kontaminací peniciliem, která vede k tvorbě jiných produktů (Walstra, 2006).

Nejčastější vady v konzistenci bývá tekutá nebo hrudková konzistence či uvolňování syrovátky, ke které většinou dochází při vysoké inkubační teplotě, nízkému obsahu sušiny nebo nevhodném zacházení s produktem během skladování a prodeje (Šustová, 2013).



## 4 MATERIÁL A METODIKA

Diplomová práce byla zpracována na Mendelově univerzitě v Brně, kde jako vzorky k senzorické analýze byly použity jogurty a jogurtové pomazánky vyrobené v mlékárenské laboratoři. V první části výzkumu byly vyrobeny bílé jogurty s 0,5 % vlákniny různých druhů. Po této části byly vybrány dva druhy vláknin, které byly použity na výrobu jogurtů a jogurtových pomazánek. Obsah vlákniny v těchto výrobcích byl 3 %. Následně byla provedena senzorická a chemická analýza.

### 4.1 Použitý materiál

#### **Mléko**

Mléko k výrobě jogurtů a jogurtových pomazánek bylo zakoupeno v brněnských mlékomatech. Tučnost mléka se pohybovala kolem 3,5 %.

#### **Jogurt**

Na výrobu bylo použito plnotučné mléko, vláknina a jogurtová kultura. Hotový jogurt s vlákninou byl dále použit na výrobu jogurtové pomazánky.

#### **Použité druhy vláknin**

Bylo zkoumáno 12 druhů vláknin. Vzorky poskytla německá firma J. RETTENMAIER & SÖHNE (JRS), která se zabývá výrobou nejrůznějších druhů vláknin, jejichž využití slouží nejenom v potravinářství.

#### *Pšeničné vlákniny (wheat fibre)*

WF 400 R

WF 600/30

WF 600R

WF 200

#### *Bambusová vláknina (bamboo fiber)*

BAF 40

### *Methylcelulosa*

MCA 16A

MCA 4M

### *Hydroxypropylmethylcelulosa*

HPMCE 4M

HPMCE K15M

### *Koloidní systémy*

- Mikrokystalická celuloza  
MCG 591F  
MCG 611F
- Pšeničná vláknina - gel  
WFG HS 73

**Tab. 6** Charakteristika některých použitých vláknin (prezentace firmy JRS)

<b>TYP</b>	<b>WF 600/30</b>	<b>WF 600</b>	<b>WF 200</b>	<b>WF 400</b>	<b>WFG HS73</b>	<b>BAF 40</b>
<b>Barva</b>	bílá	bílá	bílá	bílá	Bílo-šedivá	bílá
<b>Struktura</b>	mikro-prášek	mikro-prášek	vláknitá	vláknitá	prášek	mikro-prášek
<b>Obsah vlákniny</b>	97 %	97 %	97 %	97 %	Pšeničná vláknina 70 % Maltodextrin 30%	-
<b>Chut' a vůně</b>	neutrální	neutrální	neutrální	neutrální	neutrální	neutrální
<b>Měrná hmotnost</b>	210 g/l	220 g/l	85 g/l	50 g/l	-	55 g/l
<b>Průměrná délka vlákna</b>	30 μm	80 μm	250 μm	500 μm	-	500
<b>Vázání vody</b>	500 %	550 %	850 %	1100 %	-	1000 %

## **Pomůcky pro přípravu jogurtů a jogurtových pomazánek**

- Cedník
- Centrofix
- Dělená vata
- Digitální váhy
- Elektrický vaříč
- Ethanol
- Hliníková fólie
- Hrnc 5 l
- Injekční stříkačky
- Kádinky 0,5 l a 1 l
- Mixér
- Plátno
- Teploměr
- Termostat
- Závaží 200 g

## **4.2 Použitá metodika**

### **Příprava jogurtu**

V první části pokusu se zkoumalo 12 typů vláknin následujícím postupem:

Syrové mléko bylo pasterováno při 95 °C po dobu 5 minut. Po pasteraci bylo přidáno 0,5 % vlákniny, která se aktivovala po dobu 30 min v mléku při teplotě  $\pm 95$  °C. Po této době se mléko s vlákninou rozmíchalo a nechalo zchladnout na teplotu 42 °C. Takto připravené mléko se zaočkovovalo 1 % jogurtové kultury a kultivace probíhala v termostatu pod dobu 3,5 hodiny. Jogurty byly vychlazeny a po 24 hodinách byla provedena senzorická analýza.

K přípravě jogurtu pro senzorické hodnocení byly použity následující složky: syrové mléko, jogurtová kultura a vybrané druhy vlákniny, a to pšeničná WFG HS 73 a bambusová BAF 40. Jogurt byl připraven podle následujícího postupu: Do syrového mléka byly přidány 3 % vlákniny (WFG HS 73 nebo BAF 400). Takto připravená směs se pasterovala při teplotě 95 °C po dobu 5 minut. Mléko s vlákninou se rozmíchalo a

nechalo se ochladit na 42 °C. Zaočkovovalo se 1 % jogurtové kultury. Vzniklá jogurtová směs se nechala kultivovat při teplotě 42 °C po dobu 3,5 hodiny.

### **Příprava jogurtové pomazánky**

K přípravě jogurtové pomazánky pro sensorické hodnocení byly použity následující složky: hotový jogurt bez a s vlákninou (BAF 40 nebo WFG HS 73) a 2 % soli na hmotnost jogurtu. Cedník položíme přes nádobu, vysteleme jej sterilním plátnkem. Do plátna vyklopíme osolený a zamíchaný jogurt. Cípy látky svážeme (křížem), zatížíme hodinovým skličkem a závažím o hmotnosti 200 g. To celé uložíme do lednice (4-8 °C). Nádobu pod cedníkem pak zachytí odkapávající syrovátku. Po 24–48 hodinách vyjmemu odkapaný jogurtový bochánek.

### **Senzorické hodnocení**

Senzorické hodnocení bylo provedeno na Ústavu technologie potravin Mendelovy univerzity v Brně. Deset hodnotitelů z řad zaměstnanců Mendelovy Univerzity zapisovalo své poznatky do sensorického dotazníku (viz příloha č. 1 a 2). Hodnotitelům byl podáván jogurt a jogurtová pomazánka po promíchání a při pokojové teplotě. Byly hodnoceny vždy 3 vzorky jogurtu nebo jogurtové pomazánky, z toho jeden vzorek byl bez přídavku vlákniny jako kontrolní. Každý vzorek jogurtu a jogurtové pomazánky měl pro dodržení anonymity přiřazeno číslo. Hodnotitelé byli seznámeni se základními informacemi o jednotlivých vzorcích.

Pro hodnocení jogurtů byly zkoumány tyto deskriptory:

- uvolňování syrovátky,
- příjemnost barvy,
- konzistence,
- textura,
- celková příjemnost vůně,
- intenzita kyselé chuti,
- intenzita sladké chuti,
- intenzita pachutí,
- celkový dojem.

Otázka uvolňování syrovátky se hodnotila slovně ano/ne, u ostatních otázek byla užitá nestrukturovaná stupnice o rozsahu 10 cm a slovním popisem krajních bodů, např. u otázky příjemnost barvy, byly krajní body vlevo – nepříjemná, vpravo – příjemná.

Pro hodnocení jogurtové pomazánky byly zkoumány tyto deskriptory:

- vzhled (hladký, krupičkový, atd.),
- barva (bílá, našedlá, atd.),
- tuhost pomazánky,
- našlehanou pomazánky,
- celková příjemnost vůně,
- celková příjemnost chuti,
- intenzita kyselé, tvarohové, smetanové, jogurtová a cizí chuti,
- názor spotřebitele.

Otázka vzhled a barva měla na výběr z několika možností. Názor spotřebitele byl vyjádřen podle toho, zda výrobek chutnal nebo nechutnal. U ostatních otázek byla také využita nestrukturovaná stupnice o rozsahu 10 cm a slovním popisem krajních bodů, např. u otázky tuhost pomazánky, byly krajní body vlevo – extrémně měkká, vpravo – extrémně tuhá.

### **Stanovení sušiny referenční metodou**

Sušina je podíl zbývající po vysušení při teplotě  $102 \pm 2$  °C. Postatou je sušení do konstantní hmotnosti za kterou se pokládá úbytek do 0,5 mg (resp. 1mg) nebo zvýšení proti předchozímu vážení. Do předem vysušené a zvážené váženky naváží 3 g vzorku a pak se suší 3 hodiny bez dalšího dosoušení (ČSN 57 0530).

Obsah sušiny vypočteme dle vzorce:

$$Sušina (\%) = \frac{100 \cdot b}{a}$$

- a hmotnost naváženého vzorku  
b hmotnost vysušeného vzorku

### Stanovení tuku acidobutyrometrickou metodou

Obsah tuku v mléce je podíl tuku, který se oddělí v butyrometru po rozpuštění fosfolipického obalu tukových kuliček působením kyseliny sírové (dle Gerbera) za podmínky metody. Odečtený obsah tuku v g na 100 ml je nutno přepočítat na obsah tuku g na 100 g mléka. Do butyrometru s 10 ml Gerberovy kyseliny se naváží vzorek diferenčně pomocí injekční stříkačky (5-6 g jogurtu) a přidá se tolik vody, aby objem vzorku a vody byl 11 ml. Nakonec se přidá 1 ml amylalkoholu, butyrometr uzavřeme pryžovou zátkou, a obsah je dokonale protřepán. Poté je vkládán za horka do odstředivky (ČSN 57 0530).

Obsah tuku v hmot. % (x) se vypočítá podle vzorce:

$$x = \frac{c \cdot 11,33}{a - b}$$

- a hmotnost stříkačky se vzorkem
- b hmotnost stříkačky po vyprázdnění vzorku do butyrometru
- c obsah tukového sloupce odečtený na škále butyrometru

### Stanovení titrační kyselosti

Titrační kyselost je dána počtem ml odměrného roztoku  $c(\text{NaOH}) = 0,25 \text{ mol.l}^{-1}$  spotřebovaného při titraci zkušební vzorku na fenolftalein jako indikátor. Vyjadřuje se v ml roztoku  $c(\text{NaOH}) = 0,25 \text{ mol.l}^{-1}$  spotřebovaných na 100 ml (resp. 100 g) vzorku.

Do titrační baňky vložíme 50 g (ml) vzorku a titrujeme odměrným roztokem 0,25 M hydroxidu sodného za přídavku 2 ml roztoku fenolftaleinu do slabě růžového zbarvení, které má srovnávací vzorek (50 ml mléka s 1 ml roztoku heptahydrátu síranu kobaltnatého). Zbarvení musí vydržet nejméně 30 sekund až 1 min (ČSN 57 0530).

Titrační kyselost vypočítáme dle vzorce:

$$SH = \frac{a \cdot 100}{b}$$

- a spotřeba roztoku  $c(\text{NaOH}) = 0,25 \text{ mol.l}^{-1}$  při titraci odměřeného nebo naváženého zkušební vzorku,
- b odpipetované nebo navážené množství vzorku, v ml nebo g.

### **Statistické zpracování**

Data byla zpracována v programu Microsoft Excel, kde byl vypočítán aritmetický průměr, směrodatná odchylka, variační koeficient, minimum, maximum a dále byl využit pro tvorbu grafů a statistického porovnávání.

Všechny deskriptory kromě uvolňování syrovátky u jogurtů, vzhledu, barvy a názoru spotřebitele u jogurtových pomazánek byly zpracovány za pomoci t-testu, metodou porovnávání založenou na testování rozdílů pomoci rovnosti či nerovnosti rozptylů taktéž v programu Microsoft Excel.

## **5 VÝSLEDKY A DISKUZE**

Tato diplomová práce se zabývala vlivem vlákniny na sensorické vlastnosti fermentovaných mléčných výrobků. První část pokusu byla zaměřena na odzkoušení různých typů vláknin označené 1–12. Jogurty s různými druhy vlákniny byly vyrobeny podle postupu popsaného v metodické části. Po této části byly vybrány dva druhy vlákniny bambusová BAF 40 a pšeničná WFG HS 73, které byly použity na výrobu jogurtů k sensorickému hodnocení. U těchto jogurtů byla provedena i chemická analýza. Třetí částí pokusu byla výroba jogurtových pomazánek z jogurtů s bambusovou a pšeničnou vlákninou, které byly taktéž sensoricky a chemicky analyzovány.

### **5.1.1 Sensorické hodnocení jogurtů s různými druhy vláknin**

Zkoumané vlákniny (1-12) byly přidávány v koncentraci 0,5 % do mléka po pasteraci při teplotě  $\pm 95^{\circ}\text{C}$ . Při této teplotě bylo mléko s vlákninou udržováno po dobu 30 minut, aby došlo k aktivaci vlákniny. Po tomto časovém úseku jsme pozorovali nebo nepozorovali usazeninu vlákniny na dně nádoby (Tab. 7). Mléko s vlákninou se znovu rozmíchalo a nechalo se zchladnout na teplotu  $42^{\circ}\text{C}$ . Takto připravené mléko se zaočkovalo jogurtovou kulturou a proběhla kultivace. Poté byly jogurty zchlazeny a uchovány v lednici. Po 24 hodinách se u jogurtů zkoumala chuť vlákniny v jogurtu a její konzistence (Tab. 8). Všechny pokusy se opakovaly minimálně 2x.



**Tab. 7** Konzistence vlákniny po 30 min aktivaci

1. WF 400 R	na dně usazenina
2. WF 600/30	bez usazeniny
3. WF 600R	na dně usazenina
4. MCA 16A	na dně usazenina
5. MCA 4M	na dně lehká usazenina
6. WF 200	na dně pevná usazenina
7. BAF 40	na dně lehká usazenina
8. HPMCE 4M	bez usazeniny
9. HPMCE K15M	na dně lehká usazenina
10. MCG 591F	na povrchu usazenina – konzistence krupičné kaše
11. MCG611	bez usazeniny
12. WFG HS 73	bez usazeniny

**Tab. 8** Struktura jogurtu po 24h

1. WF 400 R	na povrchu tuk, vláknina viditelně usazená na dně, chuť jemně kyselá, vláknina velmi jemně zrnitá.
2. WF 600/30	na povrchu tuk, vláknina mírně viditelná, usazená na dně nádoby, chuť jemně kyselá, vláknina pískovité povahy, zrnitá, na jazyku vytváří nepříjemně drsný pocit.
3. WF 600R	na povrchu tuk, vláknina mírně viditelná, usazená na dně nádoby, jemně nakyslá chuť, vláknina zrnitá
4. MCA 16A	na povrchu tuk, vláknina viditelně usazená na dně, vláknina měla strukturu mezi pudinkem a velmi hustým bešamelem
5. MCA 4M	na povrchu tuk, vláknina viditelně usazená na dně, kyselá chuť, vláknina konzistencí podobná krupičné kaši
6. WF 200	na povrchu tuk, vláknina viditelně usazená na dně, kyselá chuť, vláknina drsné konzistence
7. BAF 40	na povrchu tuk, vláknina usazená na dně, příjemně kyselá chuť, vláknina velmi jemná – šla by rozmíchat
8. HPMCE 4M	na povrchu tuk, uvolnilo se hodně syrovátky, vláknina usazená na dně, struktura jogurtu potrhaná, chuť nakyslá, vláknina drsná až vosková
9. HPMCE K15M	na povrchu tuk, uvolněné velké množství syrovátky, vláknina usazená na dně, struktura jogurtu potrhaná, chuť nakyslá, vláknina gelovitá až vosková
10. MCG 591F	na povrchu tuk, uvolněné malé množství syrovátky, na dně nádoby jasně viditelná usazenina, chuť nakyslá, vláknina jemně krupičková - šla by rozmíchat
11. MCG611	na povrchu tuk, uvolněné malé množství syrovátky, na dně nádoby jasně viditelná usazenina, chuť nakyslá, vláknina jemná - šla by rozmíchat
12. WFG HS 73	na povrchu tuk, na dně nádoby jemně usazená vláknina, předěl mezi vlákninou a jogurtem není tak zřetelný, příjemně kyselá chuť, vláknina velmi jemná – šlo by rozmíchat

Z výsledků uvedených v tabulkách 7 a 8 je zřejmé, že při inkubaci v termostatu dochází k tomu, že vláknina sedimentuje na dno nádoby. Při výrobě tohoto typu jogurtu s vlákninou by byla lepší výroba tankovou metodou, kdy se po inkubaci výsledný produkt ještě míchá a teprve plní do spotřebitelského obalu. Tímto způsobem by došlo k promíchání vlákniny usazené naspod tanku.

Jako nejvíce vhodná vláknina se ukázala bambusová BAF 40 a pšeničná vláknina pod označením WFG HS 73. Jako nejméně vhodné se ukázaly vzorky vlákniny hydroxypropylmethylcelulosity, které vytvářely v jogurtu voskovitou konzistenci.

### **5.1.2 Senzorické hodnocení jogurtů bez vlákniny a s přidavkem vlákniny**

Na základě zkoumání výše uvedených vláknin byla k podrobnější sensorické analýze vybrána bambusová vláknina BAF 40, která byla na chuť velmi jemná. Jako druhá byla vybrána pšeničná vláknina WFG HS 73, jelikož předěl mezi vlákninou a jogurtem nebyl skoro viditelný, a která byla také v chuti velmi jemná. Vláknina usazená na dně nádoby šla lehce promíchat u obou vzorků.

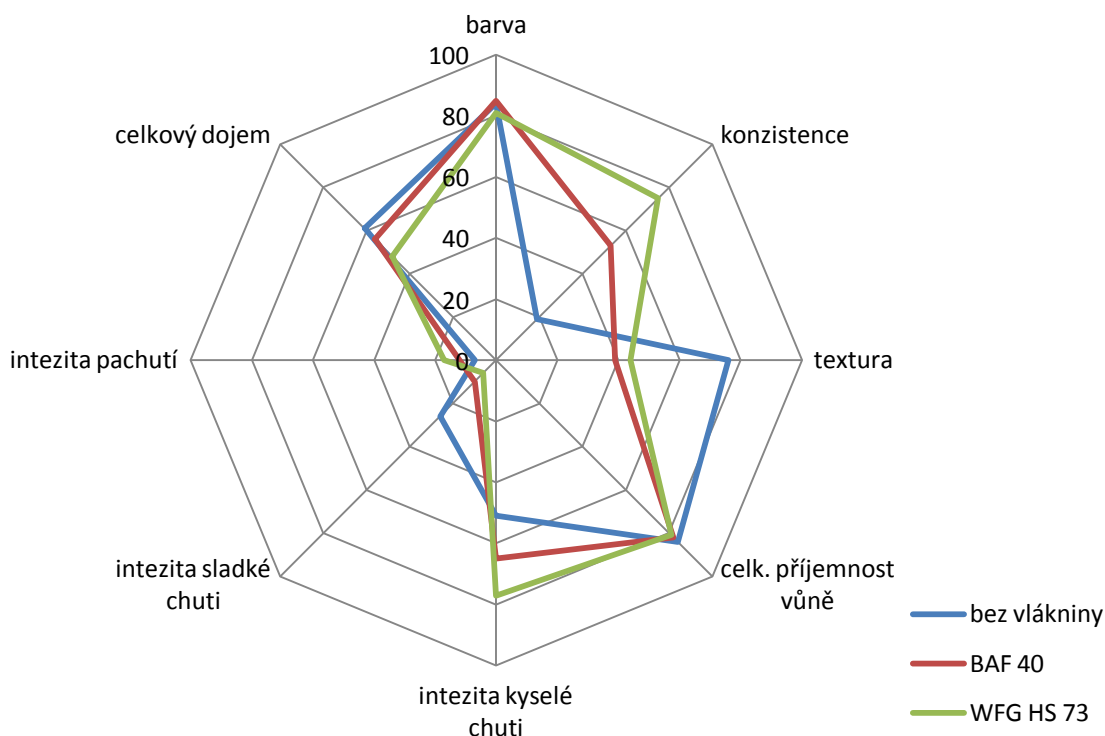
Při výrobě těchto jogurtů byla vláknina přidávána v koncentraci 3 % již do syrového mléka, aby došlo k aktivaci vlákniny během zahřívání a ke zkrácení doby přípravy. Podrobnější postup je popsán v metodické části práce.

Vyrobené jogurty byly hodnoceny sensoricky a chemicky (stanovení sušiny, tuku a titrační kyselosti). Jednotlivé druhy jogurtů byly popsány písmeny:

- A. bez vlákniny
- B. s přidavkem bambusové vlákniny BAF 40
- C. s přidavkem pšeničné vlákniny WFG HS 73

Následující kapitoly se budou zabývat porovnáváním rozdílů u různých deskriptorů mezi jogurty bez přidavku vlákniny a s přidavkem BAF 40 a WFG HS 73. Největší pozornost je věnována deskriptorům konzistence, textury, intenzitě kyselé chuti, intenzitě sladké chuti, intenzity pachutí a celkovému dojmu. Deskriptory byly hodnoceny v sensorickém dotazníku (Příloha 1) na deseticentimetrové nestruturované stupnici, kdy vždy 1 mm udával 1 bod (1 mm = 1 bod).

Na obr. 1 vidíme srovnání senzoričského profilu všech tří vzorků jogurtů, kde největší rozdíl byl zaznamenán u hodnocení konzistence a textury.



**Obr. 1** Srovnání senzoričských profilů jogurtů

### Rozdíl v konzistenci

Deskriptor konzistence je v dotazníku (příloha 1) hodnocen na stupnici, která je vlevo ohraničena popisem řídká a vpravo hustá. Jogurt bez vlákniny byl hodnocen 19 body, to znamená, že konzistence jogurtu byla řídká, ale jogurty s vlákninou vykazovali spíše hustější konzistenci. Vzorek BAF 40 dostal 53 bodů a WFG HS 73 hodnotitelé ohodnotily 75 body (Tab. 17). Je tedy možné, že přídavek vlákniny pomohl k hustější konzistenci.

Statisticky velmi vysoce průkazný rozdíl na hladině významnosti 95 % ( $\alpha < 0,05$ ) existoval mezi vzorky A-B, B-C, A-C. Tyto výsledky jsou uvedeny v tabulce 9.

**Tab. 9** Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtů u deskriptoru konzistence

	Bez vlákniny (A)	BAF 40 (B)	WFG HS 73 (C)
Bez vlákniny (A)	xxx	$2,4255 \cdot 10^{-8}$ ***	$8,0632 \cdot 10^{-13}$ ***
BAF 40 (B)	$2,4255 \cdot 10^{-8}$ ***	xxx	$7,5074 \cdot 10^{-6}$ ***
WFG HS 73 (C)	$8,0632 \cdot 10^{-13}$ ***	$7,5074 \cdot 10^{-6}$ ***	xxx

(P<0,05) statisticky průkazný rozdíl (\*)

(P<0,010) statisticky vysoce průkazný rozdíl (\*\*)

(P<0,001) statisticky velmi vysoce průkazný rozdíl (\*\*\*)

### Rozdíl v textuře

Deskriptor textura je v dotazníku hodnocen na stupnici, která je vlevo ohraničena popisem velmi jemná a vpravo krupičkovitá. Na obr. 1 opět vidíme, že každý vzorek byl hodnocen rozdílně. Jogurt bez vlákniny byl hodnocen 76 body a oba vzorky s vlákninou byly spíše jemnější než jogurt bez přídavku vlákniny. Vzorek s BAF 40 dostal 39 bodů a WFG HS 73 získal 44 bodů (Tab. 17). Krupičkovitost je negativní jev, který ovlivňuje hédonické vnímání jogurtu.

Statisticky velmi vysoce průkazný rozdíl na hladině významnosti 95 % ( $\alpha < 0,05$ ) byl u vzorků A-B a statisticky vysoce průkazný rozdíl u vzorků A-C (Tab. 10).

**Tab. 10** Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtů u deskriptoru textury

	Bez vlákniny (A)	BAF 40 (B)	WFG HS 73 (C)
Bez vlákniny (A)	xxx	0,00034 ***	0,0080 **
BAF 40 (B)	0,00034 ***	xxx	0,65808
WFG HS 73 (C)	0,00805 **	0,65808	xxx

(P<0,05) statisticky průkazný rozdíl (\*)

(P<0,010) statisticky vysoce průkazný rozdíl (\*\*)

(P<0,001) statisticky velmi vysoce průkazný rozdíl (\*\*\*)

### Rozdíl v intenzitě kyselé chuti

Všechny 3 vzorky jogurtů vykazovaly podle hodnotitelů kyselou chuť, která jistě k jogurtu neodmyslitelně patří. Nejvíce kyselý byl podle hodnotitelů vzorek s WFG HS 73, který měl v průměru 77 bodů. Druhý byl vzorek s BAF 40 s 65 body a třetí jogurt bez vlákniny s 51 body (Tab. 17). To, že měl jogurt s WFG HS 73 nejvyšší kyselost bylo potvrzeno i stanovením titrační kyselosti, která byla nejvyšší ze všech tři vzorků (Tab. 32).

Při porovnávání vzorků u deskriptoru intenzity kyselé chuti při hladině pravděpodobnosti 95 % ( $\alpha < 0,05$ ) existoval statisticky velmi vysoce průkazný rozdíl při mezi vzorky A-B, B-C i A-C (Tab. 11).

**Tab. 11** Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtů u deskriptoru kyselé chuti

	Bez vlákniny (A)	BAF 40 (B)	WFG HS 73 (C)
Bez vlákniny (A)	xxx	$1,4589 \cdot 10^{-5}$ ***	$2,3238 \cdot 10^{-9}$ ***
BAF 40 (B)	$1,4589 \cdot 10^{-5}$ ***	xxx	$2,5124 \cdot 10^{-5}$ ***
WFG HS 73 (C)	$2,3238 \cdot 10^{-9}$ ***	$2,5124 \cdot 10^{-5}$ ***	xxx

( $P < 0,05$ ) statisticky průkazný rozdíl (\*)

( $P < 0,010$ ) statisticky vysoce průkazný rozdíl (\*\*)

( $P < 0,001$ ) statisticky velmi vysoce průkazný rozdíl (\*\*\*)

### Rozdíl v intenzitě sladké chuti

Sladká chuť byla ve všech třech jogurtech hodnocena velmi málo body. Jako nejsladší hodnotitelům přišel jogurt bez vlákniny (26 bodů).

Statisticky průkazný rozdíl při hladině pravděpodobnosti 95 % ( $\alpha < 0,05$ ) u deskriptoru intenzity sladké chuti existoval pouze u vzorků A-C (Tab. 12).

**Tab. 12** Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtů u deskriptoru sladké chuti

	Bez vlákniny (A)	BAF 40 (B)	WFG HS 73 (C)
Bez vlákniny (A)	xxx	0,32367	0,01258 *
BAF 40 (B)	0,32367	xxx	0,52390
WFG HS 73 (C)	0,01258 *	0,52390	xxx

(P<0,05) statisticky průkazný rozdíl (\*)

(P<0,010) statisticky vysoce průkazný rozdíl (\*\*)

(P<0,001) statisticky velmi vysoce průkazný rozdíl (\*\*\*)

### Rozdíl v intenzitě pachutí

Deskriptor intenzity pachutí textura je v dotazníku hodnocen na stupnici, která je vlevo ohraničena popisem slabá a vpravo silná. Jogurt bez vlákniny byl hodnocen 7 body, jogurt s BAF 40 12 body s jogurt s WFG HS 73 dostal 17 bodů. Všechny tyto hodnoty se pohybují u hranice žádné až slabé pachuti, u jogurtů s vlákninou hodnotitelé mohli vnímat právě přítomnost vlákniny jako pachutí.

Při porovnávání vzorků u deskriptoru intenzity pachuti neexistoval při hladině pravděpodobnosti 95 % ( $\alpha < 0,05$ ) statisticky průkazný rozdíl (Tab. 13).

**Tab. 13** Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtů u deskriptoru intenzita pachutí

	Bez vlákniny (A)	BAF 40 (B)	WFG HS 73 (C)
Bez vlákniny (A)	xxx	0,30403	0,05474
BAF 40 (B)	0,30403	xxx	0,36978
WFG HS 73 (C)	0,05474	0,36978	xxx

(P<0,05) statisticky průkazný rozdíl (\*)

(P<0,010) statisticky vysoce průkazný rozdíl (\*\*)

(P<0,001) statisticky velmi vysoce průkazný rozdíl (\*\*\*)

### Rozdíl v celkovém dojmu

V hodnocení celkového dojmu nejlépe u hodnotitelů vyšel jogurt bez přídavku vlákniny s 61 body. Celkový dojem u vzorků s vlákninou měla lepší bambusová vláknina (56 bodů) než pšeničná (48 bodů).

Statisticky průkazný rozdíl při hladině pravděpodobnosti 95 % ( $\alpha < 0,05$ ) u deskriptoru celkového dojmu existoval pouze u vzorků A-C (Tab. 14).

**Tab. 14** Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtů u deskriptoru celkový dojem

	Bez vlákniny (A)	BAF 40 (B)	WFG HS 73 (C)
Bez vlákniny (A)	xxx	0,35385	0,03006 *
BAF 40 (B)	0,35385	xxx	0,24570
WFG HS 73 (C)	0,03006 *	0,24570	xxx

( $P < 0,05$ ) statisticky průkazný rozdíl (\*)

( $P < 0,010$ ) statisticky vysoce průkazný rozdíl (\*\*)

( $P < 0,001$ ) statisticky velmi vysoce průkazný rozdíl (\*\*\*)

### Nejvíce shodné senzorní deskriptory

Deskriptory uvolňování syrovátky, příjemnost barvy a celková příjemnost vůně byly hodnotiteli hodnoceny velmi podobně. Uvolňování syrovátky nebylo pozorováno žádným hodnotitelem (Tab. 17). Jak je vidět v tabulce 17, příjemnost barvy i celková příjemnost vůně je hodnocena v rozmezí 81 až 85 bodů.

U statistického porovnávání vzorků při hladině pravděpodobnosti 95 % ( $\alpha < 0,05$ ) u deskriptoru barvy nebyl zjištěn žádný statisticky průkazný rozdíl. Barva u jogurtu bez vlákniny se neliší od barvy jogurtů s vlákninou (Tab. 15). Z těchto výsledků vyplývá, že přídavek vlákniny neovlivňuje barvu ani vůni výsledného produktu.



**Tab. 15** Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtů u deskriptoru barvy

	Bez vlákniny (A)	BAF 40 (B)	WHS 73 (C)
Bez vlákniny (A)	xxx	0,8536	0,5014
BAF 40 (B)	0,8536	xxx	0,4261
WFG HS 73 (C)	0,5014	0,4261	xxx

(P<0,05) statisticky průkazný rozdíl (\*)

(P<0,010) statisticky vysoce průkazný rozdíl (\*\*)

(P<0,001) statisticky velmi vysoce průkazný rozdíl (\*\*\*)

U statistického porovnávání vzorků při hladině pravděpodobnosti 95 % ( $\alpha < 0,05$ ) u deskriptoru celková příjemnost vůně nebyl zjištěn žádný statisticky průkazný rozdíl. Příjemnost vůně u jogurtu bez vlákniny se neliší od vůně jogurtů s vlákninou (Tab. 16).

**Tab. 16** Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtů u deskriptoru celková příjemnost vůně

	Bez vlákniny (A)	BAF 40 (B)	WHS 73 (C)
Bez vlákniny (A)	xxx	0,58326	0,58326
BAF 40 (B)	0,58326	xxx	0,76625
WFG HS 73 (C)	0,58326	0,76625	xxx

(P<0,05) statisticky průkazný rozdíl (\*)

(P<0,010) statisticky vysoce průkazný rozdíl (\*\*)

(P<0,001) statisticky velmi vysoce průkazný rozdíl (\*\*\*)

Všechny průměrné hodnoty vyplývající ze senzorickeho hodnocení hodnotitelů, jsou uvedeny v tabulce 17. Deskriptory byly hodnoceny deseticentimetrové nestrukturované stupnici, kdy vždy 1 mm udával 1 bod (1 mm = 1 bod). Maximální počet bodů, kterého mohlo být dosaženo, je 100 bodů.

**Tab. 17** Průměrné výsledky senzoričkého hodnocení jogurtů

Senzoričké hodnocení		Vzorky jogurtů		
Senzoričké vlastnosti	Rozsah	Bez vlákniny	BAF 40	WFG HS 73
Uvolňování syrovátky	Ano/ne	N	N	N
Příjemnost barvy	Nepříjemná/příjemná	84	85	81
Konzistence	Řídká/hustá	19	53	75
Textura	Velmi jemná/krupičková	76	39	44
Celková příjemnost vůně	Nepříjemná/příjemná	84	82	81
Intenzita kyselé chuti	Slabá/silná	51	65	77
Intenzita sladké chuti	Slabá/silná	26	10	6
Intenzita pachutí	Slabá/silná	7	12	17
Celkový dojem	Nepříjemná/příjemná	61	56	48

N- syrovátka se neuvolňovala

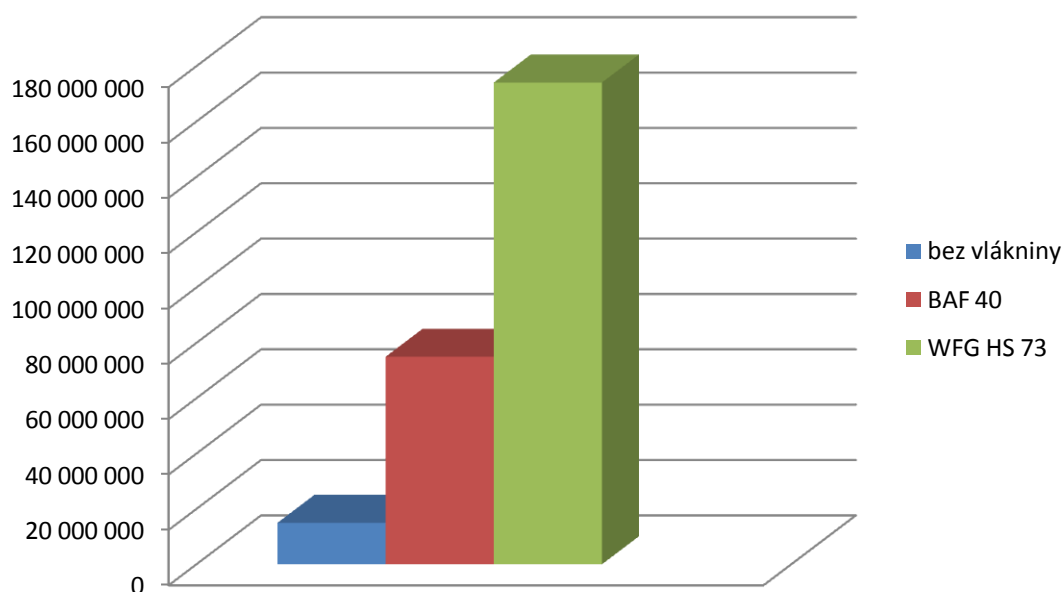
### Doplňující rozbor

U každého vzorku jogurtu (A, B, C) byla stanovena titrační kyselost, které byla u vzorků jogurtů s vlákninami vyšší, než u klasického jogurtu. Hodnoty jsou uvedeny v kapitole 5.1.4. Na základě těchto výsledků byl proveden doplňující mikrobiologický rozbor, který byl zaměřen na zjištění počtu laktobacilů jako probiotických bakterií, které mají příznivý účinek na lidské zdraví.

Mikrobiologický rozbor byl proveden na Ústavu agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin. Počet laktobacilů byl stanoven na živné půdě MRS při teplotě 37 °C 72 hodin anaerobně.

Na obr. 2 je znázorněn počet laktobacilů v jednotlivých vzorcích. Nejvyšší počet laktobacilů na 1g výrobku měl jogurt s pšeničnou vlákninou a to  $17 \cdot 10^7$ . Vzorek

s bambusovou vlákninou obsahoval  $75 \cdot 10^6$ . Klasický jogurt obsahoval  $15 \cdot 10^6$  laktobacilů.



**Obr. 2** Mikrobiologický rozbor jogurtů s vlákninou

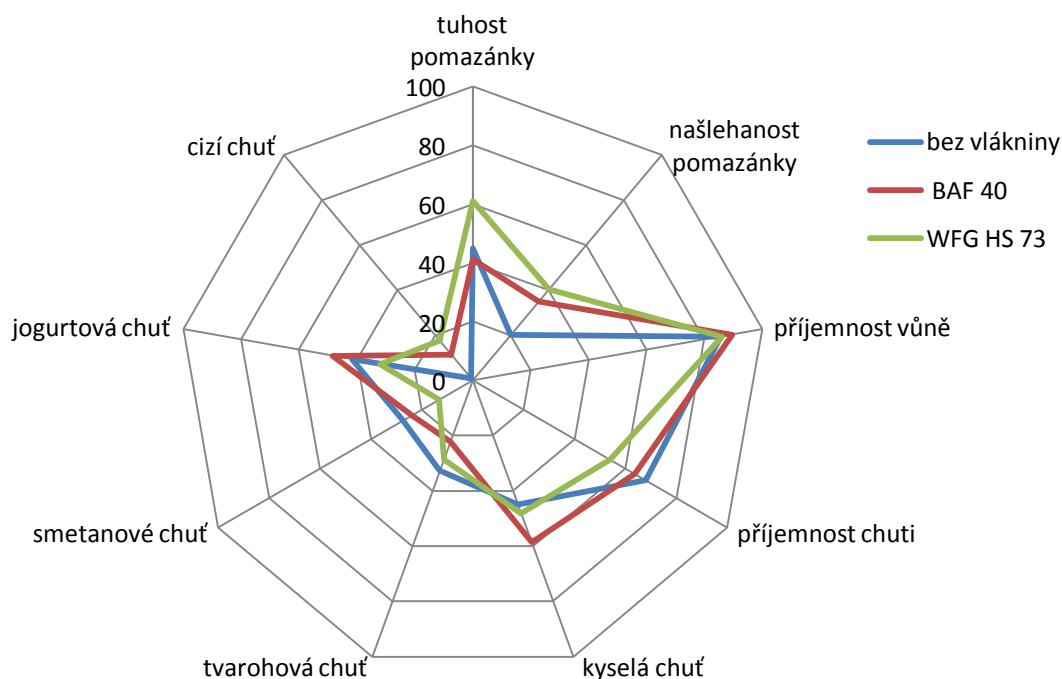
Podle studie Espirita Santa (2012), který zkoumal vliv jablečné a banánové vlákniny v jogurtech na titrační kyselost množství probiotických bakterií (*Lactobacillus acidophilus* a *Bifidobacterium animalis* subsp. *laris*), může ovocná vláknina zvýšit životaschopnost probiotik po dobu trvanlivosti jogurtu.

Například na téma adherence bakterií mléčného kvašení na vlákninu byla již zpracována diplomová práce na Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně. Adheze bakterií je situace, kdy se bakterie pevně přichytí k povrchu prostřednictvím komplexních fyzikálně-chemických interakcí mezi povrchem bakterie a substrátu. Po té dochází k rozmnožování organismů přilnutých k povrchu, které postupně vede k plynulému růstu a tvorbě biofilmu. Tato práce dokazuje přilnavost BMK *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* a *Lactobacillus acidophilus* na vlákninu a to zejména na pšeničnou (Večeřová, 2010).

### 5.1.3 Senzorické hodnocení jogurtových pomazánek bez vlákniny a s přidavkem vlákniny

Po odkapání syrovátky získá jogurt konzistenci podobnou čerstvému sýru, avšak tato konzistence není příliš tuhá a kompaktní. V poslední části pokusu jsme se zaměřili na výrobu jogurtových pomazánek z jogurtů obohacených o vlákninu, která by mohla ovlivnit reologické a sensorické vlastnosti pomazánky. Na výrobu byly použity jogurty s bambusovou a pšeničnou vlákninou. Podrobnější postup je uveden v metodické části. Jogurtové pomazánky byly podrobeny sensorickému hodnocení a chemické analýze.

Senzorický profil všech tří vzorků (Obr. 3), určený z průměrných výsledků hodnotitelů, (Tab. 27), má na první pohled podobný tvar, ovšem jsou zde rozdíly v tuhosti a našlehanosti pomazánky a dále jsou zde rozdíly u jednotlivých chutí.

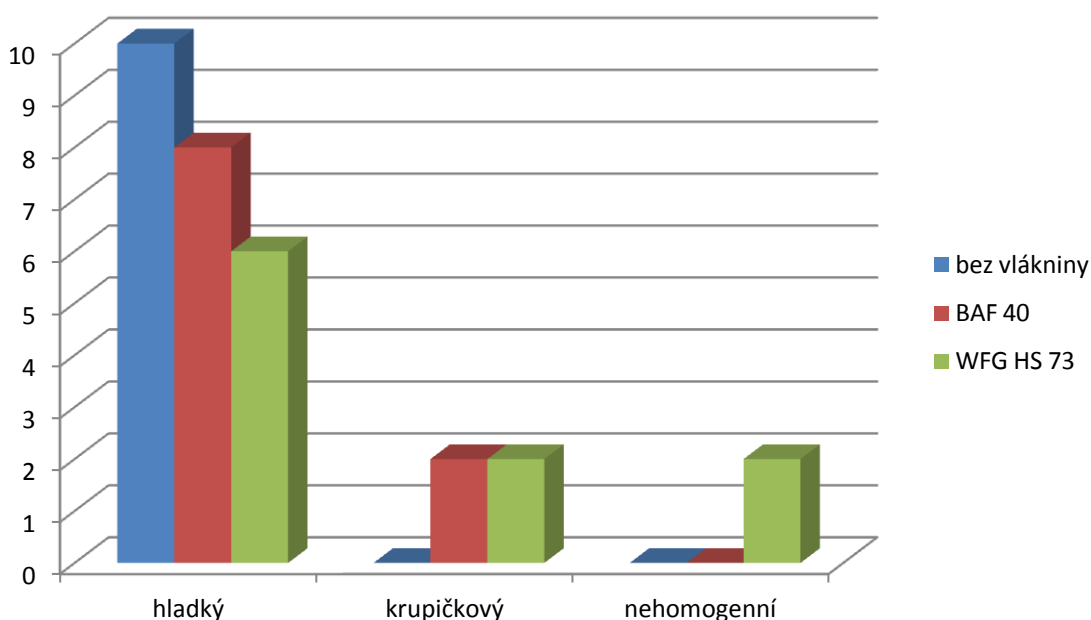


**Obr. 3** Senzorický profil jogurtových pomazánek

## Hodnocení vzhledu a barvy

U hodnocení vzhledu a barvy byl kontrolní vzorek bez vlákniny hodnocen všemi hodnotiteli jako hladký a bílý. U jogurtu s bambusovou vlákninou uvedlo z celkových deseti celkem osm hodnotitelů, že jogurt je hladký a pouze dva jej hodnotili jako krupičkový (Obr. 4).

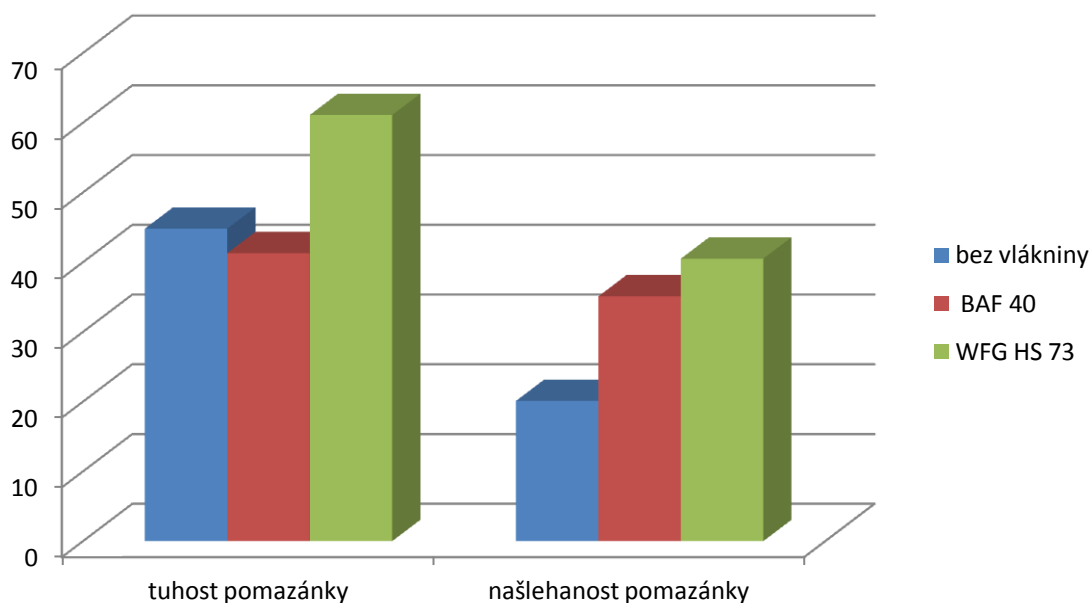
Barvu jogurtu s bambusovou vlákninou všichni hodnotili jako bílou. Vzorek s pšeničnou vlákninou byl šesti hodnotiteli hodnocen jako hladký, dvěma jako krupičkový a dalším dvou jako nehomogenní. Barva byla taktéž všemi hodnocena jako bílá. Ani zde přidání vlákniny neovlivnilo barvu produktu.



**Obr. 4** Hodnocení vzhledu jogurtových pomazánek

## Rozdíl v texturních vlastnostech – tuhost a našlehanost pomazánky

Nejvyšší tuhost i našlehanost byla hodnocena u vzorku s pšeničnou vlákninou. Podobně s tuhostí na tom byly vzorky bez vlákniny a s bambusovou vlákninou. Nejméně našlehaný přišel hodnotitelům vzorek bez vlákniny (Obr. 5).



**Obr. 5** Texturní vlastnosti jogurtových pomazánek

Při porovnávání vzorků při hladině pravděpodobnosti 95 % ( $\alpha < 0,05$ ) u deskriptoru tuhosti existoval statisticky průkazný rozdíl mezi vzorky A-C a B-C (Tab. 18).

**Tab. 18** Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtových pomazánek u deskriptoru tuhosti

	Bez vlákniny (A)	BAF 40 (B)	WHS 73 (C)
Bez vlákniny (A)	xxx	0,63042	0,02598 *
BAF 40 (B)	0,63042	xxx	0,01225 *
WFG HS 73 (C)	0,02598 *	0,01225 *	xxx

( $P < 0,05$ ) statisticky průkazný rozdíl (\*)

( $P < 0,010$ ) statisticky vysoce průkazný rozdíl (\*\*)

( $P < 0,001$ ) statisticky velmi vysoce průkazný rozdíl (\*\*\*)

U statistického porovnávání vzorků při hladině pravděpodobnosti 95 % ( $\alpha < 0,05$ ) u deskriptoru našlehanosti existoval statisticky průkazný rozdíl mezi vorky A-B. Statisticky vysoce průkazný rozdíl pak existoval mezi vzorky A-C (Tab. 19).

**Tab. 19** Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtových pomazánek u deskriptoru našlehanosti

	Bez vlákniny (A)	BAF 40 (B)	WHS 73 (C)
Bez vlákniny (A)	xxx	0,01991 *	0,00452 **
BAF 40 (B)	0,01991 *	xxx	0,44839
WFG HS 73 (C)	0,00452 **	0,44839	xxx

(P<0,05) statisticky průkazný rozdíl (\*)

(P<0,010) statisticky vysoce průkazný rozdíl (\*\*)

(P<0,001) statisticky velmi vysoce průkazný rozdíl (\*\*\*)

### Rozdíl v příjemnosti vůně

U všech třech vzorků jogurtových pomazánek hodnotili hodnotitelé celkovou vůni jako příjemnou (Tab. 27).

U statistického porovnávání vzorků při hladině pravděpodobnosti 95 % ( $\alpha < 0,05$ ) u deskriptoru celková příjemnost vůně nebyl zjištěn žádný statisticky průkazný rozdíl (Tab. 20). Příjemnost vůně u jogurtové pomazánky bez vlákniny se neliší od vůně jogurtových pomazánek s vlákninou. Z těchto výsledků vyplývá, že přídavek vlákniny neovlivňuje vůni výsledného produktu.

**Tab. 20** Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtových pomazánek u deskriptoru příjemnosti vůně

	Bez vlákniny (A)	BAF 40 (B)	WHS 73 (C)
Bez vlákniny (A)	xxx	0,70702	0,95155
BAF 40 (B)	0,70702	xxx	0,63394
WFG HS 73 (C)	0,95155	0,63394	xxx

(P<0,05) statisticky průkazný rozdíl (\*)

(P<0,010) statisticky vysoce průkazný rozdíl (\*\*)

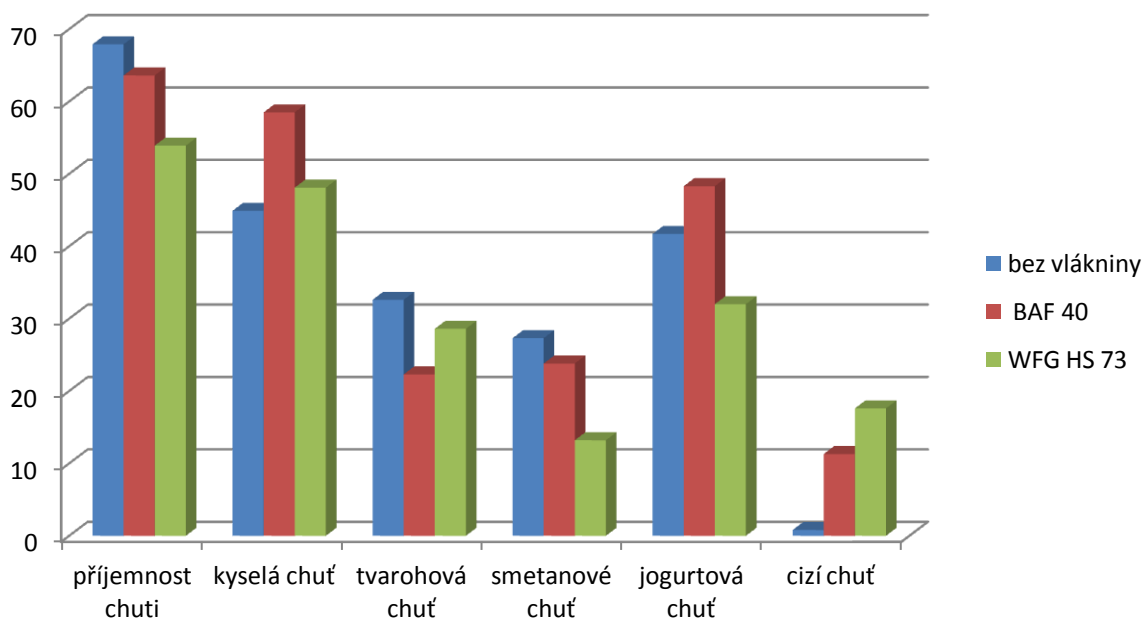
(P<0,001) statisticky velmi vysoce průkazný rozdíl (\*\*\*)

## Rozdíl v chuťových deskriptorech

Při hodnocení celkové příjemnosti chuti nejvíce hodnotitelům chutnala jogurtová pomazánka bez vlákniny (68 bodů). O něco málo měla v průměru jogurtová pomazánka s bambusovou vlákninou (64 bodů).

Nejvíce kyselou chuť měl vzorek s BAF 40. Tuto kyselost potvrdilo i titrační stanovení kyselosti. Tvarohová chuť byla nejvýraznější u vzorku bez vlákniny a nejméně výrazná u vzorku s bambusovou vlákninou. Smetanová chuť byla hodnocena u vzorku bez vlákniny (27 bodů) velmi podobně jako u vzorku s bambusovou vlákninou (24 bodů). Intenzita smetanové chuti u vzorku s pšeničnou vlákninou byla nejméně výrazná (13 bodů). Nejvyšší intenzitu jogurtové chuti měl vzorek s bambusovou vlákninou, nejmenší pak vzorek s pšeničnou vlákninou. Cizí chuť byla také jako u hodnocení jogurtů nejvyšší u vzorku s WFG HS 73.

Na obr. 6 je viditelné, že převažovala kyselá a jogurtová chuť nad smetanovou a tvarohovou chutí.



**Obr. 6** Hodnocení chuťových deskriptorů jogurtových pomazánek



U statistického porovnávání vzorků při hladině pravděpodobnosti 95 % ( $\alpha < 0,05$ ) u deskriptoru příjemnosti chuti nebyl zjištěn žádný statisticky průkazný rozdíl (Tab. 21).

**Tab. 21** Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtových pomazánek u deskriptoru příjemnosti chuti

	Bez vlákniny (A)	BAF 40 (B)	WHS 73 (C)
Bez vlákniny (A)	xxx	0,66503	0,05638
BAF 40 (B)	0,66503	xxx	0,18630
WFG HS 73 (C)	0,05638	0,18630	xxx

( $P < 0,05$ ) statisticky průkazný rozdíl (\*)

( $P < 0,010$ ) statisticky vysoce průkazný rozdíl (\*\*)

( $P < 0,001$ ) statisticky velmi vysoce průkazný rozdíl (\*\*\*)

Při statistickém porovnávání vzorků při hladině pravděpodobnosti 95 % ( $\alpha < 0,05$ ) u deskriptorů kyselé chuti, tvarové chuti a smetanové chuti u jogurtových pomazánek neexistoval žádný statisticky průkazný rozdíl (Tab. 22, 23, 24).

**Tab. 22** Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtových pomazánek u deskriptoru kyselé chuti

	Bez vlákniny (A)	BAF 40 (B)	WHS 73 (C)
Bez vlákniny (A)	xxx	0,11839	0,70425
BAF 40 (B)	0,11839	xxx	0,26858
WFG HS 73 (C)	0,70425	0,26858	xxx

( $P < 0,05$ ) statisticky průkazný rozdíl (\*)

( $P < 0,010$ ) statisticky vysoce průkazný rozdíl (\*\*)

( $P < 0,001$ ) statisticky velmi vysoce průkazný rozdíl (\*\*\*)

**Tab. 23** Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtových pomazánek u deskriptoru tvarohové chuti

	Bez vlákniny (A)	BAF 40 (B)	WHS 73 (C)
Bez vlákniny (A)	xxx	0,14006	0,60572
BAF 40 (B)	0,14006	xxx	0,34932
WFG HS 73 (C)	0,60572	0,34932	xxx

(P<0,05) statisticky průkazný rozdíl (\*)

(P<0,010) statisticky vysoce průkazný rozdíl (\*\*)

(P<0,001) statisticky velmi vysoce průkazný rozdíl (\*\*\*)

**Tab. 24** Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtových pomazánek u deskriptoru smetanové chuti

	Bez vlákniny (A)	BAF 40 (B)	WHS 73 (C)
Bez vlákniny (A)	xxx	0,65924	0,12904
BAF 40 (B)	0,65924	xxx	0,12052
WFG HS 73 (C)	0,12904	0,12052	xxx

(P<0,05) statisticky průkazný rozdíl (\*)

(P<0,010) statisticky vysoce průkazný rozdíl (\*\*)

(P<0,001) statisticky velmi vysoce průkazný rozdíl (\*\*\*)

U statistického porovnávání vzorků při hladině pravděpodobnosti 95 % ( $\alpha < 0,05$ ) u deskriptoru jogurtové chuti existoval statisticky průkazný rozdíl mezi vorky B-C (Tab. 25). Statisticky průkazný rozdíl existoval i u deskriptoru cizí chutě mezi vzorky A-B a A-C (Tab. 26).

**Tab. 25** Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtových pomazánek u deskriptoru jogurtové chuti

	Bez vlákniny (A)	BAF 40 (B)	WHS 73 (C)
Bez vlákniny (A)	xxx	0,25502	0,08428
BAF 40 (B)	0,25502	xxx	0,02734 *
WFG HS 73 (C)	0,08428	0,02734 *	xxx

(P<0,05) statisticky průkazný rozdíl (\*)

(P<0,010) statisticky vysoce průkazný rozdíl (\*\*)

(P<0,001) statisticky velmi vysoce průkazný rozdíl (\*\*\*)

**Tab. 26** Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtových pomazánek u deskriptoru cizí chuti

	Bez vlákniny (A)	BAF 40 (B)	WHS 73 (C)
Bez vlákniny (A)	xxx	0,01671 *	0,01218 *
BAF 40 (B)	0,01671 *	xxx	0,33032
WFG HS 73 (C)	0,01218 *	0,33032	xxx

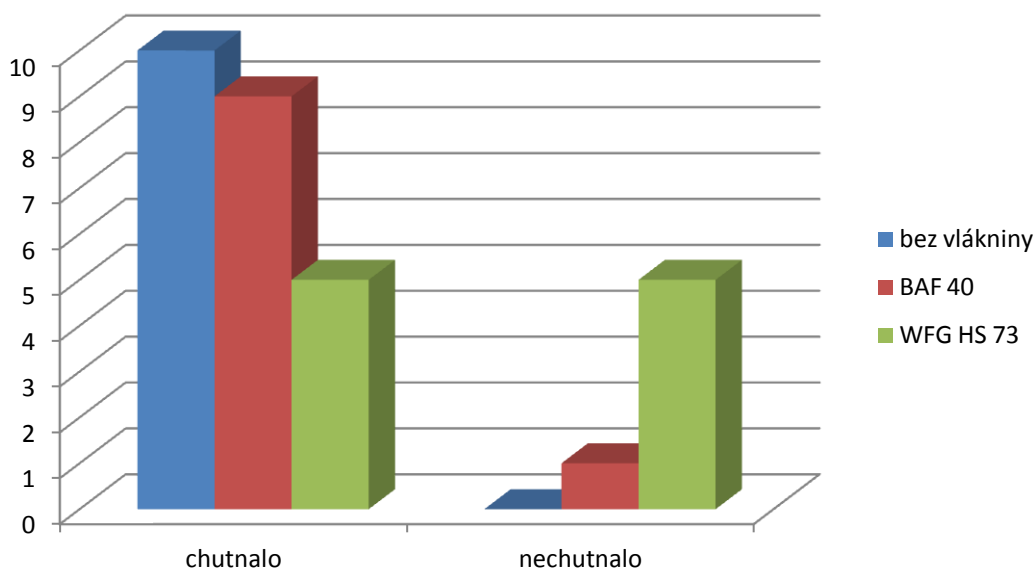
(P<0,05) statisticky průkazný rozdíl (\*)

(P<0,010) statisticky vysoce průkazný rozdíl (\*\*)

(P<0,001) statisticky velmi vysoce průkazný rozdíl (\*\*\*)

### Jak hodnotitelům vzorek chutnal

Nejvíce hodnotitelům chutnala jogurtová pomazánka bez vlákniny, a to všem hodnotitelům. Devíti z deseti hodnotitelů chutnal i vzorek s BAF 40. Polovině hodnotitelům chutnal vzorek s WFG HS 73, druhé polovině hodnotitelů ne (Obr. 7).



**Obr. 7** Názor hodnotitelů

**Tab. 27** Průměrné výsledky sensorického hodnocení jogurtových pomazánek

Sensorické vlastnosti	Sensorické Rozsah	Vzorky jogurtových pomazánek		
		Bez vlákniny	BAF 40	WFG HS 73
Tuhost pomazánky	Extrémně měkká/ extrémně tuhá	45	41	61
Našlehanost pomazánky	Kompaktní/velké nepravidelné bubliny	20	35	41
Celková příjemnost vůně	Nepříjemná/velmi příjemná	86	90	86
Celková příjemnost chuti	Nepříjemná/velmi příjemná	68	64	54
Intenzita kyselé chuti	Neznatelná/velmi intenzivní	45	58	48
Intenzita tvarohové chuti	Neznatelná/velmi intenzivní	33	22	29
Intenzita smetanové chuti	Neznatelná/velmi intenzivní	27	24	13
Intenzita jogurtové chuti	Neznatelná/velmi intenzivní	42	48	32
Intenzita cizí chuti	Neznatelná/velmi intenzivní	1	11	18

#### 5.1.4 Chemická analýza jogurtů a jogurtových pomazánek

Následující tabulky ukazují hodnoty stanovení tuku, sušiny a titrační kyselosti u jogurtů a jogurtových pomazánek

##### Obsah tuku

U všech tří vzorků jogurtů se obsah tuku pohyboval od 3,25 % do 3,39 %. U jogurtových pomazánek s vlákninou byl obsah tuku 7 %. Vzorek bez vlákniny obsahoval o 2 % tuku více. Při výrobě jogurtů se pracovalo s nehomogenním mlékem, které bylo před použitím vždy promícháno, aby došlo k rovnoměrnému rozmíchání tuku. Je tedy pravděpodobné, že v každém vzorku jogurtu se průměrný obsah tuku trochu lišil.

**Tab. 28** Průměrný obsah tuku jogurtů

Vzorek	Obsah tuku %
Bez vlákniny	3,37
BAF 40	3,39
WFG HS 73	3,25

**Tab. 29** Průměrný obsah tuku jogurtových pomazánek

Vzorek	Obsah tuku %
Bez vlákniny	9,0
BAF 40	7,0
WFG HS 73	7,0

##### Obsah sušiny

Jogurty s bambusovou pšeničnou vlákninou obsahovali v průměru o 2 % více sušiny než jogurt bez vlákniny. Je logické, že při přidání vlákniny dojde k zvýšení sušiny (Tab. 30). U jogurtových pomazánek, vyrobené odkapem syrovátky, byla sušina nejvyšší u vzorku s bambusovou vlákninou. U tohoto vzorku odkapalo 475 ml syrovátky. U jogurtové pomazánky bez vlákniny a s pšeničnou vlákninou byla sušina o 2 % menší (Tab. 31). Odkap syrovátky u vzorku bez vlákniny byl 420 ml a u vzorku s pšeničnou vlákninou 375 ml. Více vody zadržela pšeničná vláknina než bambusová.

**Tab. 30** Obsah sušiny jogurtů

Vzorek	Obsah sušiny %
Bez vlákniny	12,5548
BAF 40	14,4029
WFG HS 73	14,5069

**Tab. 31** Obsah sušiny jogurtových pomazánek

Vzorek	Obsah sušiny %
Bez vlákniny	24,9061
BAF 40	26,2235
WFG HS 73	24,4837

**Titrační kyselost**

Nejvyšší titrační kyselost měl podle výsledků chemické analýzy jogurt s pšeničnou vlákninou, naopak nejnižší titrační kyselost měl jogurt bez vlákniny. Tyto výsledky potvrdila i senzorická analýza, kdy se vzorek s pšeničnou vlákninou přišel hodnotitelům nejkyselejší (Tab. 32). Vzorek jogurtů s pšeničnou vlákninou měl i nejvyšší obsah laktobacilů.

Jogurt vyrobený klasickou metodou by na konci fermentace měl dosahovat titrační kyselosti kolem 60 – 65 °SH (Kalhotka et al., 2009). Námi vyrobené jogurty nedosahovaly takových hodnot. Jogurty v tržní síti ovšem mívají titrační kyselost kolem hodnoty 45 °SH, jelikož spotřebitelé upřednostňují méně kyselé jogurty.

Nejvyšší titrační kyselost u jogurtových pomazánek měl vzorek s bambusovou vlákninou. Nejnižší hodnotu měl stejně jako u jogurtů vzorek bez vlákniny (Tab. 33).

**Tab. 32** Titrační kyselosti jogurtů

Vzorek	SH °
Bez vlákniny	34,76
BAF 40	39,99
WFG HS 73	45,86

**Tab. 33** Titrační kyselosti jogurtových pomazánek

Vzorek	SH °
Bez vlákniny	55,49
BAF 40	63,87
WFG HS 73	57,59

Potravinářský průmysl využívá fyzikálně-chemických vlastností vlákniny pro zlepšení viskozity, textury, smyslových vlastností a trvanlivosti svých výrobků. Pšeničná vláknina je hojně využívána v pekařském průmyslu (Elleuch, 2011). Vláknina je obecně v mlékárenském průmyslu méně využívána, než je tomu v jiných potravinářských odvětvích. Nejrozšířenějším druhem vlákniny, která se přidává do mléčných výrobků, je velmi často např. inulin pro své příznivé účinky na zdraví člověka a různé technologické využití. Inulin má prebiotické vlastnosti, jelikož zvyšuje počet bifidobacterií, které pozitivně ovlivňují fyziologické účinky, ke kterým patří zvýšení pocitu nasycení s možnými pozitivními účinky pro regulaci tělesné hmoty, potenciální dopad na zvýšení odolnosti vůči infekcím nebo stimulace imunitního systému. Z technologického hlediska je inulin využíván jako náhražka cukru, tuku a modifikátor textury. V nízkotučných mléčných výrobcích přídavek inulinu přispívá ke zlepšení pocitu v ústech. Dále bylo zjištěno, že inulin zvyšuje u nízkotučných jogurtů krémovitost. Tento efekt byl vyzkoušen i u nízkotučných sýrů (Meyer, 2011).

Dello Stefalo et al. (2004) studovali vliv různých vláknin (z jablek, pšenice, bambusu a inulinu), v koncentraci 1,3%, vztaženo na reologické a senzorické vlastnosti jogurtů. V jogurtech obohacených o pšeničnou, bambusovou, jablečnou vlákninu a inulin nebyla ani po 21 dnech skladování při teplotě 4 °C uvolněna syrovátka. Také aktivita vody, pH a barevné parametry byly stabilní s dobou skladování. Instrumentální reologické parametry (zdánlivá viskozita, maximální komprese síly a dynamické oscilační parametry), dokazovaly, že typ vlákna a doba uchovávání jsou významnými faktory. Nicméně, při senzorické analýze nebyl zjištěn rozdíl mezi pšeničnou, bambusovou vlákninou, inulinem a kontrolním jogurtem. Největší rozdíl byl zaznamenán mezi kontrolním vzorkem a vzorkem s jablečnou vlákninou, který měl nahnědlou barvu, a bylo by nutné přidávání aromatických složek, aby odpovídal preferencím spotřebitelů. Autoři se domnívají, že přídavek 1,3 % vlákniny se jeví jako slibné zvýšení příjmu vlákniny.

Vedlejší produkty bohaté na vlákninu mohou být a bývají zařazeny do potravinářských výrobků jako levná, nekalorická objemová činidla pro částečné nahrazení mouky, tuku nebo cukru, dále k zadržování vody, nebo ke zlepšení emulze či oxidační stability. Nicméně procento vlákniny může v konečném použití způsobit negativní změnu barvy a textury potravin (Elleuch, 2011).

Tato práce ukázala, že bambusová a pšeničná vláknina neovlivnila barvu ani vůni hotového jogurtu a podpořila zlepšení konzistence, tuhosti a zvýraznila jeho kyselou

chuť. V celkovém dojmu ale stále více chutnal klasický jogurt bez vlákniny. Přídavek vlákniny ve vyšší koncentraci než 3 % by nemusela spotřebitelů vyhovovat, jelikož by došlo k většímu ovlivnění chuťových vlastností. Používání vlákniny v mlékařství má jistě svou budoucnost.



## 6 ZÁVĚR

Tato práce se zabývala vlivem vlákniny na sensorické vlastnosti fermentovaných mléčných výrobků. Cílem experimentální části bylo nalézt vhodnou vlákninu a sestavit recepturu na výrobu mléčného jogurtového produktu s vlákninou.

V první části pokusu byl zkoumán vliv 12 různých druhů vláknin na reologické a sensorické vlastnosti jogurtů. Jako nejvíce vhodná se ukázala bambusová (BAF 40) a pšeničná (WFG HS 73) vláknina. Nejméně vhodné se ukázaly vzorky vlákniny hydroxypropylmethylcelulosity, které vytvářely v jogurtu voskovitou konzistenci.

Následně byla použita bambusová a pšeničná vláknina na výrobu jogurtů, u kterých byla opět posuzována sensorická kvalita. Jogurty byly vyrobeny metodou „set type“ tedy metodou s nerozmíchaným koagulátem a zráním ve sklenici. Vláknina byla přidávána do mléka před pasterací o koncentraci 3 %.

V poslední části pokusu jsme se zaměřili na výrobu jogurtových pomazánek z jogurtů obohacených o vlákninu, která by mohla pozitivně ovlivnit reologické a sensorické vlastnosti pomazánky. Na výrobu byly použity jogurty s bambusovou a pšeničnou vlákninou, do kterých byla přidána sůl a z takto připravené směsi se nechala odkapat syrovátka do druhé dne. Jogurtové pomazánky byly podrobeny sensorickému hodnocení a chemické analýze.

Vytvořené sensorické dotazníky sloužily v této práci jako podklad pro vyhodnocení jogurtů a jogurtových pomazánek s přísadkou bambusové a pšeničné vlákniny. Hodnotitelé hodnotili vždy 3 vzorky jogurtů a 3 vzorky jogurtových pomazánek, kdy vždy jeden z nich byl kontrolní vzorek neobsahující vlákninu. Hodnotitelé u jogurtu hodnotili 9 deskriptorů, u jogurtové pomazánky 12.

Z výsledků této práce vyplývá, že přísadka vlákniny neovlivňoval barvu ani vůni hotového jogurtu. Hodnotiteli nebylo zaznamenáno uvolňování syrovátky u žádného ze vzorků. Výsledky statistické analýzy ukázaly, že vzorky jogurtů se mezi sebou liší v konzistenci. Kontrolní vzorek bez vlákniny byl hodnocen jako řídký, za to oba vzorky s vlákninou měly hustější konzistenci. Přísadka vlákniny pomohl ke kompaktnější konzistenci. Textura u kontrolního vzorku jogurtu bez vlákniny se lišila od jogurtů s vlákninou, které byly hodnoceny jako jemné, naopak kontrolní vzorek přišel hodnotitelům krupičkový. Největší intenzita kyselé chuti byla hodnotiteli zaznamenána u jogurtu s pšeničnou vlákninou, nejméně kyselý byl kontrolní vzorek. Intenzita sladké chuti byla hodnocena v opačném směru. Statisticky bylo prokázáno, že existuje rozdíl

v intenzitě sladké chuti mezi kontrolním vzorkem a vzorkem s pšeničnou vlákninou. Intenzita pachuti byla nejvíce hodnotiteli vnímána u jogurtu s pšeničnou vlákninou. Celkově bylo ale vnímání cizích chutí u jogurtu nevýznamné. Vhodnějším způsobem by možná bylo vlákninu přidávat do ovocných jogurtů, kde by ovocná složka více zamaskovala přítomnost vlákniny. Nejlepší celkový dojem měl kontrolní vzorek, ze vzorků s vlákninami na tom byl lépe jogurt s bambusovou vlákninou.

U jogurtových pomazánek také nebyla barva ani vůně ovlivněna vlákninou. Jogurtové pomazánky byly hodnoceny jako hladké, ovšem vzorek s bambusovou vlákninou byl dvakrát hodnocen jako krupičkový a vzorek s pšeničnou vlákninou dvakrát jako krupičkový a dvakrát jako nehomogenní. Z pohledu tuhosti byla nejvíce tuhá pomazánka s pšeničnou vlákninou a obě pomazánky s vlákninou přišly hodnotitelům více našlehané. Při hodnocení chuťových deskriptorů u pomazánek byla výraznější kyselejší a jogurtová chuť než tvarohová a smetanová. Statistické výsledky nepotvrdili existenci rozdílu u jednotlivých chuťových deskriptorů. Pouze u deskriptoru intenzity jogurtové chuti existoval statisticky rozdíl v jogurtové chuti mezi kontrolním vzorkem a vzorkem s bambusovou vlákninou a kontrolním vzorkem a vzorkem s pšeničnou vlákninou. Nejvíce příjemnou chuť měl kontrolní vzorek jogurtových pomazánek bez vlákniny. Ze vzorků pomazánek s vlákninou o něco více chutnal vzorek s bambusovou vlákninou. Statisticky průkazné byly cizí chutě u jogurtových pomazánek.

Obsah sušiny se u jogurtů s přídavkem vlákniny zvýšil. U jogurtových pomazánek s vlákninou nebylo zvýšení sušiny nijak významné, jelikož při jejich výrobě docházelo k odkapu různého množství syrovátky. Obsah tuku u jogurtů odpovídal tučnosti mléka, ze kterého bylo vyrobeno. Titrační kyselost byla vyšší u jogurtů s přídavkem vláknin než u klasického jogurtu. Na základě těchto výsledků byl proveden doplňující mikrobiologický rozbor, který byl zaměřen na zjištění počtu laktobacilů. Nejvyšší počet laktobacilů na 1g výrobku měl jogurt s pšeničnou vlákninou. Je tedy pravděpodobné, že tento typ pšeničné vlákniny podpořil růst laktobacilů, kteří patří do skupiny tzv. probiotických bakterií pozitivně ovlivňující lidské zdraví. Vliv ostatních druhů vláknin na růst bakterií ve fermentovaných mléčných výrobcích by mohl být dalším předmětem zkoumání.

Je obecně známo, že vláknina poskytuje četné zdravotní výhody, avšak údaje z mnoha zemí naznačují, že lidí konzumují málo ovoce, zeleniny, celozrnných výrobků a luštěnin, aby dosáhli požadované denní dávky vlákniny. Při vytváření potravin

obohacených o vlákninu je důležité, aby tyto výrobky byly konzumovány širokou veřejností a na potenciálně významné denní hladině. Mléčné výrobky jako jsou jogurty, jogurtové nápoje, čerstvé sýry by mohly být dobrým prostředníkem pro přidavek vlákniny. Doporučená denní dávka vlákniny se pohybuje v rozmezí od 25-30 g. Konzumací jednoho jogurtu (150 g) s 3 % vlákniny (4,5 g) bychom dosáhli 18 % doporučeného denního příjmu vlákniny, což není zanedbatelné číslo.

Z technologického hlediska je dobré při výrobě jogurtu s vlákninou použít metodu fermentace ve zracím tanku, kdy se po inkubaci výsledný produkt ještě promíchá a teprve plní do spotřebitelského obalu. Tímto způsobem dojde k promíchání vlákniny v celém objemu.

## 7 LITERÁRNÍ PŘEHLED

BERKOVÁ, J. 2010: *Potřebná, ale stále deficitní vláknina*. [cit. 2014-02-11]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=148&ch=13&typ=1&val=99340>

BERKOVÁ J. 2009: *Soudobý pohled na vlákninu*. [cit. 2014-02-11]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=147&ch=13&typ=1&val=88134>

BORDERIÁS, A. J., SANCHEZ. A, PERÉZ-MATEOS M. 2005: New applications of fibres in foods: Addition to fishery products. *Trends in Food Science & Technology* 16 (10): 458–465.

BRENNAN CH. 2005: The potential use of cereal (1-3,1-4)-B-D-glucans as functional food ingredients. *Journal of Cereal Science*, 42 (1): 1-13.

BUŇKA, F., HRABĚ, J., VOSPĚL, B. 2008: *Senzorická analýza potravin I*. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 145 s. ISBN 978-80-7318-628-9.

CHENG, Z., BLACKFORD, J., WANG, Q., YU, L. 2009: Acid treatment to improve psyllium functionality. *Journal of Functional Food*. 1: 44-49.

DELLO-STAFFOLOA, M., BERTOLAA, N., MARTINOA, M., BEVILACQUAA, A: 2004: Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. *International Dairy Journal*. 14 (3):263-268.

ELLEUCH, M., BEDIGIAN, D., ROISEUX, O., BESBES S. & BLECKER Ch. 2011: Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications. *Food Chemistry*. 124 (2): 411-421.

ESPRÍTO-SANTO, A. P. 2012: Fibers from fruit by-products enhance probiotic viability and fatty acid profile and increase CLA content in yoghurts. *International Journal of Food Microbiology*. 154 (3): 135-144.

ESPRÍTO-SANTO, A. P. 2013: Rheology, spontaneous whey separation, microstructure and sensorial characteristics of probiotic yoghurts enriched with passion fruit fiber. *Food Research International*. 50 (1): 224–231.

FORMAN, L. 1996: *Mlékárenská technologie II*. Vysoká škola chemicko-technologická, Praha, 217 s. ISBN 80-708-0250-2.

FOSCHIA, M., PERESSINI D., SESSIDONI, A., BRENNAN, C. 2013: The effects of dietary fibre addition on the quality of common cereal products. *Journal Of Cereal Science*. 58 (2): 216-227.

GAJDŮŠEK, S. 1998: *Mlékařství II*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 135 s. ISBN 80-715-7342-6.

GIBIS, M., SCHUH V., WEISS J. 2015: Effects of carboxymethyl cellulose (CMC) and microcrystalline cellulose (MCC) as fat replacers on the microstructure and sensory characteristics of fried beef patties. *Food Hydrocollids*. 45: 236-246.

GÖRNER, F., VALÍK, L. 2004: *Aplikovaná mikrobiológia požívatin: princípy mikrobiológie požívatin, potravinársky významné mikroorganizmy a ich skupiny, mikrobiológia potravinárskych výrob, ochorenia mikrobiálneho povodu, ktorých zárodky sú prenášané požívatinami*. Malé centrum, Bratislava 528 s. ISBN 80-967-0649-7

HYLMAR, B. 1986: *Výroba kysaných mléčných výrobků*, Praha: SNTL, 1. vydání, 211 s., ISBN 04-812-86.

JAUNDZEIKARE, L., BEITANE, I. 2014: *Comparision of dietary fibre kontent in different fibre source*. [cit. 2014-02-11]. Dostupné z: [http://llufb.llu.lv/conference/foodbalt/2014/FoodBalt\\_Proceedings\\_2014-90-93.pdf](http://llufb.llu.lv/conference/foodbalt/2014/FoodBalt_Proceedings_2014-90-93.pdf)

JONES, J. M. 2014: CODEX-aligned dietary fiber definitions help to bridge the ‘fiber gap’. *Nutrition Journal* [cit. 2014-11-15]. Dostupné z: <http://www.nutritionj.com/content/13/1/34>

JRS RETTENMAIER & SÖHNE [online].[cit. 2015-01-11]. Německý. Dostupný na: [http://www.jrs.de/jrs\\_de/index.php](http://www.jrs.de/jrs_de/index.php)

KADLEC, P., MELZUCH, K., VOLDŘICH, M. 2012: *Přehled tradičních potravinářských výrob: technologie potravin*. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 569 s. ISBN 978-80-7418-145-0.

KALHOTKA, L., ŠUSTOVÁ, K., GÖBEL, T., KVASNIČKOVÁ, B. 2009: The microbiological and sensory qualities of yoghurts and their changes a er of „best before“ date. *Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun. LVII*, No. 5, pp. 167–176.

KOMPRDA, T. 2009: *Výživou ke zdraví*. Velké Bílovice: TeMi CZ, 110 s. ISBN 978-80-87156-41-4.

KOPČOVÁ, O. 2006: *Trendy ve zpracování s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům*. [cit. 2015-02-09]. Dostupné z: [http://www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/File/Kopov\\_Cerelie%20web.pdf](http://www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/File/Kopov_Cerelie%20web.pdf)

KOVAČIKOVA, E., VOJTAŠŠÁKOVÁ, A. 2005: *Vláknina potravy*. [cit. 2014-02-11]. Dostupné z: <http://www.vup.sk/index.php?start&mainID=3&navID=43> 30.10

LITOPOULOU-TZANETAKI, E., TZANETAKIS, N. 2014: *Encyclopedia of Food Microbiology* (Second Edition), 884-894s. ISBN: 978-0-12-384730-0.

LONDONO, D., GILISSEN J. W. J., VISSER R., SMULDERS M., HAMER R. 2015: Understanding the role of oat b-glucan in oat-based dough systém. *Journal of Cereal Science*, 62: 1-7.

MEYER, D., BAYARRI, S., TÁREGGA, A., COSTELL, E. 2011: Inulin as texture modifier in dairy products. *Food hydrocolloids*, 25 (8): 1881-1890.

MCGUIRE, M., BEERMAN, K. 2013: *Nutritional sciences: from fundamentals to food*. 3rd ed. Belmont: Wadsworth, 647 s. ISBN 978-0-8400-5839-3.

NSABIMANA, C., JIANG B., KOSSAH H. 2005: Manufacturing, properties and shelf life of labneh: a review. *International Journal of Dairy Technology*. 58 (3): 129-137.

PERLÍN, C. 2007: *Průzkum příjmu vlákniny v České republice*. [cit. 2015-01-06]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/service.asp?act=print&val=64138>

RAYMUNDOA, A., FRANDINHOB, P., NUNESA, C., M. 2014: Effect of Psyllium fibre content on the textural and rheological characteristics of biscuit and biscuit dough. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 3 (2): 96-105.

SAJILATA, M. G., SINGHAL, R. S. 2006: Resistant starch – a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 5: 1-17.

SIMONELIENE, A., TRECIOKIENE, E., LUKOSIUNAITE, G., VYSNIAUSKAS, G., KASPARAVICIUTE, E. 2014: *Rheology, technological and sensory characteristics of fortified drink products with fiber*. [cit. 2014-02-11]. Dostupné z: [http://lufb.llu.lv/conference/foodbalt/2014/FoodBalt\\_Proceedings\\_2014-294-297.pdf](http://lufb.llu.lv/conference/foodbalt/2014/FoodBalt_Proceedings_2014-294-297.pdf)

SUDHA, M. L., BASKARANB,V., LEELAVATHIA, K. 2007: Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. *Food Chemistry*. 104 (2): 686–692.

SUKOVÁ, I. 2008: *Nová definice vlákniny ve směrnici ES*. [cit. 2014-02-11]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/service.asp?act=email&val=85739>

SUKOVÁ, I. 2009: *Vliv prebiotické vlákniny na vlastnosti jogurtů*. [cit. 2014-04-05]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=163&ch=13&typ=1&val=90138>

SMĚRNICE KOMISE 2008/100/ES [cit. 2014-02-15]. Dostupné z: [http://web.vscht.cz/~kocourev/files/Dir\\_100-08\\_nutricni\\_hodnoty.pdf](http://web.vscht.cz/~kocourev/files/Dir_100-08_nutricni_hodnoty.pdf)

ŠUSTOVÁ, K., SÝKORA V. 2013 *Mlékárenské technologie*. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 223 s. ISBN 978-80-7375-704-5.

TAMINE, A. Y., ROBINSON, R. K. 1999: *Yoghurt Science and Technology*, Woodhead Publishing Ltd 2. vydání, 636 s., ISBN 0-8493-1785-1.

TAMINE., A. Y. 2006: *Fermented Milks*, Blackwell Publishing, 1. vydání, 280 s., ISBN-10: 0-632-06458-7.

VEČEŘOVÁ, K. 2010: *Adherence bakterií mléčného kvašení na vlákninu*. Diplomová práce. UTB Zlín, 65 s.

VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ J. 2009: *Chemie potravin 1*. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 580 s. ISBN 978-80-86659-17-6.

VITAGLIONE, P., NAPOLITANO A., FOGLIANO, V. 2008: Cereal dietary fibre: a natural functional ingredient to deliver phenolic compounds into the gut. *Trends in Food Science & Technology* 19: 451-463.

VLKOVÁ, E., RADA, V., KILLER, J. 2009: *Potravinářská mikrobiologie*, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2. vydání, 168 s., ISBN 978-80-213-1988-2.

VRÁNOVÁ, D. 2012: *Definice vlákniny a její význam pro naše zdraví*. [cit. 2014-02-15]. Dostupné z: <http://www.chempoint.cz/definice-vlakniny-a-jeji-vyznam-pro-nase-zdravi>

VYHLÁŠKA č. 77/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje, v pozdějším znění.

WALSTRA, P., Jan T WOUTERS, J. T., GEURTS, T. 2006: *Dairy science and technology*. 2nd ed. Boca Raton: CRC/Taylor & Francis, 782 s. ISBN 978-0-8247-2763-5.

XIAO GUANG YAN, RAN YE, YE CHEN. 2015: Blasting extrusion processing: The increase of soluble dietary fiber content and extraction of soluble-fiber polysaccharides from wheat bran. *Food Chemistry*, 180: 106-115.

ZHANG, M., BAI X., ZHANG, Z. 2011: Extrusion process improves the functionality of soluble dietary fiber in oat bran. *Journal of Cereal Science*, 54: 98-113.



## 8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Srovnání sensorických profilů jogurtů .....	44
Obr. 2 Mikrobiologický rozbor jogurtů s vlákninou .....	51
Obr. 3 Sensorický profil jogurtových pomazánek .....	52
Obr. 4 Hodnocení vzhledu jogurtových pomazánek.....	53
Obr. 5 Texturní vlastnosti jogurtových pomazánek.....	54
Obr. 6 Hodnocení chuťových deskriptorů jogurtových pomazánek .....	56
Obr. 7 Názor hodnotitelů .....	60

## 9 SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Typy vlákniny, zdroj vlákniny a potenciální fyziologické účinky (McGuire, 2013) .....	14
Tab. 2 Množství rozpustné a nerozpustné vlákniny ve vybraných potravinách (Velíšek, 2009) .....	16
Tab. 3 Složení vlákniny ovoce, zeleniny a cereálií v % (Velíšek, 2009) .....	17
Tab. 4 Technologické a fyziologické vlastnosti vlákniny (Elleuch, 2011) .....	19
Tab. 5 Druhy živých mikroorganismů v kysaných mléčných výrobcích .....	26
Tab. 6 Charakteristika některých použitých vláknin (prezentace firmy JRS) .....	34
Tab. 7 Konzistence vlákniny po 30 min aktivaci .....	41
Tab. 8 Struktura jogurtu po 24h .....	42
Tab. 9 Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtů u deskriptoru konzistence .....	45
Tab. 10 Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtů u deskriptoru textury .....	45
Tab. 11 Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtů u deskriptoru kyselé chuti .....	46
Tab. 12 Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtů u deskriptoru sladké chuti .....	47
Tab. 13 Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtů u deskriptoru intenzita pachutí .....	47
Tab. 14 Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtů u deskriptoru celkový dojem .....	48
Tab. 15 Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtů u deskriptoru barvy .....	49
Tab. 16 Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtů u deskriptoru celková příjemnost vůně .....	49
Tab. 17 Průměrné výsledky sensorického hodnocení jogurtů .....	50
Tab. 18 Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtových pomazánek u deskriptoru tuhosti .....	54
Tab. 19 Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtových pomazánek u deskriptoru našlehanosti .....	55
Tab. 20 Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtových pomazánek u deskriptoru příjemnosti vůně .....	55
Tab. 21 Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtových pomazánek u deskriptoru příjemnosti chuti .....	57
Tab. 22 Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtových pomazánek u deskriptoru kyselé chuti .....	57

Tab. 23 Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtových pomazánek u deskriptoru tvarohové chuti .....	58
Tab. 24 Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtových pomazánek u deskriptoru smetanové chuti .....	58
Tab. 25 Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtových pomazánek u deskriptoru jogurtové chuti .....	59
Tab. 26 Statistická průkaznost rozdílů mezi vzorky jogurtových pomazánek u deskriptoru cizí chuti .....	59
Tab. 27 Průměrné výsledky senzorickeho hodnocení jogurtových pomazánek .....	60
Tab. 28 Průměrný obsah tuku jogurtů .....	61
Tab. 29 Průměrný obsah tuku jogurtových pomazánek .....	61
Tab. 30 Obsah sušiny jogurtů .....	62
Tab. 31 Obsah sušiny jogurtových pomazánek .....	62
Tab. 32 Titrační kyselosti jogurtů .....	62
Tab. 33 Titrační kyselosti jogurtových pomazánek .....	62

## 10 SEZNAM ZKRATEK

BMK	bakterie mléčného kvašení
CO <sub>2</sub>	oxid uhličitý
ČSN	česká státní norma
EFSA	Evropský úřad pro bezpečnost potravin
ES	Evropské společenství
SH	stupně kyselosti dle Soxhlet-Henkela (titrační kyselost)
MRS	bakteriální růstové médium pojmenované po vynálezci: de Man, Rogosa a Sharpe
UHT	Ultra-high temperature processing, méně užívané ultra-heat treatment/ tepelné ošetření při velmi vysokých teplotách
WHC	Water holding capacity – schopnost poutat vodu

## 11 PŘÍLOHY

Příloha 1 .....	78
Příloha 2 .....	79
Příloha 3 Struktura vlákniny (prezentace JRS) .....	81
Příloha 4 Vláknitá síť WF 200 (100x), (prezentace JRS) .....	81
Příloha 5 Základní statistické vyhodnocení sensorických deskriptorů u jogurtů .....	82
Příloha 6 Základní statistické vyhodnocení sensorických deskriptorů u jogurtových pomazánek .....	83
Příloha 7 Sensorický profil jogurtu bez přídavku vlákniny .....	84
Příloha 8 Sensorický profil jogurtu s přídavkem 3 % bambusové vlákniny BAF 40 .....	84
Příloha 9 Sensorický profil jogurtu s přídavkem 3 % pšeničné vlákniny WFG HS 73 ..	85
Příloha 10 Sensorický profil jogurtové pomazánky bez přídavku vlákniny .....	85
Příloha 11 Sensorický profil jogurtové pomazánky s přídavkem 3 % bambusové vlákniny BAF 40 .....	86
Příloha 12 Sensorický profil jogurtové pomazánky s přídavkem 3 % pšeničné vlákniny WFG HS 73 .....	86





**Úkol č. 3** - Naberte na lžičku **pomazánku** a ohodnoťte následující deskriptor.

Celková příjemnost vůně \_\_\_\_\_  
nepříjemná \_\_\_\_\_ velmi příjemná

**Úkol č. 4** - Ochutnejte **pomazánku** a ohodnoťte následující deskriptory.

Celková příjemnost chuti \_\_\_\_\_  
nepříjemná \_\_\_\_\_ velmi příjemná

Intenzita

- kyselé chuti \_\_\_\_\_  
neznatelná \_\_\_\_\_ velmi intenzivní

- tvarohové chuti \_\_\_\_\_  
neznatelná \_\_\_\_\_ velmi intenzivní

- smetanové chuti \_\_\_\_\_  
neznatelná \_\_\_\_\_ velmi intenzivní

- jogurtové chuti \_\_\_\_\_  
neznatelná \_\_\_\_\_ velmi intenzivní

- cizí chuti \_\_\_\_\_  
neznatelná \_\_\_\_\_ velmi intenzivní

Cizí chuť identifikujte (v případě přítomnosti více cizích vůní zakroužkujte nejintenzivnější)

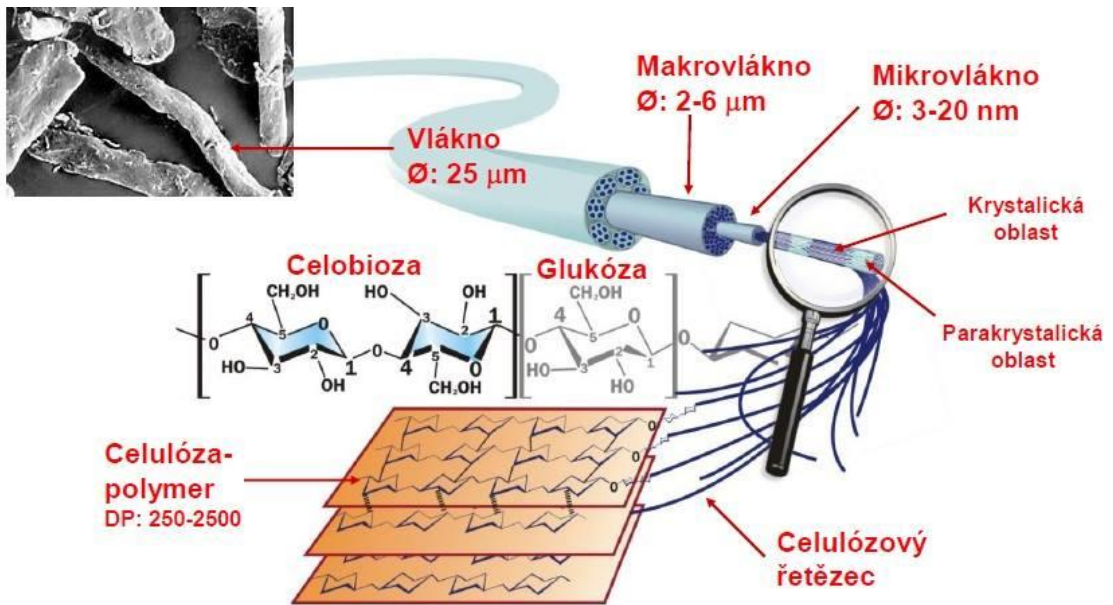
- umělá     štiplavá     po kvasinkách     po plísniích     zatuchlá  
 jiná.....

Jaký je Váš názor z hlediska spotřebitele?

Tento výrobek mi     chutná     nechutná



**Příloha 3** Struktura vlákniny (prezentace JRS)



**Příloha 4** Vláknitá síť WF 200 (100x), (prezentace JRS).



**Příloha 5** Základní statistické vyhodnocení senzoričských deskriptorů u jogurtů

	Vzorek	Směrodatná odchylka	Variační koeficient	Min	Max
Příjemnost barvy	A	9,43	0,11	70	100
	B	10,90	0,12	64	100
	C	11,48	0,14	59	100
Konzistence	A	7,34	0,38	10	36
	B	8,29	0,15	44	69
	C	5,59	0,07	60	81
Textura	A	11,63	0,15	51	90
	B	20,21	0,51	20	80
	C	27,33	0,61	14	89
Příjemnost vůně	A	14,01	0,16	54	100
	B	11,64	0,14	57	100
	C	10,83	0,13	56	100
Intenzita kyselé chuti	A	5,59	0,10	46	67
	B	4,53	0,06	58	71
	C	4,45	0,05	56	100
Intenzita sladké chuti	A	17,61	0,68	6	72
	B	15,05	1,50	0	54
	C	12,21	2,10	0	42
Intenzita pachutí	A	9,97	1,42	0	35
	B	11,61	0,93	0	41
	C	11,44	0,65	0	41
Celkový dojem	A	10,39	0,16	44	77
	B	14,65	0,26	18	68
	C	14,33	0,30	20	72

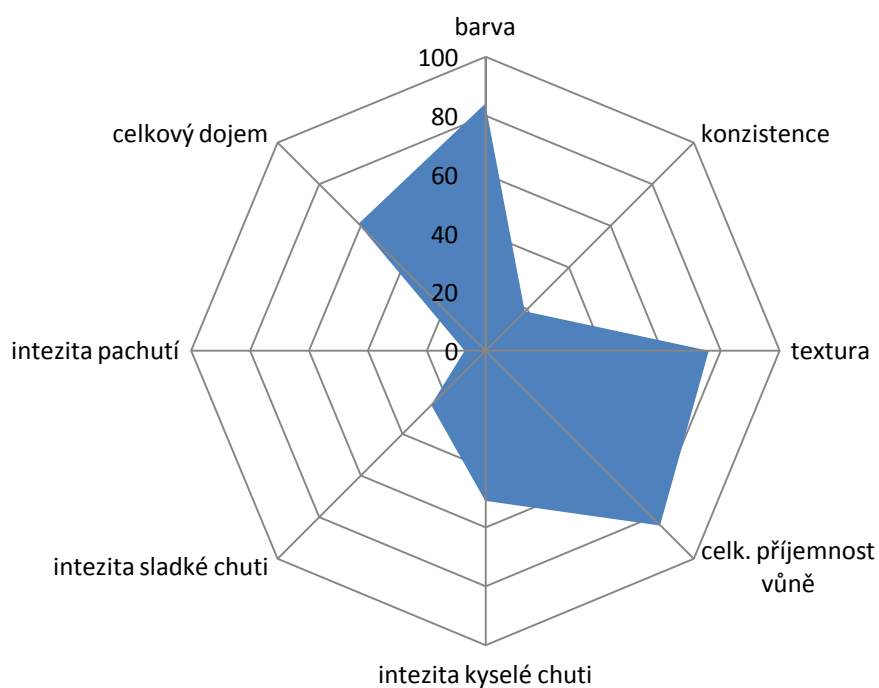
A. Bez vlákniny    B. – s BAF 40    C – s WFG HS 73

**Příloha 6** Základní statistické vyhodnocení sensorických deskriptorů u jogurtových pomazánek

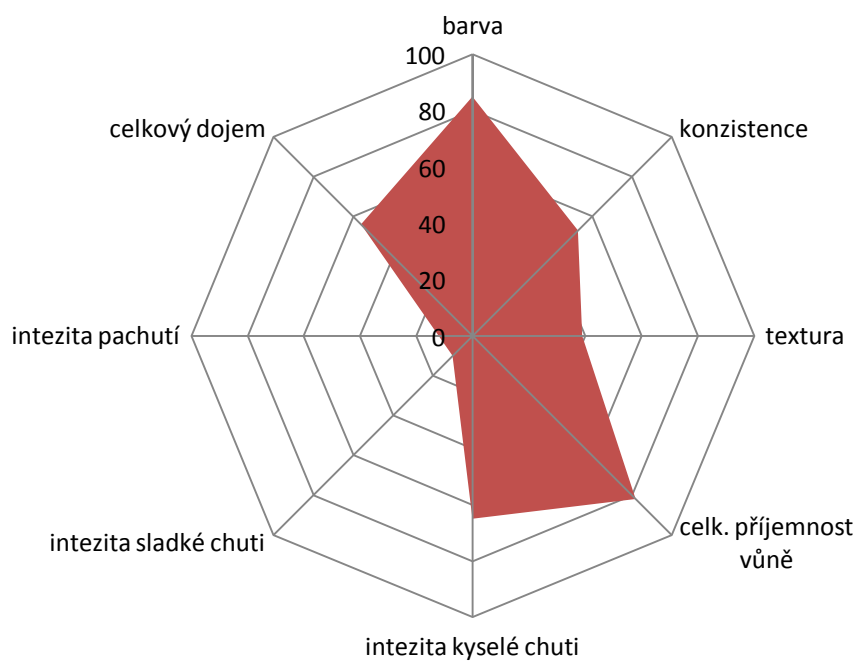
	Vzorek	Směrodatná odchylka	Variační koeficient	Min	Max
Tuhost	A	6,69	0,14	31	51
	B	11,76	0,28	15	55
	C	17,80	0,29	22	86
Našlehanost	A	4,08	0,20	11	25
	B	13,08	0,37	10	53
	C	16,29	0,40	14	80
Celková příjemnost vůně	A	17,15	0,20	50	100
	B	14,1	0,15	57	100
	C	17,27	0,20	50	100
Celková příjemnost chuti	A	14,96	0,22	44	100
	B	15,75	0,24	47	100
	C	14,15	0,26	26	81
Intenzita kyselé chuti	A	14,62	0,32	16	76
	B	18,47	0,31	11	91
	C	20,14	0,41	3	91
Intenzita tvarohové chuti	A	16,72	0,51	4	64
	B	12,04	0,54	0	42
	C	15,55	0,54	4	51
Intenzita smetanové chuti	A	22,71	0,83	4	77
	B	13,77	0,57	0	41
	C	13,81	1,04	0	46
Intenzita jogurtové chuti	A	9,97	0,23	22	52
	B	16,13	0,33	25	78
	C	12,41	0,38	3	51
Intenzita cizí chuti	A	1,4	1,75	0	4
	B	9,95	0,88	0	30
	C	16,05	0,91	0	58

A. Bez vlákniny B. – s BAF 40 C. – s WFG HS 73

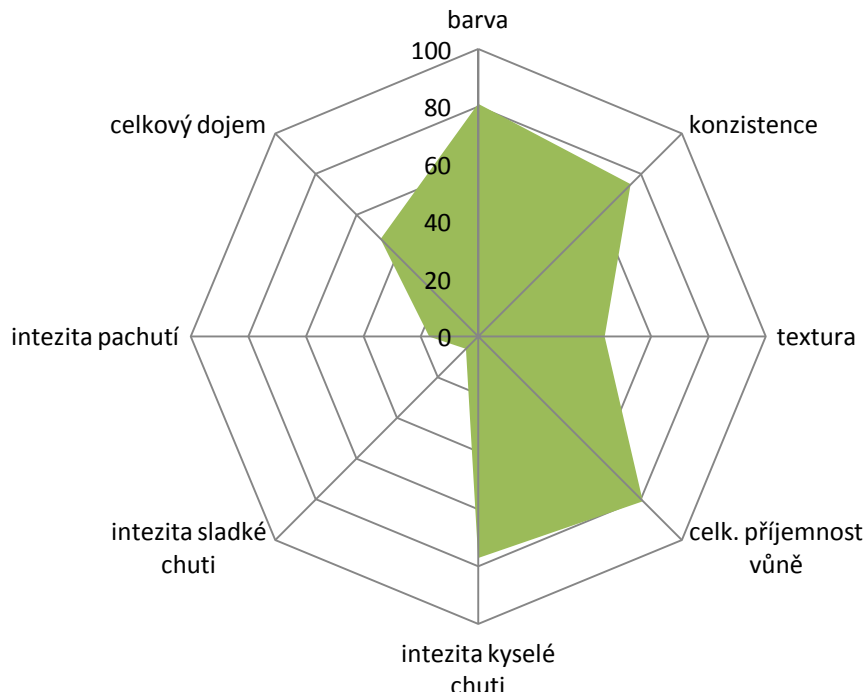
### Příloha 7 Sensorický profil jogurtu bez přídavku vlákniny



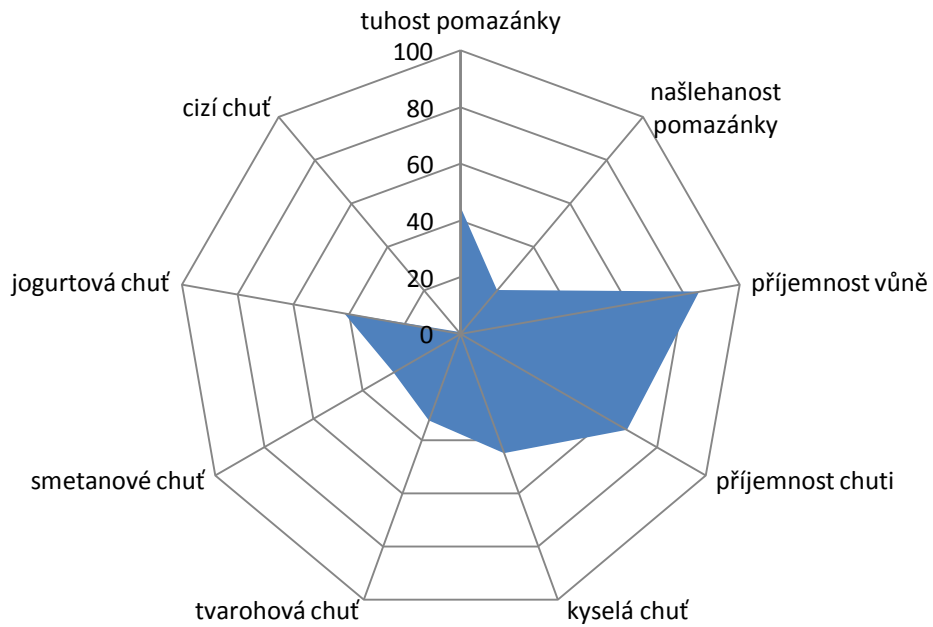
### Příloha 8 Sensorický profil jogurtu s přídavkem 3 % bambusové vlákniny BAF 40



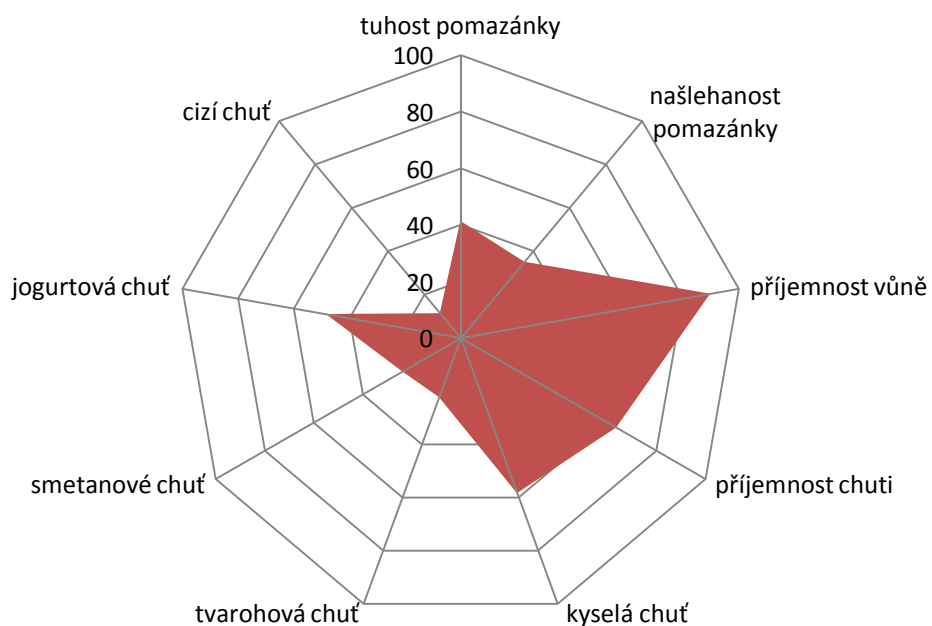
**Příloha 9** Sensorický profil jogurtu s přidavkem 3 % pšeničné vlákniny WFG HS 73



**Příloha 10** Sensorický profil jogurtové pomazánky bez přidavku vlákniny



**Příloha 11** Senzorický profil jogurtové pomazánky s přidavkem 3 % bambusové vlákniny BAF 40



**Příloha 12** Senzorický profil jogurtové pomazánky s přidavkem 3 % pšeničné vlákniny WFG HS 73

