

Jogurtové nápoje ochucené kombuchou z řeckého horského čaje

Bc. Patrik Minář

Diplomová práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Bc. Patrik Minář
Osobní číslo:	T23470
Studijní program:	N0721A210004 Technologie potravin
Forma studia:	Kombinovaná
Téma práce:	Jogurtové nápoje ochucené kombuchou z řeckého horského čaje

Zásady pro vypracování

I. Teoretická část
Mléko – obecná charakteristika
Řecký horský čaj – vlastnosti
Jogurtové nápoje – výroba a vlastnosti
II. Praktická část
Vytvořte modelové vzorky
Proveďte vybrané analýzy
Vyhodnoťte výsledky a vyvoďte závěry

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] Abdeldaiem, A. M., Ali, A. H., Shah, N., Ayyash, M., & Mousa, A. H. (2023). Physicochemical analysis, rheological properties, and sensory evaluation of yogurt drink supplemented with roasted barley powder. *LWT*, 173. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114319>
- [2] Silva, M. P., da S. Mesquita, M., V. Rubio, F. T., Thomazini, M., & Favaro-Trindade, C. S. (2022). Fortification of yoghurt drink with microcapsules loaded with *Lactocaseibacillus paracasei* BGP-1 and guaraná seed extract. *International Dairy Journal*, 125. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105230>
- [3] Wang, X., Kristo, E., & LaPointe, G. (2020). Adding apple pomace as a functional ingredient in stirred-type yogurt and yogurt drinks. *Food Hydrocolloids*, 100. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105453>

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Richardos Nikolaos Salek, Ph.D.**
Ústav technologie potravin

Datum zadání diplomové práce: **1. ledna 2025**
Termín odevzdání diplomové práce: **9. května 2025**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

Ing. Robert Gál, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 14. února 2025

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení diplomové práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá; neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že

- jsem na diplomové práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne

.....
podpis autora

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývala výrobou a charakteristikou jogurtových nápojů, které byly ochuceny kombuchou z řeckého horského čaje (*Sideritis scardica*). Byly připraveny dvě sady modelových vzorků v různých poměrech jogurtu a kombuchy, které se od sebe lišily tučností jogurtu. U všech vzorků byla provedena základní fyzikálně-chemická analýza zahrnující stanovení pH, titrační kyselosti a obsahu sušiny. Reologické vlastnosti modelových vzorků byly hodnoceny pomocí tří modelů, a to PowerLaw modelu, Herschel-Bulkley modelu a Bingham modelu, s cílem popsat tokové chování vzorků. Dále bylo provedeno měření barvy a senzorická analýza za účelem zhodnocení organoleptických vlastností modelových vzorků. Z dat získaných z reologické analýzy bylo zjištěno, že vzorky vykazují pseudoplastické chování. Reologické chování modelových vzorků bylo nejlépe popsáno u Herschel-Bulkley modelu. Na základě výsledků získaných z měření barvy lze konstatovat, že vzorky mají typickou barvu pro výchozí suroviny. Výsledky senzorické analýzy ukázaly, že vzorky s vyšším obsahem tuku se jeví jako přijatelnější.

Klíčová slova: jogurtové nápoje, kombucha, řecký horský čaj, *Sideritis scardica*, reologické vlastnosti, fyzikálně-chemická analýza

ABSTRACT

This diploma thesis focused on the production and characterization of yoghurt drinks flavored with kombucha made from Greek mountain tea (*Sideritis scardica*). Two sets of model samples with different yogurt-to-kombucha ratios were prepared, differing in yogurt fat content. All samples underwent basic physicochemical analysis, including pH measurement, titratable acidity, and dry matter content. The rheological properties of the samples were evaluated using three models, namely the PowerLaw model, the Herschel-Bulkley model, and the Bingham model, in order to describe the flow behavior of the samples. Furthermore, color measurement and sensory analysis were conducted to assess the organoleptic properties of the samples. Rheological data showed that the samples exhibited pseudoplastic behavior. The flow behavior of the samples was best described by the Herschel-Bulkley model. Based on the color measurements, it can be concluded that the samples displayed typical coloration corresponding to the raw ingredients used. Sensory analysis results indicated that the samples with higher fat content were perceived as more acceptable.

Keywords: yoghurt drinks, kombucha, Greek mountain tea, *Sideritis scardica*, rheological properties, physicochemical analysis

Na tomto místě bych rád vyjádřil své upřímné poděkování panu doc. Ing. Richardosu Nikolaosu Salekovi, Ph.D., za jeho vstřícnost, cenné rady a trpělivé vedení při zpracování této diplomové práce. Mé poděkování dále patří Ing. Anitě Rejdlové za ochotnou pomoc a podporu při zpracování praktické části.

OBSAH

ÚVOD	13
I TEORETICKÁ ČÁST	14
1 MLÉKO	15
1.1 CHARAKTERISTIKA.....	15
1.2 SLOŽENÍ.....	15
1.2.1 Sacharidy.....	16
1.2.2 Bílkoviny.....	16
1.2.3 Tuk.....	16
1.2.4 Vitamíny a minerální látky	17
1.2.5 Enzymy	17
1.3 VLASTNOSTI	18
1.4 SENZORICKÉ VADY	19
2 ŘECKÝ HORSKÝ ČAJ.....	20
2.1 VLASTNOSTI	20
2.2 MORFOLOGIE	20
2.3 TRADIČNÍ POUŽITÍ	21
3 JOGURTOVÉ NÁPOJE.....	23
3.1 CHARAKTERISTIKA.....	23
3.2 VÝROBA	23
3.3 VLASTNOSTI	23
3.4 AYRAN	24
3.4.1 Složení	24
3.4.2 Trvanlivost	24
3.4.3 Výroba	25
3.4.4 Mikrobiologie.....	25
4 KOMBUCHA	27
4.1 VLASTNOSTI	27
4.2 PŘÍPRAVA	29
4.3 MIKROBIOLOGIE.....	29
4.4 CHEMICKÉ SLOŽENÍ.....	30
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	32
5 CÍL PRÁCE.....	33
6 METODIKA PRÁCE.....	34
6.1 MATERIÁL A METODY.....	34
6.1.1 Suroviny pro výrobu modelových vzorků	34
6.1.2 Přístroje a pomůcky	35

6.2	VÝROBA MODELOVÝCH VZORKŮ	35
6.2.1	Surovinová skladba a značení vzorků	36
6.2.2	Postup výroby vzorků.....	36
6.3	FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÁ ANALÝZA.....	37
6.3.1	Stanovení pH.....	37
6.3.2	Stanovení titrační kyselosti.....	38
6.3.3	Stanovení sušiny.....	39
6.4	REOLOGICKÁ ANALÝZA.....	40
6.4.1	Power Law model	40
6.4.2	Herschel-Bulkley model	40
6.4.3	Bingham model.....	41
6.5	MĚŘENÍ BARVY.....	41
6.6	SENZORICKÁ ANALÝZA	41
7	VÝSLEDKY A DISKUZE	43
7.1	VYHODNOCENÍ FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÉ ANALÝZY	43
7.1.1	Výsledky stanovení pH.....	43
7.1.2	Výsledky stanovení titrační kyselosti.....	45
7.1.3	Výsledky stanovení obsahu sušiny.....	47
7.2	VÝSLEDKY REOLOGICKÉ ANALÝZY.....	48
7.2.1	PowerLaw model	48
7.2.2	Herschel-Bulkley model	53
7.2.3	Bingham model.....	57
7.3	VÝSLEDKY MĚŘENÍ BARVY.....	61
7.4	VÝSLEDKY SENZORICKÉ ANALÝZY	64
	ZÁVĚR.....	66
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	67
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	76
	SEZNAM TABULEK	77
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	78
	SEZNAM PŘÍLOH.....	79

ÚVOD

Potravinářský průmysl patří mezi tři největší odvětví světové ekonomiky. Spotřebitelé se stále více zajímají o to, co jedí, o kvalitu potravin a o jejich dopad na zdraví a celkovou pohodu. Zvyšuje se především zájem o funkční potraviny. Hledání inovací a vývoj produktů v souladu s novými požadavky společnosti proto představují pro toto odvětví neustálé výzvy (Özer a Kirmaci 2010; Corbo 2014; Durazzo et al., 2022).

Fermentované potraviny, přestože jsou součástí lidské stravy již po mnoho let, nabývají v poslední době na čím dál větší popularitě, a to zejména díky zdravotním benefitům, které jsou s jejich konzumací spojeny. Některé fermentované potraviny mohou být samy o sobě považovány za funkční potraviny, protože během jejich zpracování může dojít ke zlepšení jejich vlastností (Turkmen et al., 2019; Durazzo et al., 2022). Fermentované potraviny nepřinášejí pouze zlepšení výživových vlastností, ale mohou také předcházet nebo napomáhat v boji proti chronickým onemocněním, jako je cukrovka, hypertenze, kardiovaskulární onemocnění a obezita (Shiby a Mishra 2013; Durazzo et al., 2022).

Probiotika jsou definována jako „živé mikroorganismy, které při podání ve správném množství přinášejí hostiteli zdravotní prospěch“ (Özer a Kirmaci 2010; Corbo 2014). Přítomnost probiotik ve fermentovaných potravinách je poměrně častá, zejména u mléčných výrobků. Takové potraviny mohou být považovány za funkční, protože obsahují prospěšné mikroorganismy, které podporují funkci trávicího traktu. Pomáhají udržovat rovnováhu střevní mikroflóry, potlačují škodlivé bakterie a usnadňují rozklad i vstřebávání živin (Turkmen et al., 2019; Durazzo et al., 2022).

Kombucha je lehce sladký, mírně kyselý, osvěžující nápoj, který je konzumován po celém světě. Vyrábí se fermentací čajového nálevu za pomoci symbiotické kultury bakterií a kvasinek, známé jako „čajová houba“ (Jayabalan et al., 2014). V posledních letech tento fermentovaný nápoj získává čím dál větší oblibu, zejména díky trendu funkčních potravin a potenciálním zdravotním přínosům. Kombucha je bohatá na bioaktivní látky včetně organických kyselin a polyfenolů (Laureys et al., 2020; Nyiew et al., 2022). K výrobě kombuchy lze použít různé druhy čajů – například zelený, oolong nebo černý čaj, ale také léčivé byliny, jako jsou meduňka, máta, tymián nebo šalvěj, případně jejich kombinace (Wang et al., 2022).

I TEORETICKÁ ČÁST

1 MLÉKO

V České republice se mlékem zabývá vyhláška 397/2016 Sb., o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje. Tato vyhláška definuje jednotlivé druhy výrobků a určuje minimální požadavky na složení. Dále stanovuje pravidla pro označování těchto výrobků, aby nedocházelo ke klamání spotřebitele.

Provozovatelé potravinářských podniků, kteří vyrábějí, popřípadě svážejí syrové mléko a mlezivo, musejí zajistit splnění požadavků stanovených legislativou (Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 ve znění pozdějších změn (Nařízení Komise (ES) č. 1662 /2006 a dalších). V případě, že je mléko sváženo každý den, musí být ihned zchlazeno na teplotu nejvýše 8 °C. V případě, že svoz mléka není prováděn každý den, musí být zchlazeno na teplotu nejvýše 6 °C. Celkový počet mikroorganismů musí být max. 100 000 KJT/ml (při 30 °C, klouzavý geometrický průměr za dvouměsíční období, alespoň dva vzorky za měsíc). Počet somatických buněk musí být max. 400 000 buněk/ml (klouzavý geometrický průměr za tříměsíční období, alespoň jeden vzorek za měsíc) (Janštová et al., 2012).

1.1 Charakteristika

Mléko je tekutina produkovaná samicemi savců k výživě jejich potomků. Je považováno za téměř plnohodnotnou potravinu pro člověka a lze ho obvykle konzumovat bez nutnosti dalšího zpracování. Je důležité zejména pro výživu kojenců, ale mléko a mléčné výrobky zůstávají důležitou součástí lidské stravy po celý život (Cheung a Mehta 2015; Willett a Ludwig 2020). Mléko je tvořeno vodou a sušinou. Obsah vody v mléce bývá 87 % (w/w) a na sušinu pak připadá zbylých 13 % (w/w) (Zadrazil 2002; Goyal et al., 2023).

Vnitřní prostředí zdravé mléčné žlázy je obecně považováno za sterilní, zejména u zvířat s neporušenými struky před zahájením tvorby kolostra a sekrece mléka. Po zahájení dojení se mléčná žláza stává funkčně otevřeným systémem s přímým spojením s okolním prostředím a je tak kolonizována mikroorganismy pocházejícími z povrchu struku, dojícího zařízení, krmiva, vzduchu, vody, půdy, trávy a dalších složek okolního prostředí (Fusco et al., 2020).

1.2 Složení

Mezi hlavní složky mléka patří voda, tuk, sacharidy (laktóza) a bílkoviny. Kromě toho obsahuje také řadu dalších látek v menším množství, často jen ve stopovém množství,

například minerální látky, vitamíny, hormony, enzymy a různé další sloučeniny (O'Mahony a Fox 2014). Složení syrového mléka závisí na několika faktorech, včetně druhu a plemene zvířete, druhu krmiva, fáze laktace, počtu otelení, věku, zdravotním stavu, intervalu dojení, vnějším prostředí a ročním obdobím. Hlavní složky mléka jsou na sobě vzájemně závislé a mohou se navzájem ovlivňovat (Goyal et al., 2023).

1.2.1 Sacharidy

Hlavním sacharidem v mléce je laktóza, která tvoří 4,2-5,0 % (w/w) mléka. Laktóza je disacharid, který se skládá z α -D-glukózy (nebo β -D-glukózy) a β -D-galaktózy. Sladivost laktózy je v porovnání se sacharózou asi čtyřikrát nižší. Laktóza ovlivňuje osmotický tlak, snižuje bod mrazu a zvyšuje bod varu mléka. Laktóza je fermentována bakteriemi mléčného kvašení hlavně na kyselinu mléčnou, která snižuje titrační kyselost mléka. Zatímco nekontrolovaná fermentace vede ke zkažení mléka, řízená fermentace je základem výroby sýrů a jogurtů. Při teplotách nad 120 °C podléhá laktóza Maillardovým reakcím, což má za následek změny barvy mléka (Cheung a Mehta 2015; Xiang et al. 2021).

1.2.2 Bílkoviny

Mléko obsahuje 3-3,6 % (w/w) celkových bílkovin a má velmi vysokou výživovou hodnotu. Existuje šest hlavních bílkovin v mléce: α _{S1}-kaseiny, α _{S2}-kaseiny, β -kaseiny, κ -kaseiny, β -laktoglobuliny a α -laktalbuminy. Mléčné bílkoviny se rozdělují na kaseinové a syrovátkové bílkoviny. Všechny kaseiny existují ve formě komplexů s vápenatými fosfáty ve specifické, „kulovité“ struktuře známé jako kaseinová micela. Tyto komplexy se liší velikostí od 30 do 300 nm v průměru, přičemž největší mohou dosahovat až 600 nm. Kaseiny tvoří 80 % (w/w) bílkovin mléka, a proto si sýřenina vytvořená aglomerací kaseinových micel při výrobě sýra zachovává většinu celkových mléčných bílkovin. Ostatní bílkoviny přecházejí do syrovátky, proto se používá označení syrovátková bílkovina. Tradičně se kaseiny oddělují od ostatních bílkovin pomocí vysrážení při jejich izoelektrickém bodu, přibližně při pH 4,6 (Parkin a Fennema 2007).

1.2.3 Tuk

Tuk je jedna z nejdůležitějších složek mléka a má velký vliv nejen na jeho výživovou hodnotu, ale i na cenu. Právě podle obsahu tuku se často určuje cena mléka. Je to zdroj energie (9 kcal/g) a také pomáhá tělu vstřebávat vitamíny rozpustné v tucích, jako jsou vitamíny A, D, E a K. Obsahuje i důležité mastné kyseliny, které si tělo nedokáže samo

syntetizovat. Jedná se o kyselinu linolovou a α -linolenovou. Mléčný tuk má zásadní vliv na chuť a konzistenci mléčných výrobků. Dodává jim jemnost, krémovost a plnou chuť. Obsah tuku v mléce se pohybuje v rozmezí 3–6 % (w/w) (Cheung a Mehta 2015; Gómez-Cortés et al., 2018).

Mléčné tukové kuličky jsou obalené speciální membránou složenou z lipidové dvojvrstvy a proteinů. Jedná se o povrchově aktivní membránu, která obklopuje každou z kuliček mléčného tuku a která umožňuje, aby zůstaly rozptýlené v mléce (Patton a Keenan 1975).

1.2.4 Vitamíny a minerální látky

Mléko obsahuje všechny vitamíny v dostatečném množství, aby umožnilo přirozený růst a vývoj novorozence. Mléko je velmi významným zdrojem vitamínů, zejména biotinu (B7), riboflavinu (B2) a kobalaminu (B12), ve výživě lidí. Kromě svého výživového významu jsou některé vitamíny důležité i z jiných důvodů. Vitamín A (retinol) a karotenoidy jsou zodpovědné za žlutooranžové zbarvení, vitamín E je silný antioxidant, Vitamín C může působit rovněž jako antioxidant. Vitamin B2 (riboflavin), který má nazelenale žlutou barvu, má vliv na barvu syrovátky (O'Mahony a Fox 2014).

Minerální látky v mléce se skládají především z hydrogenuhličitanů, chloridů a citrátů vázaných na vápník, hořčík, draslík a sodík. Všechny minerální látky jsou v mléce rozděleny mezi rozpustnou a koloidní fázi. Zatímco ionty sodíku a draslíku se nacházejí převážně v rozpustné fázi, ionty vápníku a fosforu jsou z větší části vázány v koloidní fázi (Gaucheron 2005; Cheung a Mehta 2015).

1.2.5 Enzymy

Ačkoli se enzymy v mléce vyskytují jen v malém množství, mohou mít významný vliv na stabilitu mléčných výrobků. Mezi nejvýznamnější enzymy v mléce patří laktoperoxidáza, xantinoxidoreduktáza, kataláza, plazmin, alkalická a kyselá fosfatáza, lysozym, γ -glutamyltransferáza (transpeptidáza) (Mansson a Akesson 2000; Parkin a Fennema 2007; Cheung a Mehta 2015).

1.3 Vlastnosti

Podle Zadražila (2002) a Goyal et al., (2023) má mléko tyto fyzikálně-chemické vlastnosti:

Hustota mléka

Jako průměrná hustota mléka se udává hodnota $1,030 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ a může kolísat v rozmezí 1,028-1,032 $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$.

Bod mrznutí mléka

Bod mrznutí mléka je nižší než u vody, kvůli rozpuštěným látkám v plazmě. Jako průměrný bod mrznutí mléka se udává teplota $-0,550 \text{ }^{\circ}\text{C}$ a může kolísat v rozmezí od $-0,530$ do $-0,570 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Viskozita mléka

Díky obsahu tuku ve formě tukových kuliček a makromolekulárních bílkovin má mléko vyšší viskozitu než voda.

Optické vlastnosti mléka

Mléko obsahuje dva základní pigmenty. Prvním je karoten, což je žluté barvivo, které existuje ve dvou formách a má vliv na barvu tukové fáze. Druhým je riboflavin (vitamín B₂), což je žlutozelené barvivo, které je slabě fluoreskující a má vliv na barvu syrovátky.

Titrační kyselost mléka

Titrační kyselost mléka se udává jako množství 0,25 mol/l roztoku NaOH potřebného k neutralizaci 100 ml mléka za přítomnosti fenolftaleinu jako indikátoru. Výsledek se vyjadřuje ve stupních SH (Soxhlet-Henkela) a měl by být v rozsahu 6,20-7,80 °SH. Využívá se jako ukazatel čerstvosti mléka.

Aktivní kyselost mléka

pH (záporný dekadický logaritmus koncentrace vodíkových iontů) standartního kravského mléka má hodnotu 6,55 a může kolísat v rozmezí 6,50-6,70 v závislosti na obsahu citrátů, fosfátů a solí kaseinu.

1.4 Senzorické vady

Vady chuti a vůně mléka jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1: Vady chuti a vůně mléka

Příčina	Vady chuti a vůně
Záhřev	Vařivá, karamelová, pražená
Indukce světlem	Světelná, po slunečním světle, aktivovaná
Lipolýza	Zatuchlá, máselná, hořká, kozí
Mikrobiální	Kyselá, hořká, ovocná, sladová, hnilobná, nečistá
Oxidovaná	Papírová, lepenková, dřevitá, kovová, olejovitá, rybinovitá
Přenesená	Krmivová, plevelná, kravská, chlěvní
Smíšená	Absorbovaná, svíravá, hořká, drsná, křídová, chemická, prázdná, cizí, nedostatečně svěží, slaná

Převzato z: Zadražil 2002.

2 ŘECKÝ HORSKÝ ČAJ

Řecký horský čaj, známý také jako pastevecký čaj nebo čaj z Olympu, je oblíbený východoevropský nápoj, který neobsahuje kofein. Jedná se o tradiční nápoj, který je v Řecku konzumován už po staletí. Získává se z rostliny *Sideritis scardica* (Hojník horský), odolné vytrvalé byliny, která je známá tím, že se jí nejlépe daří především ve vysokých nadmořských výškách. Stejně jako u mnoha jiných tradičních potravin, se i řeckému horskému čaji přisuzují léčivé vlastnosti, které jsou prospěšné pro lidské zdraví, jak bylo zjištěno v nejnovějších studiích. V tomto případě se jedná především o příznivý vliv na dýchací cesty, zažívací trakt, zánětlivá onemocnění a antioxidační účinek (Riza et al., 2015; Heiner et al., 2018; Wightman et al., 2018).

Ačkoli jsou čaj a káva nejrozšířenějšími nápoji na světě, o bylinné extrakty s léčivými účinky, jako je řecký horský čaj, je v poslední době rovněž velký zájem (Samanidou et al., 2012).

2.1 Vlastnosti

V posledním desetiletí byly v řadě studií popsány příznivé vlastnosti, které konzumace čaje přináší. Tyto pozitivní vlastnosti jsou připisovány především obsahu polyfenolických látek, jako jsou flavonoidy, deriváty kyseliny hydroxycinnamové a fenylethanoidní glykosidy. Jedná se o antioxidační, protizánětlivé, antibakteriální a neuroprotektivní vlastnosti. Kromě toho je nyní známo, že účinné složky čaje mohou hrát roli také při snižování hladiny cholesterolu a v prevenci rakoviny a kardiovaskulárních onemocnění (Samanidou et al., 2012; Riza et al., 2015; Heiner et al., 2018).

Rod *Sideritis*, který spadá do čeledi hluchavkovitých, zahrnuje přes 150 druhů. Jejich esenciální oleje jsou bohaté především na monoterpenoidy a diterpenoidy (Kessler et al., 2012).

2.2 Morfologie

Jedná se o vytrvalou bylinu s dobře vyvinutým kořenovým systémem. Lodyhy jsou 15–40 cm vysoké, větvené i nevětvené, u báze dřevnatíci. Listy jsou vstřícné a pokryté šedými chloupky. Rostlina se rozmnožuje převážně semeny, ale při pěstování je možná i vegetativní reprodukce dělením oddenků (Todorova a Trendafilova 2014).

2.3 Tradiční použití

Sideritis scardica je v tradiční medicíně balkánských zemí známá jako léčivý aromatický bylinný čaj. Řecký horský čaj se už od starověku používá k léčbě široké škály zdravotních potíží. Nejčastěji se využívá při onemocněních dýchacích cest, jelikož pomáhá proti kašli, astmatu a bronchitidě. Rovněž se používá při bolení v krku. Dále se uvádí, že napomáhá s rozpouštěním a vylučováním ledvinových kamenů a v kombinaci s dalšími bylinami se využíval proti revmatu a na posílení imunity. Při domácím použití se čaj připravuje z nadzemních částí rostliny formou nálevu nebo odvaru. Nálev se obvykle připravuje ze 3–5 kvetoucích stonků, které se zalijí 1 litrem vroucí vody a nechají se louhovat 20–30 minut bez dalšího vaření. Po přecezení lze čaj pít teplý nebo studený během celého dne. Tradičně se pije s citronovou šťávou a medem jako osvěžující nápoj (Todorova a Trendafilova 2014).



Obrázek 1: *Sideritis scardica* [1]



Obrázek 2: *Sideritis scardica* [2]

3 JOGURTOVÉ NÁPOJE

Jogurty a jogurtové nápoje jsou celosvětově hojně konzumovány. Patří mezi nejrychleji rostoucí fermentované produkty na trhu s funkčními potravinami, a to díky obsahu nutričně významných látek a zdravotně prospěšným vlastnostem. Neochucené jogurtové nápoje jsou oblíbené zejména ve střední Asii, Anatólíi, na Balkáně a na Blízkém východě, zatímco v Evropě a USA jsou preferovány spíše jogurtové nápoje s ovocem a sladidly (Gursoy et al., 2016; Ranaweera et al., 2022; Thun et al., 2022).

3.1 Charakteristika

Jogurtové nápoje jsou v podstatě stirred-type jogurty, které mají celkový obsah sušiny ne více než 11 % (w/w), a které prošly homogenizací za účelem snížení viskozity. Běžně se do nich mohou přidávat ochucovadla a barviva. Pro prodloužení trvanlivosti může být aplikována tepelná úprava. Pasterace metodou vysoké teploty po krátkou dobu (HTST) v kombinaci s aseptickým zpracováním umožňuje skladování po dobu několika týdnů při teplotě 2–4 °C, zatímco použití UHT procesu s aseptickým zpracováním umožňuje skladování i několik týdnů při pokojové teplotě (Shiby a Mishra 2013).

3.2 Výroba

Rozdíly v technologiích výroby jogurtových nápojů hrají klíčovou roli při tvorbě různých chuťových profilů. V průmyslové výrobě se využívají dvě hlavní metody: ředění hotového jogurtu vodou nebo inokulace standardizovaného mléka startovacími kulturami (Gursoy et al., 2016). Fermentace probíhá za pomoci specifických bakteriálních kultur, jako jsou *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* (Ranaweera et al., 2022).

3.3 Vlastnosti

Optimální strukturální vlastnosti, jako jsou viskozita, gelová struktura, schopnost zadržování vody, velikost částic, jejich hustota a distribuce, patří mezi nejdůležitější faktory ovlivňující spotřebitelské preference u jogurtových nápojů. Průmyslově se jako ukazatele kvality pro komerční výrobu často používají také separace syrovátky a dosažení ideální konzistence (Gursoy et al., 2016). Bylo prokázáno, že přidání čerstvého nebo sušeného ovoce zlepšuje jejich výživové, funkční, antioxidační a senzorické vlastnosti (Ranaweera et al., 2022).

3.4 Ayran

Ayran je jogurtový nápoj pocházející z Turecka, který je konzumován především během letních měsíců. Tradičně se vyrábí přidáním vody v množství 30–50 % (w/w) a soli v maximálním množství 1 % (w/w) do jogurtu. Při průmyslové výrobě se používá mléko s upraveným obsahem sušiny, které se fermentuje pomocí kultur produkujících exopolysacharidy. Jedná se o kultury *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Vzniklá viskózní sraženina se následně ředí vodou se solí. Od ostatních fermentovaných mléčných nápojů se ayran liší tím, že jde o jogurtový nápoj se solí, bez jakéhokoliv přidaného ovoce či jiné ochucující složky. Ayran je stejně jako ostatní fermentované mléčné nápoje náchylný k texturové nestabilitě během skladování kvůli nízkému pH. Mezi hlavní texturové vady ayranu patří nízká viskozita a oddělování syrovátky během skladování. Vyšší viskozita nápoje zajišťuje lepší organoleptický vjem při konzumaci (Koksoy a Kilic 2004; Kabak a Dobson 2011).

3.4.1 Složení

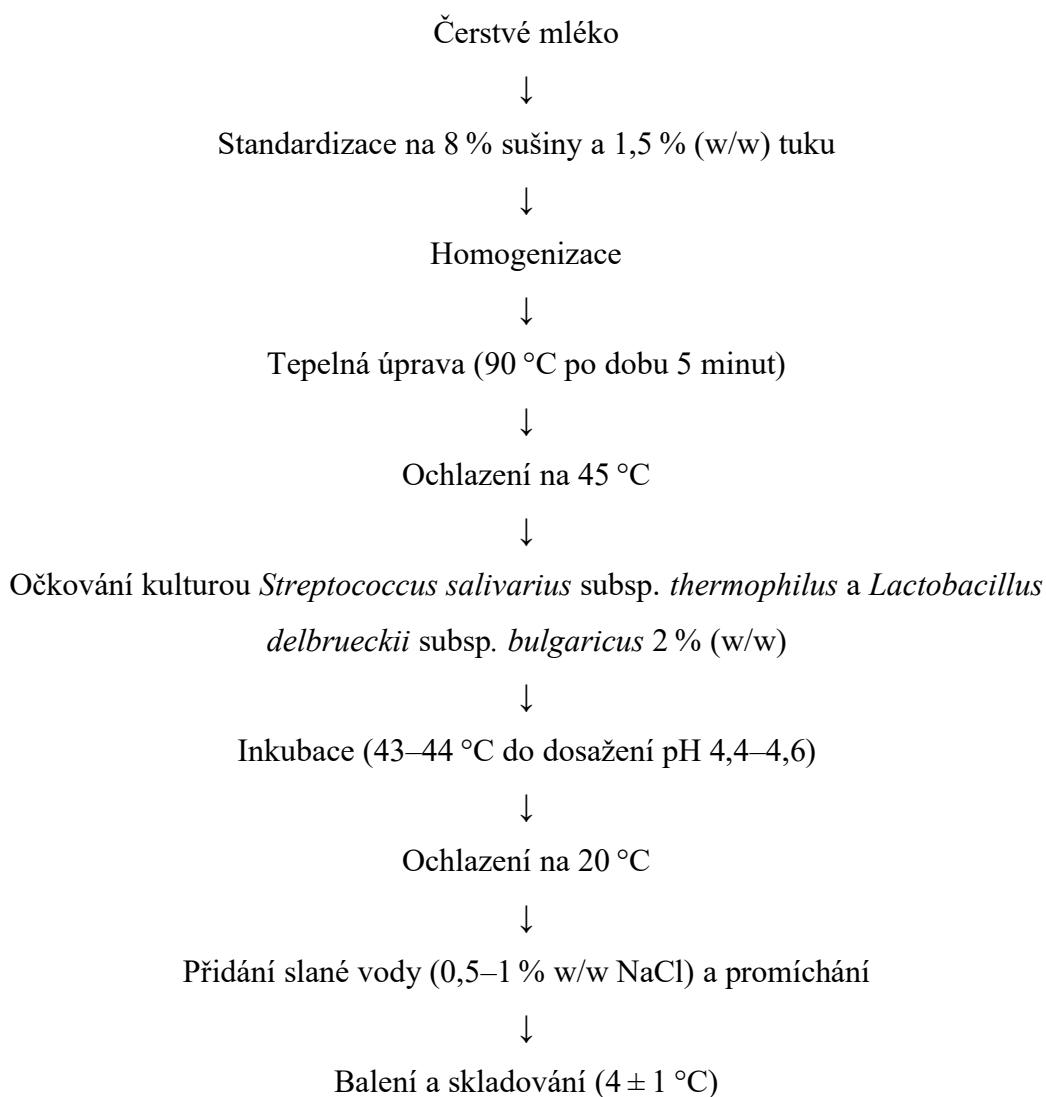
Chemické složení ayranu závisí na typu použitého mléka, účinnosti odstranění tuku a poměru ředění. Bylo popsáno několika autory následovně: celkový obsah sušiny se pohybuje v rozmezí 1,07–11 % (w/w), obsah bílkovin 1,44–3,48 % (w/w), obsah soli 0,17–1,75 % (w/w) a obsah tuku 0,1–3 % (w/w). Titrační kyselost se pohybuje mezi 0,4–1,73 % a pH mezi 3,44 a 4,44 (Konuspayeva et al., 2023).

3.4.2 Trvanlivost

Trvanlivost ayranu je omezena na 10 až 15 dní při teplotě 4 °C. Není možné použít žádné tepelné ošetření ani jiné postupy pro prodloužení jeho trvanlivosti, protože takové postupy by také snížily počet jogurtových bakterií, který musí být podle Tureckého potravinového kodexu vyšší než 10^7 KTJ/ml. Mikrobiota průmyslově vyráběného ayranu je stabilnější ve srovnání s mikrobiotou domácího ayranu. U domácího ayranu je riziko kontaminace výrazně vyšší, často se v něm vyskytují kvasinky rodu *Kluyveromyces* spp. a *Saccharomyces* spp (Altay et al., 2013).

3.4.3 Výroba

Schéma výroby průmyslově vyráběného ayranu.



Převzato z: Kabak a Dobson (2011) a přeloženo.

3.4.4 Mikrobiologie

Mikrobiota domácího ayranu je podobná mikrobiotě jogurtu, ze kterého se vyrábí. V průmyslové výrobě se k fermentaci mléka používají jogurtové kultury *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. V průmyslově vyráběném ayranu je obvykle vyšší počet těchto bakterií než v domácím. Výběr startovací

kultury má zásadní vliv na reologické a texturální vlastnosti ayranu. Některé kmeny *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* mohou při výrobě produkovat peptidy, což může vést ke vzniku nežádoucí hořké chuti. Během skladování mohou startovací kultury dále produkovat kyselinu mléčnou, což způsobuje nepříjemně ostrou a kyselou chuť. Bylo zjištěno, že hodnota pH se může měnit v závislosti na množství *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*. S rostoucí kyselostí dochází ke zvýšení množství *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, zatímco množství *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* klesá, protože vyšší kyselost má na tento druh bakterií inhibiční účinek. (Altay et al., 2013).

4 KOMBUCHA

Kombucha je název pro nápoj vznikající fermentací čaje, především černého, ale jako základ lze použít i jiné druhy, například zelený čaj nebo oolong, s přidavkem sacharózy, který slouží jako substrát pro kvašení. Fermentace čaje je výsledkem činnosti symbiotické kultury bakterií a kvasinek, která je usazena ve vrstvě celulózy. Tato celulózová vrstva se nazývá SCOBY, ale je však také známá jako „čajová houba“ nebo „matečná kombucha“. Ačkoli se tento nápoj tradičně připravuje z čaje, existují i varianty založené na bylinkových nálevech, jako je máta, meduňka nebo jasmín. Nápoj má mírně kyselou chuť a jemně perlivý charakter, což zvyšuje jeho oblíbenost mezi spotřebiteli (Leal et al., 2018; Coelho et al., 2020; Nyiew et al., 2021; Wang et al., 2022).

Před více než 2 500 lety lidé v Mandžusku objevili fermentovaný nápoj s příjemně sladkokyselou chutí, který se rychle stal oblíbeným po celé Číně. Když tento nápoj přivezli do Japonska, nazvali ho kombucha, což pochází z japonských slov „kombo“ (řasa) a „cha“ (čaj). Díky šíření obchodních cest se kombucha rychle rozšířila a brzy se stala oblíbenou po celém světě (Massoud et al., 2021).

4.1 Vlastnosti

V současnosti zájem o tento produkt stále roste a jeho zvyšující se spotřeba vychází především z léčebných účinků. (Teoh et al., 2004). Odborníci dospěli k závěru, že fermentované potraviny obsahují více probiotik, která podporují správnou funkci střevního mikrobiomu (Bishop et al., 2022). Některé metabolické produkty SCOBY, jako je kyselina octová a další organické kyseliny, mají antibakteriální účinky a chrání nápoj před kontaminací patogenními bakteriemi (Leal et al., 2018).

Antioxidační účinky

Volné radikály jsou známy svou vysokou reaktivitou kvůli nepárovému elektronu ve své struktuře. V lidském těle narušují normální funkce tím, že odebírají elektrony z důležitých struktur, jako jsou DNA, RNA, lipidy a bílkoviny. Akutní i chronická onemocnění, jako jsou neurodegenerativní poruchy, kardiovaskulární choroby, rakovina, onemocnění jater, stárnutí pokožky, cukrovka a šedý zákal, jsou spojována s oxidačním stresem vyvolaným reaktivními formami kyslíku (Abaci et al., 2022).

Mnoho příznivých účinků, které jsou kombuše přisuzovány, jako je prevence rakoviny, posílení imunity, zmírnění zánětů a artritidy, souvisí s antioxidační aktivitou tohoto nápoje. Antioxidační účinek kombuchy je především výsledkem působení

polyfenolů, které vznikají během fermentace a synergického efektu různých sloučenin obsažených v čaji (Coelho et al., 2020).

Antimikrobiální účinky

Bylo prokázáno, že kombucha kromě probiotických vlastností vykazuje i antimikrobiální účinky. Ukázalo se, že kombucha dokáže potlačovat růst některých mikroorganismů, které představují zdravotní riziko pro člověka, jako jsou *Shigella sonnei*, *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis* a *Salmonella typhimurium*. Kyselina octová a katechiny jsou známé svou schopností inhibovat široké spektrum grampozitivních i gramnegativních bakterií. Kombucha navíc vykazuje vlastnosti podobné antibiotikům. Antimikrobiální aktivita kombuchy je převážně dána jejím nízkým pH a přítomností kyseliny octové, dalších organických kyselin a katechinů (Bishop et al., 2022).

Probiotické účinky

Probiotika jsou definována jako živé mikroorganismy, které při konzumaci v přiměřeném množství mohou hostiteli přinášet zdraví prospěšné účinky. Změny ve stravě jedince mohou vést k úpravám jeho střevní mikroflóry. Mezi nejběžnější probiotické bakterie patří *Bifidobacterium* a *Lactobacillus*. Tyto mikroorganismy obvykle pocházejí ze stejné skupiny bakterií, které se přirozeně vyskytují ve střevech a jsou schopné přežít v kyselém prostředí. Mezi hlavní přínosy pravidelné konzumace probiotik patří potlačení patogenních mikroorganismů, snížení hladiny cholesterolu, prevence rakoviny tlustého střeva, lepší vstřebávání vápníku, syntéza vitamínů a posílení imunitního systému (Bishop et al., 2022).

Protirakovinné účinky

Anti kancerogenní vlastnosti kombuchy mohou souviset s přítomností polyfenolů v nápoji a jejich degradačních produktů vznikajících během fermentace. Podle většiny odborníků mohou mít čajové polyfenoly protinádorové účinky díky několika možným mechanismům: blokují genetické mutace, zpomalují množení rakovinných buněk, vyvolávají apoptózu (řízenou buněčnou smrt) rakovinných buněk a zastavují šíření metastáz (Coelho et al., 2020).

Účinky proti stárnutí

Stárnutí pokožky je biologický proces, který se projevuje vysušováním kůže a tvorbou vrásek. Tento proces je ovlivněn jak vnitřními faktory, jako je genetika a buněčné stárnutí, tak i vnějšími faktory, mezi které patří UV záření, strava, kouření, stres a používání

nevhodných kosmetických přípravků. Flavonoidy obsažené v černém čaji, který se tradičně používá k přípravě kombuchy, vykazují protistárnoucí účinky (Abaci et al., 2022).

4.2 Příprava

Tento nápoj se připravuje fermentací oslazeného čaje pomocí SCOBY. Jeho chuť je mírně sladká a kyselá zároveň, navíc může obsahovat stopy oxidu uhličitého. Tradiční kombucha se vyrábí z černého nebo zeleného čaje, nebo z oolongu. Na jeden litr vody se obvykle používá 5 gramů čajových lístků. Poté se přidává sacharóza, která slouží jako substrát pro bakterie a kvasinky podílející se na fermentaci čaje. Přibližně 50 gramů sacharózy na litr vody je dostačující. Čaj se nechá louhovat po dobu 5 minut a poté se scedí. Před přidáním SCOBY musí být čaj zchlazen na teplotu okolo 20°C. Nápoj se při této teplotě nechá fermentovat po dobu 8-14 dnů v temnu (Leal et al., 2018; Massoud et al., 2022).

Při přípravě kombuchy je naprosto zásadní používat čisté náčiní a pracovat v hygienickém prostředí, aby bylo možné kontrolovat růst mikroorganismů a předejít nežádoucí kontaminaci. Stejně tak je důležité během fermentace kombuchy sledovat hodnotu pH a ideálně proces ukončit, jakmile pH klesne na hodnotu kolem 4,2. Přílišná tvorba kyseliny octové by totiž mohla mít nežádoucí účinky a být kontraproduktivní. Hotový nápoj může být pasterován (Leal et al., 2018).

4.3 Mikrobiologie

Mikrobiální společenství kombuchy se může dělit na dvě části, na tu, která se nachází ve vrstvě celulózového biofilmu (SCOBY) na hladině a na tu, která se vyskytuje v tekuté části nápoje. Kvasinky nejprve hydrolyzují sacharózu na fruktózu a glukózu, které následně metabolizují za vzniku ethanolu a oxidu uhličitého. V důsledku vysokého osmotického tlaku mohou kvasinky produkovat také glycerol, který je dále oxidován bakteriemi octového kvašení na dihydroxyaceton. Během tohoto procesu vznikají i estery, které přispívají k typickému aroma kombuchy. Jako substrát se přednostně využívá fruktóza před glukózou. Vyprodukovaný ethanol je poté metabolizován bakteriemi octového kvašení na kyselinu octovou, čímž se zároveň snižuje obsah alkoholu v kombuše. Glukóza je zase přeměňována bakteriemi octového kvašení na kyselinu glukonovou a glukuronovou. Autolýzou kvasinek se během fermentace uvolňují vitamíny a další nutričně významné látky, které se podílí na výsledném aroma nápoje (Chen a Liu 2000; Wang et al., 2022).

Bakterie octového kvašení

Bakterie octového kvašení jsou gramnegativní (nebo gramvariabilní) bakterie patřící do čeledi *Acetobacteraceae*. Mohou být pohyblivé, mají elipsoidní až tyčinkovitý tvar, jsou přibližně 0,5 µm široké a 1–4 µm dlouhé a tvoří spory. Optimální podmínky pro růst jsou při teplotě 25–30 °C a při pH 5,0–6,5, avšak mnohé z nich dokážou růst i při nižším pH. Přestože jsou striktně aerobní, dokážou přežít i v prostředí s nízkým obsahem kyslíku. Jsou nejtypičtějšími mikroorganismy podílejícími se na fermentaci kombuchy. Ačkoli je známo 17 rodů těchto bakterií, v kombuše se nejčastěji vyskytují zástupci rodů *Acetobacter*, *Gluconobacter*, *Gluconacetobacter* a *Komagataeibacter* (Jayabalan et al., 2014; Laureys et al., 2020).

Bakterie mléčného kvašení

Bakterie mléčného kvašení (BMK) jsou gram-pozitivní bakterie patřící do kmene Firmicutes a vyznačují se specifickými morfologickými, metabolickými a fyziologickými vlastnostmi. Jsou nepohyblivé, mají tvar tyčinek (např. rod *Lactobacillus*) nebo koků (např. *Leuconostoc*, *Lactococcus*, *Oenococcus*) a tvoří spory. Jsou fakultativně anaerobní. Optimální teplota pro jejich růst se pohybuje mezi 25–40 °C a pH mezi 4,0–6,0. Přítomnost BMK v kombuše je nestálá. Obvykle nejsou přítomny vůbec nebo jsou přítomny v malém množství a na výrobu nemají téměř žádný vliv (Laureys et al., 2020; Wang et al., 2022).

Kvasinky

Kvasinky jsou eukaryotické mikroorganismy patřící mezi houby. Jsou nepohyblivé, mají kulovitý nebo oválný tvar a průměr přibližně 8 µm. Jsou fakultativně anaerobní. Optimální teplota pro růst kvasinek je 20–30 °C a ideální pH rozmezí je 4,5–7,0, přičemž mnoho druhů kvasinek dokáže růst i při pH kolem 2,5. Kvasinky jsou nedílnou součástí kombuchy, protože jsou přítomny po celou dobu fermentačního procesu, přičemž mezi nejčastější rody patří *Saccharomyces*, *Zygosaccharomyces*, *Dekkera/Brettanomyces* a *Pichia*. Obecně platí, že v kombuše je populace kvasinek početnější než populace bakterií (Teoh et al., 2004; Laureys et al., 2020; Wang et al., 2022).

4.4 Chemické složení

Kombucha obsahuje celou řadu chemických sloučenin, jako jsou octová, listová, mléčná, uhličitá, glukonová, glukuronová, šťavelová, jablečná a citronová kyselina. Dále v ní najdeme vitaminy C, B1, B3 a B12. Pokud je substrátem čaj, tak jsou v ní obsaženy i

katechiny, theaflaviny a flavonoly. Nechybí ani některé enzymy, například invertáza, amyláza a další oxidační enzymy. Jednou z přírodních antibiotických látek obsažených v kombuše je usnová kyselina, která má antibakteriální a antivirové účinky. (Jayabalan et al., 2014; Massoud et al., 2021; Abaci et al. 2022).

Vitamíny

Kombucha fermentovaná ze zeleného nebo černého čaje obsahuje vysoké množství vitamínu C (kyseliny askorbové) a menší množství některých vitamínů skupiny B. Vitamíny jsou nezbytné pro celou řadu biochemických a fyziologických procesů v těle. Protože si je lidský organismus nedokáže sám vytvořit, je nutné je přijímat prostřednictvím stravy (Bishop et al. 2022).

Minerální látky

Podle Bauer-Petrovské a Petrushevské-Toziové (2000) jsou měď, železo, mangan, nikl a zinek minerály, jejichž obsah se zvyšuje v důsledku metabolické aktivity kombuchy.

Polyfenoly

Ochranné účinky kombuchy jsou především výsledkem aktivity polyfenolů, látek vznikajících během fermentace a synergického působení různých sloučenin obsažených v čaji. Celkový obsah polyfenolů v kombuše vykazuje lineární nárůst během doby fermentace (Leal et al., 2018).

Ethanol

Koncentrace ethanolu se se zvyšující se dobou fermentace zvyšuje (Bishop et al. 2022). Chen a Liu (2000) ve své studii zjistili, že koncentrace ethanolu dosáhla maximální hodnoty 5,5 g/l ve 20. dni fermentace a poté pomalu klesala.

Organické kyseliny

Kombucha se skládá z řady organických kyselin, jako je kyselina octová, glukonová, glukuronová, citronová, mléčná, jablečná, vinná, šťavelová, jantarová, pyrohroznová a usnová. Složení a koncentrace metabolitů v kombuše se mohou výrazně lišit v závislosti na použití startovací kultury, koncentraci cukru a čaje, délce a teplotě fermentace (Jayabalan et al., 2014; Bishop et al. 2022).

II PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce bylo vytvořit nový typ jogurtových nápojů, které obsahují jako netradiční ochucující složku kombuchu z řeckého horského čaje. Vyrobené modelové vzorky byly následně podrobeny:

- základní fyzikálně-chemické analýze (stanovení pH, titrační kyselosti a obsahu sušiny),
- reologické analýze (podle: Power Law modelu, Herschel-Bulkley modelu a Bingham modelu),
- měření barvy,
- senzorické analýze.

6 METODIKA PRÁCE

V této kapitole jsou uvedeny dílčí suroviny, přístroje a pomůcky, které byly použity na výrobu modelových vzorků a jejich následnou analýzu. Dále jsou popsány postupy a principy jednotlivých měření, kterým byly vyrobené modelové vzorky podrobeny.

6.1 Materiál a metody

6.1.1 Suroviny pro výrobu modelových vzorků

UHT lactose-free mléko 3,5 % (w/w)

- výrobce: MEGGLE Slovakia s.r.o., Studená 35, Bratislava 823 55, Slovensko
- složení: mléko, enzym laktáza
- výživové údaje na 100 ml: energetická hodnota 267 kJ, tuky 3,5 g z toho nasycené mastné kyseliny 2,1 g, sacharidy 4,8 g z toho cukry 4,8 g, bílkoviny 3,3 g, sůl 0,13 g

UHT lactose-free mléko 1,5 % (w/w)

- výrobce: MEGGLE Slovakia s.r.o., Studená 35, Bratislava 823 55, Slovensko
- složení: mléko, enzym laktáza
- výživové údaje na 100 ml: energetická hodnota 200 kJ, tuky 1,5 g z toho nasycené mastné kyseliny 0,9 g, sacharidy 4,9 g z toho cukry 4,9 g, bílkoviny 3,4 g, sůl 0,15 g

Jogurt selský bílý, Hollandia

- výrobce: Hollandia Karlovy Vary s.r.o., Pražská 673, Klášterec nad Ohří 431 51
- provozovna: Krásné Údolí 151, Toužim 364 01
- složení: mléko, mléčná bílkovina, jogurtová kultura, kultura *Bifidobacterium* a *Lactobacillus acidophilus* (10^6 /g)
- výživové údaje na 100 g: 279 kJ, tuky 3,7 g z toho nasycené mastné kyseliny 2,6 g, sacharidy 4,4 g z toho cukry 4,4 g, bílkoviny 3,9 g, sůl 0,10 g

Hojník horský

- distributor: Plantona s.r.o., Zátíší 94/18, Cheb 350 02
- složení: nať řezaná

Cukr krystal

- výrobce: Cukrovar Vrbátky a.s., Vrbátky 65, 798 13, Vrbátky

Kombucha násada

- vypěstovaná v laboratorních podmínkách

Carboxymethylcellulose sodium salt

- Výrobce: Sigma-Aldrich Inc., 3050 Spruce St., Saint Louis, USA
- Viskozita 1% roztoku ve vodě při 25 °C je 1500–3000 cP

6.1.2 Přístroje a pomůcky

pH meter Foodcare HI 99161 (Hanna Instruments, USA)

Váhy Kern PFB 1200-2 (Kern & Sohn GmbH, Německo)

Analytické váhy Pioneer PX224 (Ohaus Europe GmbH, Švýcarsko)

Spektrofotometr Ultrascan PRO (HunterLab, USA)

HAAKE RheoStress 1 (Thermo Fisher Scientific, USA)

Inkubátor mikrobiologický (Mettler, Německo)

Sklenice typu OMNIO

6.2 Výroba modelových vzorků

Celkem bylo vyrobeno 12 modelových vzorků. Vzorky byly rozděleny do dvou sad po 6 kusech. Na výrobu jogurtu pro první sadu vzorků bylo použito polotučné mléko, pro druhou sadu vzorků mléko plnotučné.

6.2.1 Surovinová skladba a značení vzorků

Polotučné mléko 1,5 % (w/w)

50_50_1,5: 50 % (w/w) jogurt, 50 % (w/w) kombucha

60_40_1,5: 60 % (w/w) jogurt, 40 % (w/w) kombucha

70_30_1,5: 70 % (w/w) jogurt, 30 % (w/w) kombucha

80_20_1,5: 80 % (w/w) jogurt, 20 % (w/w) kombucha

90_10_1,5: 90 % (w/w) jogurt, 10 % (w/w) kombucha

100_1,5: 100 % (w/w) jogurt

Plnotučné mléko 3,5 % (w/w)

50_50_3,5: 50 % (w/w) jogurt, 50 % (w/w) kombucha

60_40_3,5: 60 % (w/w) jogurt, 40 % (w/w) kombucha

70_30_3,5: 70 % (w/w) jogurt, 30 % (w/w) kombucha

80_20_3,5: 80 % (w/w) jogurt, 20 % (w/w) kombucha

90_10_3,5: 90 % (w/w) jogurt, 10 % (w/w) kombucha

100_3,5: 100 % (w/w) jogurt

6.2.2 Postup výroby vzorků

Příprava jogurtu

Na výrobu 5 l jogurtu bylo použito 250 g bílého jogurtu a 5 l UHT mléka. Mléko bylo zahřáto na teplotu 45 °C. Po zahřátí bylo mléko zaočkováno 250 g bílého jogurtu a bylo důkladně promícháno. Poté byla směs vložena do inkubátoru a nechala se kysat po dobu 4 h při teplotě 43 °C. Následně byl jogurt umístěn do lednice na dobu 12 h při teplotě 6 °C.

Byly vyrobeny dvě sady jogurtů. První sada byla vyrobena s použitím mléka polotučného, druhá s použitím mléka plnotučného.

Příprava kombuchy

Nejdříve bylo odváženo 18 g hojníku horského, který byl zalit 3 l vroucí vody a nechal se louhovat po dobu 10 minut. Následně byl čaj přefiltrován do sterilní skleněné nádoby a bylo přidáno 225 g cukru. Do takto připraveného čaje byla přidána matečná houba (SCOBY). Vzniklý nápoj se nechal fermentovat při laboratorní teplotě 25 ± 1 °C po dobu 7 dnů.

Příprava modelových vzorků

Odpovídající množství vyrobeného jogurtu bylo rozděleno do 12 sterilních sklenic o objemu 1 l, do nichž bylo přidáno přesné množství připravené kombuchy. Následně byla do vzorků přidána karboxymethylcelulóza v koncentraci 0,5 % (w/w) a směs byla mixována po dobu 5 minut. Z 12 připravených vzorků byly dva vzorky kontrolní, obsahující pouze jogurt, bez přídavku kombuchy a karboxymethylcelulózy.

Analýzy vzorků byly prováděny v časech 0 h a 24 h.

Tabulka 2: Surovinová skladba první sady vzorků s nižším obsahem tuku

Vzorek	Jogurt vyrobený z polotučného mléka [g]	Kombucha [ml]	Karboxymethylcelulóza [g]
50 50 1,5	500	500	5
60 40 1,5	600	400	5
70 30 1,5	700	300	5
80 20 1,5	800	200	5
90 10 1,5	900	100	5
100 1,5	1000	-	-

Tabulka 3: Surovinová skladba druhé sady vzorků s vyšším obsahem tuku

Vzorek	Jogurt vyrobený z plnotučného mléka [g]	Kombucha [ml]	Karboxymethylcelulóza [g]
50 50 3,5	500	500	5
60 40 3,5	600	400	5
70 30 3,5	700	300	5
80 20 3,5	800	200	5
90 10 3,5	900	100	5
100 3,5	1000	-	-

6.3 Fyzikálně-chemická analýza

Z vyrobených modelových vzorků byla vždy část vzorku odebrána a byla provedena příslušná analýza. Odběry vzorků pro stanovení pH a titrační kyselosti proběhly v časech 0 h a 24 h. Odběr vzorků pro stanovení sušiny proběhl v čase 0 h.

6.3.1 Stanovení pH

Na stanovení hodnot pH modelových vzorků byl použit digitální vpichový pH metr (pH meter, HI 99161, Foodcare, Hanna Instruments, USA). Měření hodnot pH probíhalo při

laboratorní teplotě 20 ± 2 °C a u každého vzorku bylo provedeno celkem třikrát ($n=3$). Měření hodnot pH proběhlo v časech 0 h a 24 h.

6.3.2 Stanovení titrační kyselosti

Pro stanovení titrační kyselosti bylo nejdříve připraveno 500 ml roztoku NaOH o koncentraci 0,1 M. Na předvázkách bylo naváženo potřebné množství NaOH na přípravu tohoto roztoku. Následně byla provedena standardizace.

Standardizace odměrného roztoku NaOH

Na analytických vahách (s přesností na čtyři desetinná místa) bylo naváženo vypočítané množství dihydrátu kyseliny šťavelové. Navážka byla převedena do titrační baňky a zředěna přiměřeným objemem destilované vody. Byl přidán indikátor fenolftalein a titrovalo se odměrným roztokem 0,1 M NaOH do slabě růžového zbarvení.

$$c = \frac{2 \times m}{V \times M}$$

Kde: c ... koncentrace roztoku hydroxidu sodného [$\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$]

m ... hmotnost dihydrátu kyseliny šťavelové [g]

V ... objem titrovaného roztoku hydroxidu sodného [l]

M ... molární hmotnost dihydrátu kyseliny šťavelové [$\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$]

Stanovení titrační kyselosti vzorků

Na analytických vahách bylo naváženo 10 g vzorku s přesností na čtyři desetinná místa. Navážka byla převedena do titrační baňky spolu s 30 ml destilované vody a byla důkladně promíchána. Byl přidán indikátor fenolftalein. Poté se titrovalo připraveným roztokem NaOH do slabě růžového zbarvení. Následně byl zaznamenán objem spotřebovaného roztoku NaOH. Měření bylo provedeno pro každý vzorek celkem třikrát ($n=3$), při laboratorní teplotě 20 ± 2 °C, v časech 0 h a 24 h.

Výpočet titrační kyselosti:

$$TK = \frac{V \times c \times M}{m} \times 100$$

Kde: TK...titrační kyselost vzorku [g kyseliny mléčné/100 g]

V... objem titrovaného roztoku hydroxidu sodného [l]

c... skutečná koncentrace roztoku hydroxidu sodného [mol·l⁻¹]

M...molární hmotnost kyseliny šťavelové [g·mol⁻¹]

m...navážka vzorku [g]

6.3.3 Stanovení sušiny

Stanovení sušiny proběhlo v čase 0 h. Nejdříve byla na analytických vahách zvážena pouze hliníková miska, která obsahovala křemenný písek a skleněnou tyčinku. Vážilo se vždy s přesností na 4 desetinná místa. Po zaznamenání naměřené hmotnosti hliníkové misky se vždy přidalo 5 g vzorku a získaná hmotnost navážky vzorku se opět zaznamenala. Následně byl vzorek důkladně promíchán s křemenným pískem a vložen do sušárny. Sušení vzorků probíhalo při teplotě 102 ± 2 °C do konstantní hmotnosti. Po skončení sušení se vzorky nechaly vychladnout a poté byly znovu zváženy na analytických vahách. Měření bylo pro každý vzorek provedeno celkem třikrát (n=3).

Výpočet celkového obsahu sušiny:

$$S = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \times 100$$

Kde: S ... obsah sušiny [%]

m₁ ... hmotnost misky s křemenný pískem a skleněnou tyčinkou před sušením [g]

m₂ ... hmotnost misky s křemenným pískem, skleněnou tyčinkou a navážkou vzorku před sušením [g]

m₃ ... hmotnost misky s křemenným pískem, skleněnou tyčinkou a navážkou vzorku po vysušení [g]

6.4 Reologická analýza

Při reologické analýze byly zkoumány dvě fyzikální veličiny: smyková rychlost modelových vzorků a smykové napětí, známé také jako mez toku. Měření bylo prováděno pomocí rotačního reometru HAAKE RheoStress 1 (Thermo Fisher Scientific, USA) s použitím geometrie válec-válec. Pro každé měření byl použit vzorek o objemu 15 ml, přičemž experiment probíhal při laboratorní teplotě 20 ± 1 °C. Analýza byla provedena v časech 0 h a 24 h. Každý vzorek byl vždy měřen dvakrát ($n=2$).

Vyhodnocení naměřených dat bylo provedeno pomocí softwaru Rheology Lite for Windows. Byly použity tři modely, a to Power Law model, Bingham model a Herschel-Bulkley model.

6.4.1 Power Law model

Tento model je definován vztahem:

$$\tau = K * \gamma^n$$

Kde: τ ... smykové napětí [Pa]

K ... součinitel konzistence [$\text{Pa} \cdot \text{s}^n$]

n ... index tokového chování [-]

γ ... smyková rychlost [$1/\text{s}$]

6.4.2 Herschel-Bulkley model

Tento model je definován vztahem:

$$\tau = \tau_0 + K * \gamma^n$$

Kde: τ ... smykové napětí [Pa]

τ_0 ... mez toku [Pa]

K ... součinitel konzistence [$\text{Pa} \cdot \text{s}^n$]

n ... index tokového chování [-]

γ ... smyková rychlost [$1/\text{s}$]

6.4.3 Bingham model

Tento model je definován vztahem:

$$\tau = \tau_0 + \eta_B * \gamma$$

Kde: τ ... smykové napětí [Pa]

τ_0 ...mez toku [Pa]

η_B ...Binghamova viskozita [Pa·s]

γ ... smyková rychlost [1/s]

6.5 Měření barvy

Měření barvy modelových vzorků bylo provedeno pomocí spektrofotometru Ultrascan PRO (HunterLab, USA) v trojrozměrném prostoru CIE $L^*a^*b^*$ a to v časech 0 h a 24 h. Všechny vzorky byly vždy měřeny třikrát ($n=3$).

Barevný prostor CIE $L^*a^*b^*$ je často používán při určování barvy vzorků. Tento systém reprezentuje barvu jako bod v trojrozměrném prostoru, kde:

- L^* vyjadřuje světlost barvy (hodnota 0 odpovídá černé a 100 bílé),
- a^* určuje barevný rozsah mezi zelenou ($-a^*$) a červenou ($+a^*$),
- b^* popisuje barevný rozsah od modré ($-b^*$) po žlutou ($+b^*$).

Souřadnice L^* se nachází ve svislé rovině, zatímco souřadnice a^* a b^* leží v rovině horizontální (McGuire 1992).

6.6 Senzorická analýza

Modelové vzorky byly podrobeny senzorické analýze. Hodnocení vzorků bylo provedeno v čase 24 h a zúčastnilo se ho celkem 8 hodnotitelů. Vzorky byly podávány v náhodném pořadí, označené třímístným číselným kódem, aby nemohlo dojít k ovlivnění hodnotitelů. Sledovanými organoleptickými vlastnostmi byly vzhled a barva, textura, chuť, cizí chutě a celkový dojem. K hodnocení byla využita pěti bodová stupnice.

Stupnicová zkouška:

1. Zcela nevyhovující, nedostatečné – Jogurtový nápoj má výrazně nepříjemné vlastnosti (např. nepřírozenou chuť, nepříjemnou vůni, hrudkovitou nebo příliš řídkou konzistenci), které znemožňují jeho konzumaci.
2. Spíše nevyhovující, uspokojivé – Jogurtový nápoj má patrné nedostatky (např. chuť je příliš kyselá nebo mdlá, vůně je slabá nebo nepřírozená, konzistence není příjemná), ale stále je konzumovatelný.
3. Průměrný, dobré – Jogurtový nápoj nemá výrazné přednosti ani nedostatky; jeho chuť, vůně a konzistence jsou přiměřené, ale nijak nevynikají.
4. Spíše vyhovující, výborné – Jogurtový nápoj má převážně pozitivní vlastnosti (např. vyváženou chuť, příjemnou vůni, hladkou a konzistentní texturu), které z něj činí příjemný produkt.
5. Zcela vyhovující, vynikající – Jogurtový nápoj je výjimečně kvalitní, s lahodnou a harmonickou chutí, osvěžující vůní a perfektní konzistencí; překračuje očekávání.

Senzorický dotazník je uveden v příloze 1.

7 VÝSLEDKY A DISKUZE

7.1 Vyhodnocení fyzikálně-chemické analýzy

Výsledky a vyhodnocení dat získaných z fyzikálně-chemické analýzy jsou popsány v rámci jednotlivých podkapitol.

7.1.1 Výsledky stanovení pH

pH vzorků bylo měřeno v časech 0 h a 24 h a každý vzorek byl vždy měřen třikrát. Jak vyplývá z obrázků 3 a 4, hodnota pH klesá se zvyšujícím se přídatkem kombuchy. Obě sady vzorků mají téměř shodné hodnoty pH, a tudíž tučnost mléka, ze kterého byly modelové vzorky vyrobeny, neměla na výsledné rozdíly hodnot pH významný vliv.

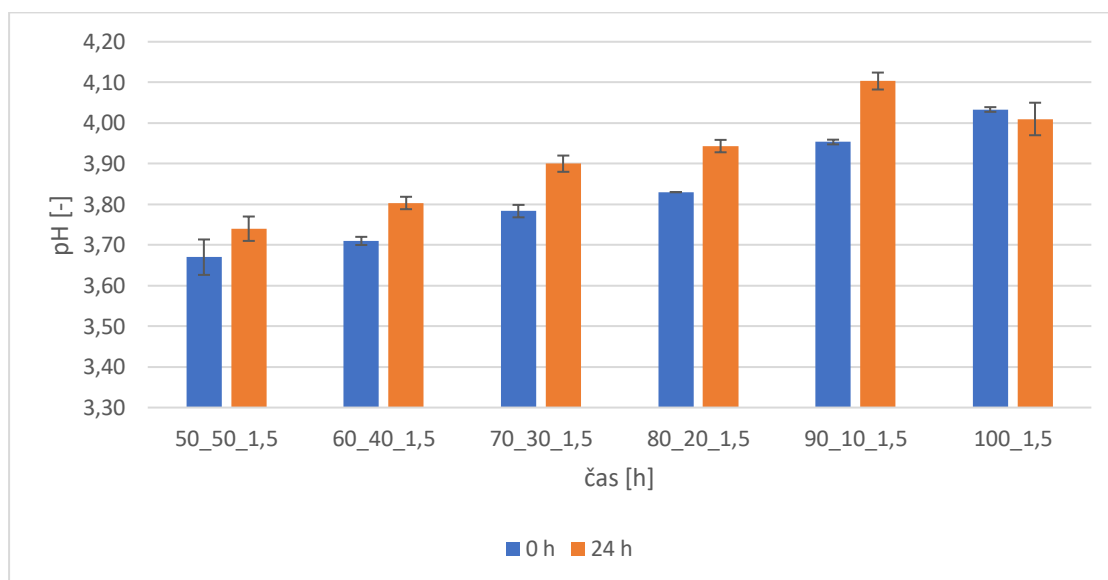
V první sadě vzorků vykazuje nejnižší hodnoty pH vzorek 50_50_1,5, tedy vzorek, který obsahoval 50 % (w/w) jogurtu vyrobeného z polotučného mléka a 50 % (w/w) kombuchy z řeckého horského čaje. V průběhu času došlo k mírnému zvýšení hodnot pH vzorků. Nejvyšší rozdíl mezi hodnotami pH byl zaznamenán u vzorku 90_10_1,5, tedy vzorku, který obsahoval 90 % (w/w) jogurtu vyrobeného z polotučného mléka a 10 % (w/w) kombuchy z řeckého horského čaje.

V druhé sadě vzorků měl nejnižší hodnoty pH opět vzorek 50_50_3,5, tedy vzorek, který obsahoval 50 % (w/w) jogurtu vyrobeného z plnotučného mléka a 50 % (w/w) kombuchy z řeckého horského čaje. V průběhu času došlo rovněž k mírnému zvýšení hodnot pH vzorků. Nejvyšší rozdíl mezi hodnotami pH byl zaznamenán u vzorku 70_30_3,5, tedy vzorku, který obsahoval 70 % (w/w) jogurtu vyrobeného z plnotučného mléka a 30 % (w/w) kombuchy z řeckého horského čaje.

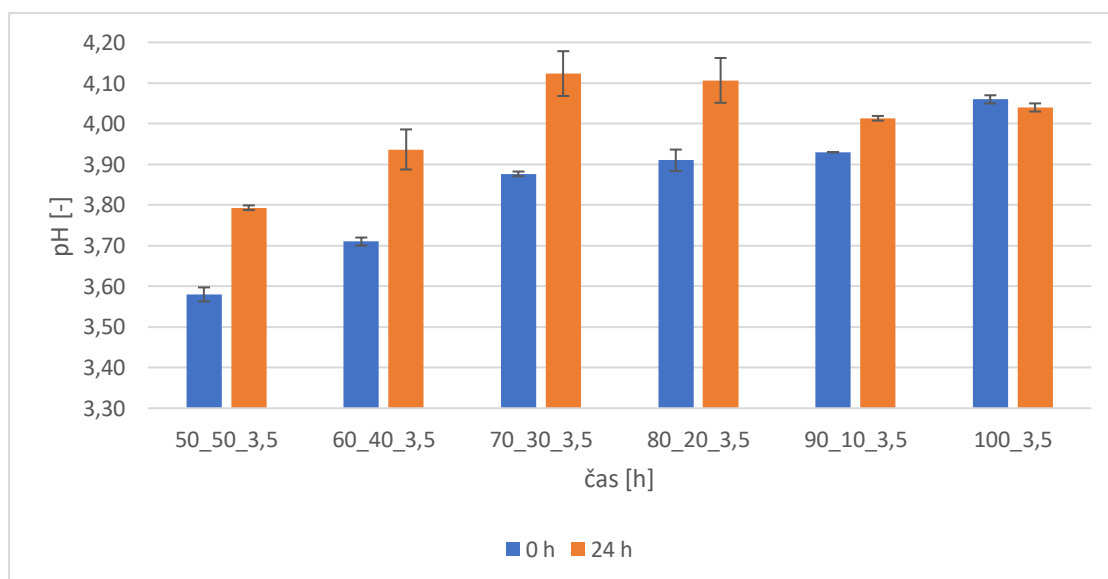
Studie Ranaweera et al. (2022) se zabývala výrobou jogurtových nápojů, do kterých byla jako ochucující složka přidána graviola. pH vzorků bylo měřeno v čase 0 h. pH jogurtového nápoje ochuceného graviolou mělo hodnotu $4,45 \pm 0,01$, což je vyšší hodnota než u vzorků vyrobených v rámci této práce. pH kontrolního vzorku (pouze jogurtový nápoj, bez přídatku gravioly) bylo $4,52 \pm 0,01$.

Studie Abdeldaiem et al. (2023) se zabývala přípravou jogurtových nápojů s přídatkem prášku z praženého ječmene v různých poměrech. pH kontrolního vzorku (pouze jogurtový nápoj) první den měření bylo $5,12 \pm 0,05$, pH jogurtového nápoje s nejvyšším přídatkem praženého ječmene (3 % w/w) bylo první den měření $4,51 \pm 0,05$.

Ve studii Sinamo et al. (2020) byly zkoumány jogurtové nápoje z buvolího mléka. Celkem byly vyrobeny dvě sady vzorků po třech kusech. Vzorky byly zaočkovány jogurtovou kulturou v poměru 3 %, 5 % a 10 % (w/w). První sada vzorků se nechala fermentovat 8 h, druhá sada 12 h. pH vzorků se pohybovalo v rozmezí od 3,87 do 4,37. pH vzorků klesalo s rostoucí koncentrací startovací kultury a s dobou fermentace. Nejnižší hodnotu pH měl vzorek, který obsahoval 10 % (w/w) startovací kultury a byl fermentován po dobu 12 h.



Obrázek 3: Výsledné hodnoty pH u vzorků s nižším obsahem tuku



Obrázek 4: Výsledné hodnoty pH u vzorků s vyšším obsahem tuku

7.1.2 Výsledky stanovení titrační kyselosti

Titrační kyselost modelových vzorků byla měřena v časech 0 h a 24 h, každý vzorek byl měřen vždy třikrát. Vzorky s nižším obsahem tuku měly vyšší titrační kyselost, než vzorky, které měly obsah tuku vyšší. Jak vyplývá z tabulek 4 a 5, tak se zvyšujícím se podílem obsahu kombuchy ve vzorcích, se zvyšovala i jejich titrační kyselost.

V první sadě vzorků měl nejvyšší titrační kyselost vzorek 50_50_1,5, tedy vzorek, který obsahoval 50 % (w/w) jogurtu vyrobeného z polotučného mléka a 50 % (w/w) kombuchy z řeckého horského čaje. Naopak nejnižší titrační kyselost měl vzorek 100_1,5, tedy vzorek kontrolní, který obsahoval pouze jogurt vyrobený z polotučného mléka. V průběhu času nebyl zaznamenán významný rozdíl v titrační kyselosti vzorků. Vzorky z této sady měly téměř shodnou titrační kyselost v obou časech měření.

V druhé sadě vzorků měl opět nejvyšší titrační kyselost vzorek 50_50_3,5, tedy vzorek, který obsahoval nejvyšší přídavek kombuchy z řeckého horského čaje. V této sadě vzorků měl nejnižší titrační kyselost vzorek 70_30_3,5, tedy vzorek, který obsahoval 70 % (w/w) jogurtu vyrobeného z plnotučného mléka a 30 % (w/w) kombuchy z řeckého horského čaje. Jinak zde platil stejný trend jako pro první sadu vzorků. V průběhu času byl zaznamenán rozdíl v titrační kyselosti u vzorků 50_50_3,5 a 60_40_3,5. Při prvním měření, které proběhlo v čase 0 h, měly tyto vzorky vyšší titrační kyselost než během měření druhého, které proběhlo v čase 24 h. Zbývající vzorky z této sady měly téměř shodnou titrační kyselost v obou časech měření.

Studie Ranaweera et al. (2022) se zabývala výrobou jogurtových nápojů, do kterých byla jako ochucující složka přidána graviola. Titrační kyselost jogurtového nápoje ochuceného graviolou měla hodnotu $0,85 \pm 0,01$ % v čase 0 h. Této hodnotě se svojí titrační kyselostí nejvíce blíží vzorek 70_30_3,5 vyrobený v rámci této práce.

Studie Gursoy, et al. (2016) se zabývala výrobou jogurtových nápojů. První den měření byla titrační kyselost těchto jogurtových nápojů 0,43 % 5. den měření byla 0,48 % a 10. den měření byla 0,52 %.

Studie Abdeldaiem et al. (2023) se zabývala přípravou jogurtových nápojů s přídavkem praženého ječmene v různých poměrech. Titrační kyselost kontrolního vzorku (pouze jogurtový nápoj) byla první den měření $0,61 \pm 0,02$ g kyseliny mléčné/100 g vzorku. Titrační kyselost jogurtového nápoje s nejvyšším přídavkem praženého ječmene (3 % w/w) byla první den měření $0,85 \pm 0,03$ g kyseliny mléčné/100 g vzorku.

Studie Akkoyun a Arslan (2020) se zabývala výrobou ayranu s přidavkem mouky z quinoi v poměrech 0,1 %, 0,2 %, 0,3 % a 0,4 % (w/w). Rovněž byl vyroben jeden kontrolní vzorek bez přidavku quinoi. Titrační kyselost kontrolního vzorku byla $0,48 \pm 0,02$ %. Titrační kyselost vzorku s nejvyšším přidavkem mouky z quinoi byla $0,56 \pm 0,02$ %.

Ve studii Sinamo et al. (2020) byly zkoumány jogurtové nápoje z buvolího mléka. Celkem byly vyrobeny dvě sady vzorků po třech kusech. Vzorky byly zaočkovány jogurtovou kulturou v poměru 3 %, 5 % a 10 % (w/w). První sada vzorků se nechala fermentovat 8 h, druhá sada 12 h. Titrační kyselost jogurtových nápojů z buvolího mléka se pohybovala v rozmezí od 0,62 do 0,92 %. Titrační kyselost vzorků se zvyšovala s rostoucí koncentrací startovací kultury a s dobou fermentace. Nejvyšší titrační kyselost měl vzorek, který obsahoval 10 % (w/w) startovací kultury a byl fermentován po dobu 12 h, naopak nejnižší titrační kyselost měl vzorek, který obsahoval 3 % (w/w) startovací kultury a byl fermentován po dobu 8 h.

Tabulka 4: Výsledné hodnoty titrační kyselosti u vzorků s nižším obsahem tuku

0 h				24 h		
Vzorek	TK [g kys. mléčné/100 g]	Smodch		Vzorek	TK [g kys. mléčné/100 g]	Smodch
50 50 1,5	1,12	0,00		50 50 1,5	1,11	0,00
60 40 1,5	1,07	0,06		60 40 1,5	1,07	0,01
70 30 1,5	1,08	0,15		70 30 1,5	1,02	0,01
80 20 1,5	0,99	0,01		80 20 1,5	0,99	0,01
90 10 1,5	0,94	0,00		90 10 1,5	0,93	0,01
100 1,5	0,88	0,00		100 1,5	0,88	0,00

Tabulka 5: Výsledné hodnoty titrační kyselosti u vzorků s vyšším obsahem tuku

0 h				24 h		
Vzorek	TK [g kys. mléčné/100 g]	Smodch		Vzorek	TK [g kys. mléčné/100 g]	Smodch
50 50 3,5	1,08	0,00		50 50 3,5	1,06	0,01
60 40 3,5	1,02	0,00		60 40 3,5	0,99	0,05
70 30 3,5	0,83	0,00		70 30 3,5	0,83	0,00
80 20 3,5	0,90	0,02		80 20 3,5	0,90	0,00
90 10 3,5	0,90	0,00		90 10 3,5	0,90	0,01
100 3,5	0,85	0,00		100 3,5	0,83	0,02

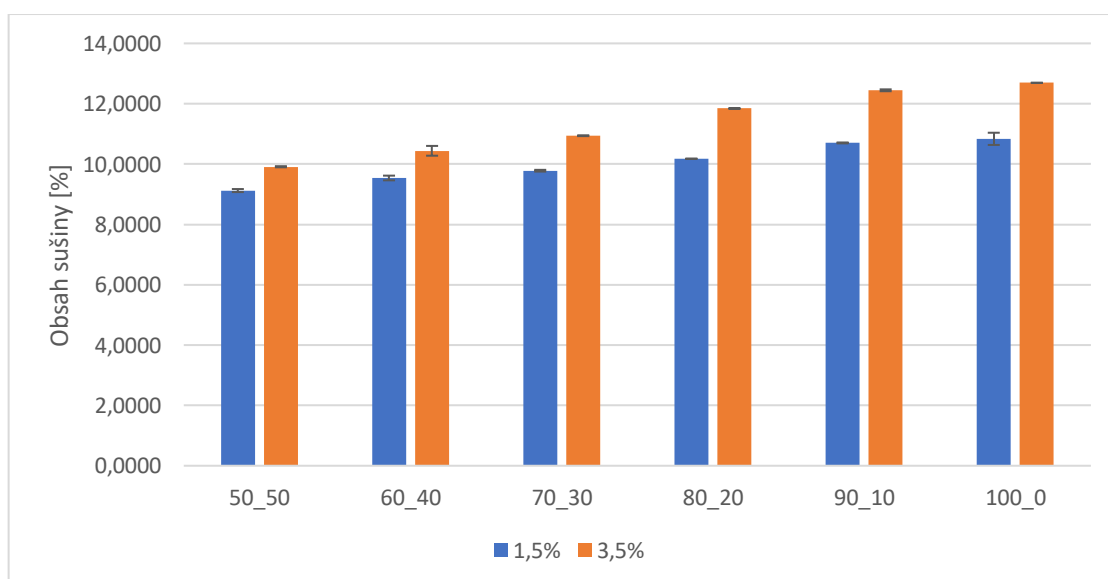
7.1.3 Výsledky stanovení obsahu sušiny

Stanovení obsahu sušiny proběhlo v čase 0 h a každý vzorek byl vždy měřen dvakrát. Jak je patrné z obrázku č. 5, tak se zvyšujícím se podílem obsahu jogurtu ve vzorcích, roste i jejich sušina. Rovněž je vidět, že obsah tuku má vliv na sušinu vzorků, protože vzorky, na jejichž výrobu bylo použito mléko plnotučné mají vyšší obsah sušiny než vzorky vyrobené z mléka polotučného. Tudiž nejvyšší obsah sušiny měl vzorek 100_3,5, který byl vyroben jako kontrolní a obsahoval pouze jogurt z plnotučného mléka, bez přídavku kombuchy. Naopak nejnižší obsah sušiny měl vzorek 50_50_1,5. Tento vzorek obsahoval 50 % (w/w) jogurtu vyrobeného z mléka polotučného a 50 % (w/w) kombuchy z řeckého horského čaje.

Nejvyšší rozdíl v obsahu sušiny byl zaznamenán mezi vzorky 100_1,5 a 100_3,5. Jedná se o vzorky, které byly vyrobeny jako kontrolní, a které obsahovaly pouze jogurt, bez přídavku kombuchy z řeckého horského čaje. Naopak nejmenší rozdíl v obsahu sušiny byl mezi vzorky 50_50_1,5 a 50_50_3,5, tedy vzorky, které obsahovaly nejvyšší přídavek kombuchy z řeckého horského čaje.

Studie Ranaweera et al. (2022) se zabývala výrobou jogurtových nápojů, do kterých byla jako ochucující složka přidána graviola. Vlhkost jogurtového nápoje ochuceného graviolou měřená v čase 0 h byla $83,67 \pm 0,31$ %, vlhkost kontrolního jogurtového nápoje byla $84,67 \pm 0,35$ %.

Ve studii Silva et al. (2022) měl jogurtový nápoj vlhkost $81,10 \pm 0,71$ %.



Obrázek 5: Výsledné hodnoty obsahu sušiny obou sad vzorků

7.2 Výsledky reologické analýzy

Výsledky a vyhodnocení dat získaných z reologické analýzy jsou popsány v rámci jednotlivých podkapitol. Měření bylo provedeno v časech 0 h a 24 h.

Kapaliny můžeme rozdělit na dvě skupiny. První skupina kapalin se nazývá newtonovské (např. voda), u těchto kapalin je viskozita při dané teplotě a tlaku fyzikální konstantou. Druhou skupinou jsou kapaliny nenewtonovské (např. emulze), u těchto kapalin není viskozita fyzikální konstantou. Nenewtonovské kapaliny můžeme dělit na tři podskupiny, a to kapaliny pseudoplastické, dilatantní a binghamské (Tabilo-Munizaga a Barbosa-Canovas 2005; Holubová, 2014).

V tabulkách 4-7 jsou uvedeny hodnoty K , n , R^2 získané z PowerLaw a Herschel-Bulkley modelů. Hodnota K (Consistency coefficient), hodnota n (Flow behavior index), pokud je hodnota $n < 1$, tak kapalina vykazuje pseudoplastické chování, hodnota R^2 (Coefficient of determination) udává, jak daný model odpovídá reálným naměřeným datům, čím více se blíží hodnotě 1, tím lépe pasuje (Gursoy et al., 2016; Aguilar-Raymundo a Velez-Ruiz 2019).

7.2.1 PowerLaw model

Na obrázcích 6 a 7 je znázorněna závislost smykového napětí na smykové rychlosti vzorků s nižším obsahem tuku v čase 0 h a 24 h. Všechny vzorky vykazují pseudoplastické chování. Tokový index n je u všech vzorků menší než 1. Nejvyšší hodnoty smykového napětí byly zaznamenány u vzorku 100_1,5 (kontrolní vzorek), zatímco nejnižší hodnoty vykazoval vzorek 60_40_1,5. V tabulkách 6 a 7 je vidět, že hodnoty R^2 jsou v rozmezí od 0,9870 do 0,9989, což značí použití vhodného modelu pro popis těchto vzorků. Dále je vidět, že hodnota K se snižuje s přidavkem kombuchy, a proto nejnižší hodnotu K měl vzorek 50_50_1,5 a naopak nejvyšší hodnotu K měl vzorek 100_1,5.

Na obrázcích 8 a 9 je znázorněna závislost smykového napětí na smykové rychlosti vzorků s vyšším obsahem tuku v čase 0 h a 24 h. Všechny vzorky vykazují pseudoplastické chování. Tokový index n je u všech vzorků menší než 1. Nejvyšší hodnoty smykového napětí vykazuje v obou případech vzorek 100_3,5, naopak nejnižší hodnoty vykazuje opět vzorek 60_40_1,5. V tabulkách 6 a 7 je vidět, že v průběhu 24 h došlo k mírnému poklesu hodnot K , což značí mírný pokles viskozity vzorků. Hodnoty R^2 opět značí vhodnost použitého

modelu. Vzorky s vyšším obsahem tuku vykazují vyšší hodnoty smykového napětí než vzorky s nižším obsahem tuku.

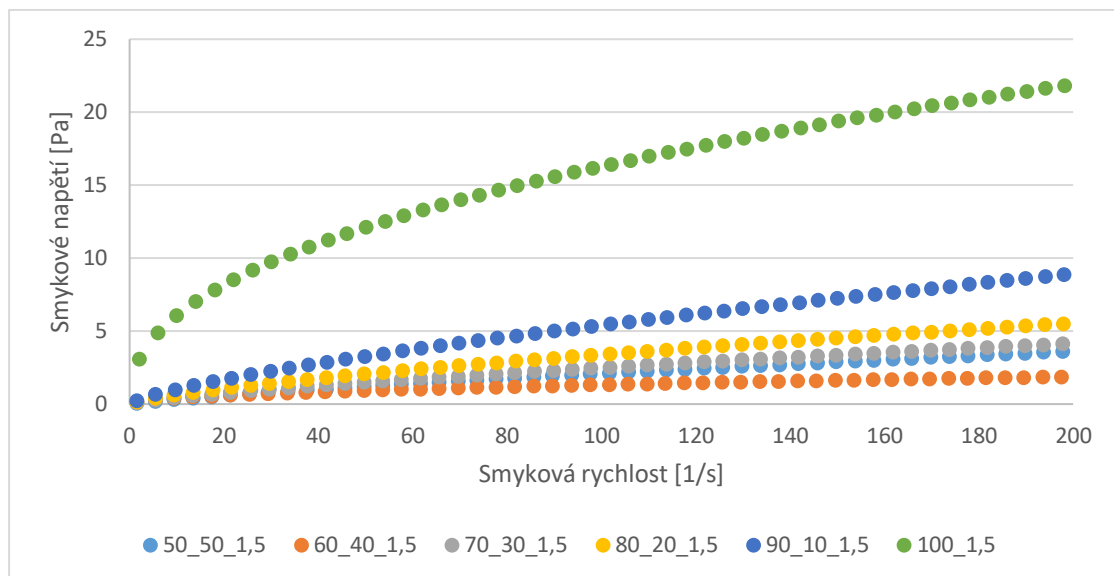
Studie Wang et al. (2020) se zabývala výrobou jogurtových nápojů, do kterých byly přidány jablečné výlisky v poměrech 2 %, 4 %, 6 % (w/w). Vzorky byly dále rozděleny do tří sad dle obsahu tukuprosté sušiny na 3 %, 5 % a 7 % (w/w). V každé sadě byl jeden kontrolní vzorek. Všechny vzorky měly hodnotu R^2 vyšší než 0,98. Tokový index n byl u všech vzorků menší než 1. Vzorky tedy vykazovaly pseudoplastické chování. Vzorky s vyšší dávkou jablečných výlisků vykazovaly nižší hodnotu n . Vzorky s vyšším obsahem jablečných výlisků měly vyšší hodnoty K .

Studie Akkoyun a Arslan (2020) se zabývala výrobou ayranu s přídavkem mouky z quinoi v poměrech 0,1 %, 0,2 %, 0,3 % a 0,4 % (w/w). Rovněž byl vyroben jeden kontrolní vzorek bez přídavku quinoi. Index toku vzorků ayranu se pohyboval v rozmezí od 0,72 pro vzorek s nejvyšším přídavkem mouky z quinoi do 0,93 pro kontrolní vzorek. V této studii byl index toku vzorků ayranu menší než 1, což ukazuje na nenewtonovské pseudoplastické chování vzorků. Hodnoty K se zvyšovaly s rostoucím přídavkem mouky z quinoi. Hodnoty R^2 byly vyšší než 0,98, což značí použití vhodného modelu pro popis těchto vzorků.

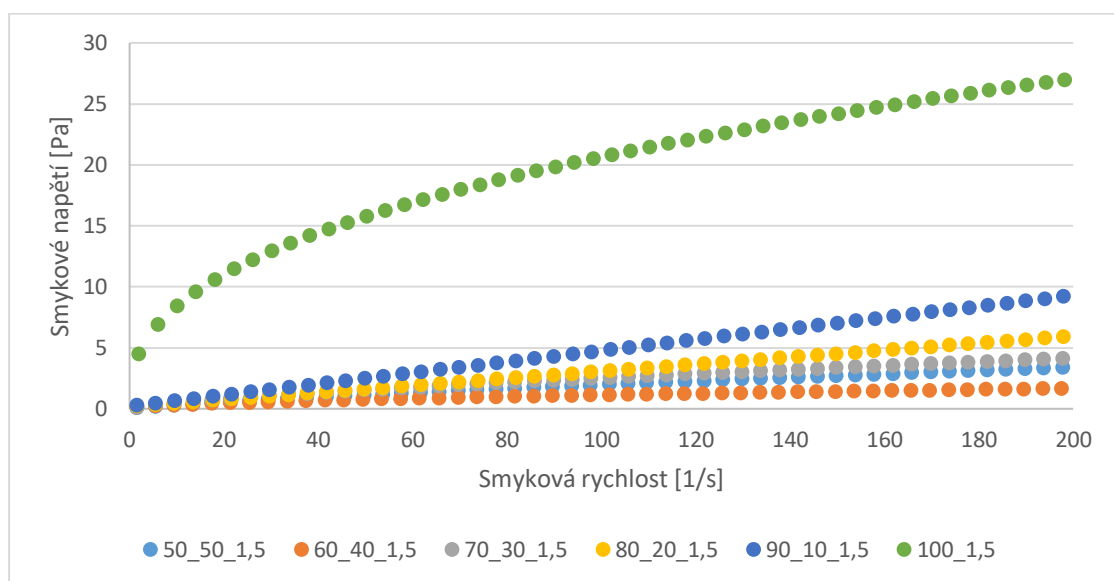
Studie Uzay et al. (2021) se zabývala reologickou analýzou ayranu, šalgamu a jejich směsí v různých poměrech při teplotách 4, 8 a 12 °C. Ayran vykazoval při 4 °C mírně pseudoplastické chování, protože index toku n byl 0,9. Naopak šalgam měl při 4 °C mírně dilatantní charakter ($n = 1,2$), stejně jako jejich směsí, u nichž se hodnota n pohybovala v rozmezí od 1,1 do 1,3. Bylo pozorováno, že hodnota K se zvyšovala s rostoucím podílem ayranu ve směsi ayran–šalgam při konstantní teplotě. Hodnoty R^2 byly vyšší než 0,82.

Studie Eduardo et al. (2014) se zabývala reologickou analýzou komerčních čokoládových mléčných nápojů. Celkem bylo hodnoceno devět vzorků mléčných nápojů. Všechny vzorky vykazovaly pseudoplastické chování. Hodnoty tokového indexu n byly v rozmezí 0,385-0,625. Hodnoty K byly v rozmezí 0,150-0,867 Pa·s ^{n} . Hodnoty R^2 byly vyšší než 0,89.

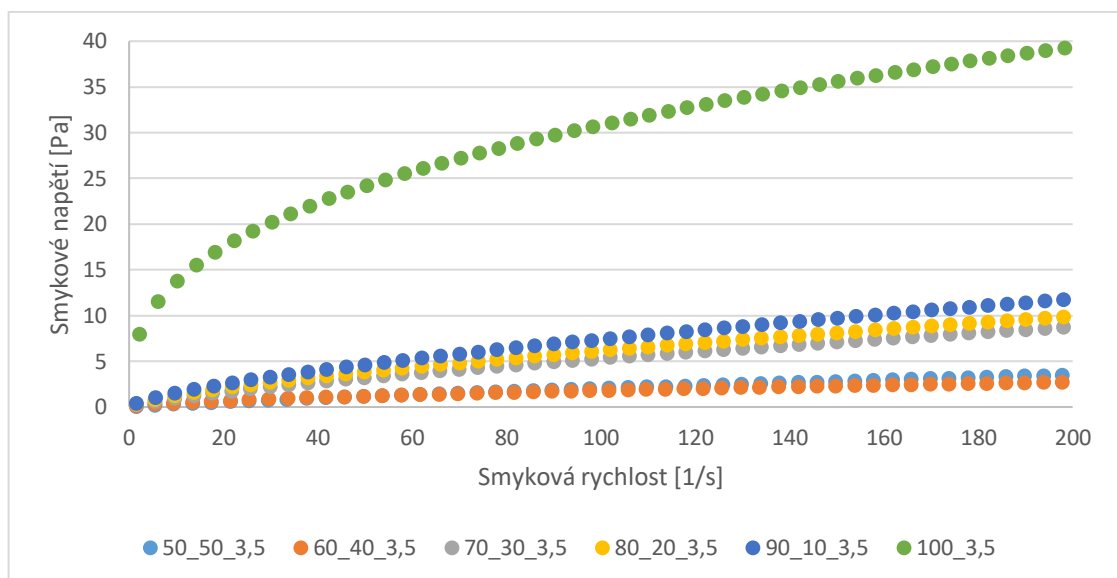
Studie Egea et al. (2023) se zabývala analýzou vzorků sojového mléka, do kterých byly přidány kefirová zrna a vzorky se nechaly fermentovat. Všechny vzorky vykazovaly pseudoplastické chování, tokový index n byl menší než 1. Hodnoty R^2 byly vyšší než 0,96.



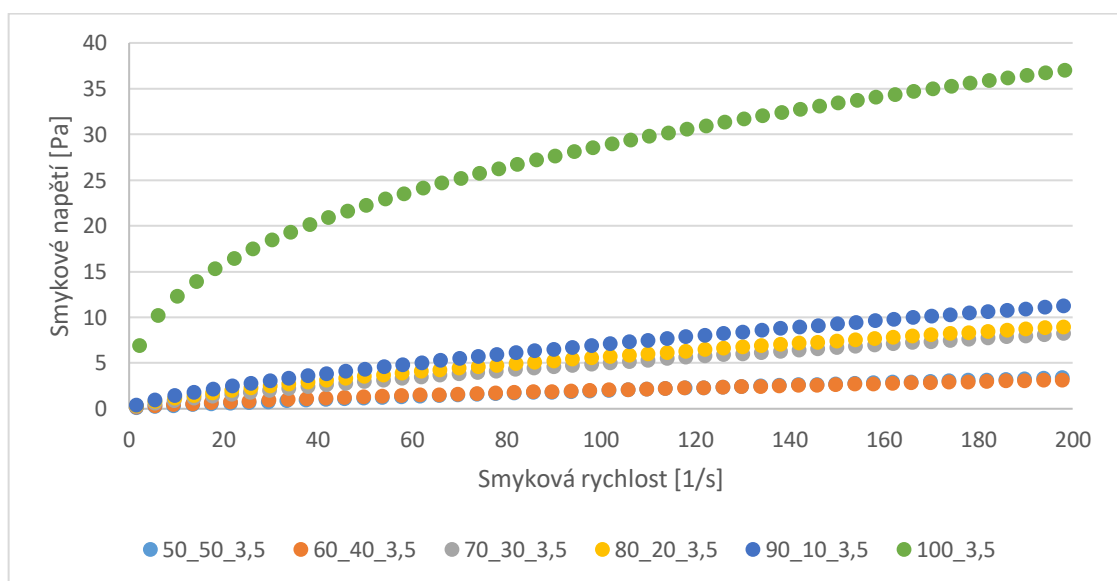
Obrázek 6: Závislost smykového napětí na smykové rychlosti vzorků s nižším obsahem tuku v čase 0 h z PowerLaw modelu



Obrázek 7: Závislost smykového napětí na smykové rychlosti vzorků s nižším obsahem tuku v čase 24 h z PowerLaw modelu



Obrázek 8: Závislost smykového napětí na smykové rychlosti vzorků s vyšším obsahem tuku v čase 0 h z PowerLaw modelu



Obrázek 9: Závislost smykového napětí na smykové rychlosti vzorků s vyšším obsahem tuku v čase 24 h z PowerLaw modelu

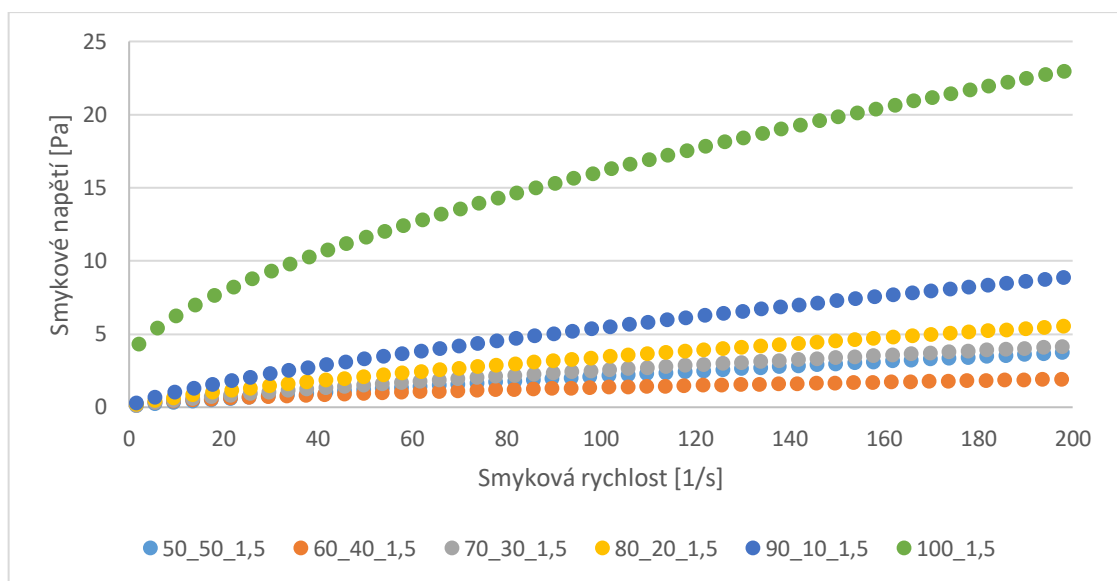
Tabulka 6: Hodnoty z PowerLaw modelu pro obě sady vzorků v čase 0 h

Vzorek	K [Pa·s ⁿ]	n [-]	R ²
50_50_1,5	0,055	0,792	0,9988
60_40_1,5	0,134	0,500	0,9989
70_30_1,5	0,087	0,730	0,9965
80_20_1,5	0,130	0,709	0,9902
90_10_1,5	0,196	0,721	0,9825
100_1,5	2,274	0,428	0,9891
Vzorek	K [Pa·s ⁿ]	n [-]	R ²
50_50_3,5	0,054	0,789	0,9985
60_40_3,5	0,119	0,595	0,9999
70_30_3,5	0,196	0,718	0,9893
80_20_3,5	0,273	0,678	0,9835
90_10_3,5	0,333	0,674	0,9894
100_3,5	6,086	0,353	0,9914

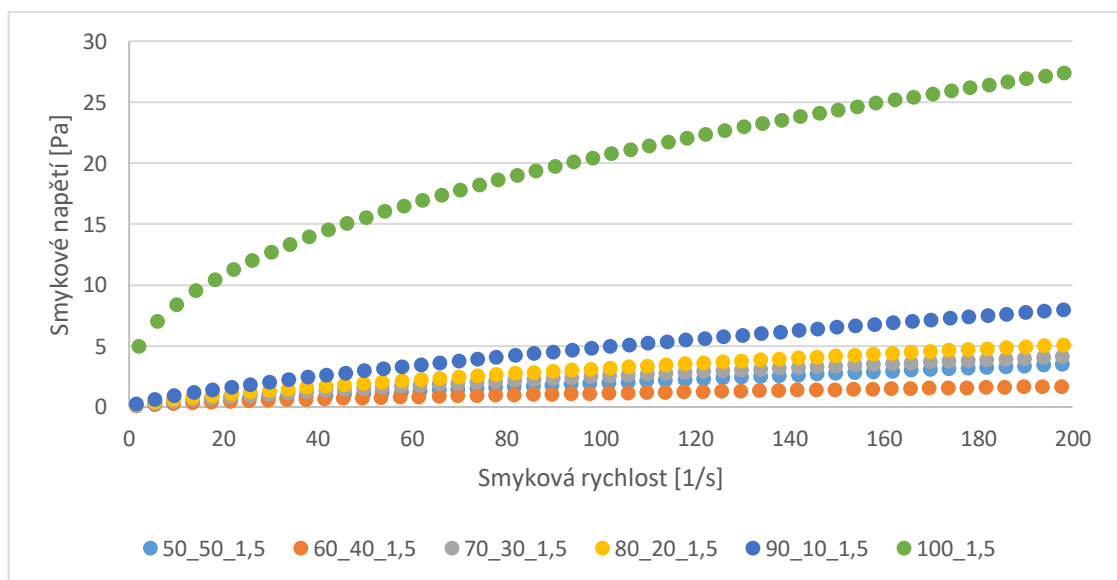
Tabulka 7: Hodnoty z PowerLaw modelu pro obě sady vzorků v čase 24 h

Vzorek	K [Pa·s ⁿ]	n [-]	R ²
50_50_1,5	0,050	0,796	0,9979
60_40_1,5	0,080	0,571	0,9987
70_30_1,5	0,091	0,721	0,9970
80_20_1,5	0,126	0,699	0,9902
90_10_1,5	0,175	0,722	0,9870
100_1,5	3,409	0,391	0,9919
Vzorek	K [Pa·s ⁿ]	n [-]	R ²
50_50_3,5	0,053	0,785	0,9981
60_40_3,5	0,098	0,655	0,9997
70_30_3,5	0,162	0,742	0,9942
80_20_3,5	0,244	0,681	0,9833
90_10_3,5	0,288	0,693	0,9867
100_3,5	5,196	0,371	0,9962

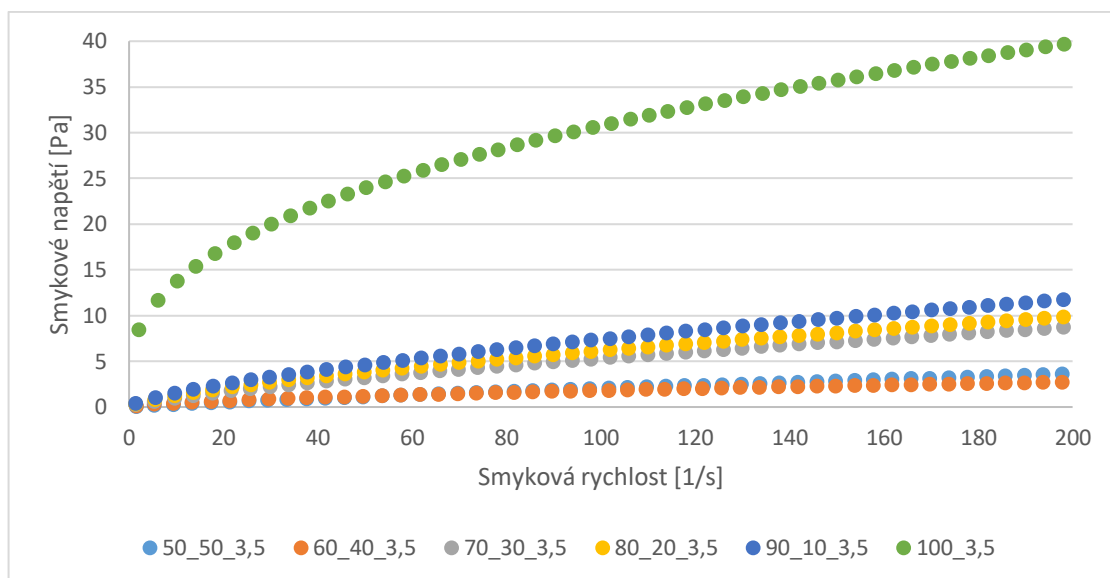
7.2.2 Herschel-Bulkley model



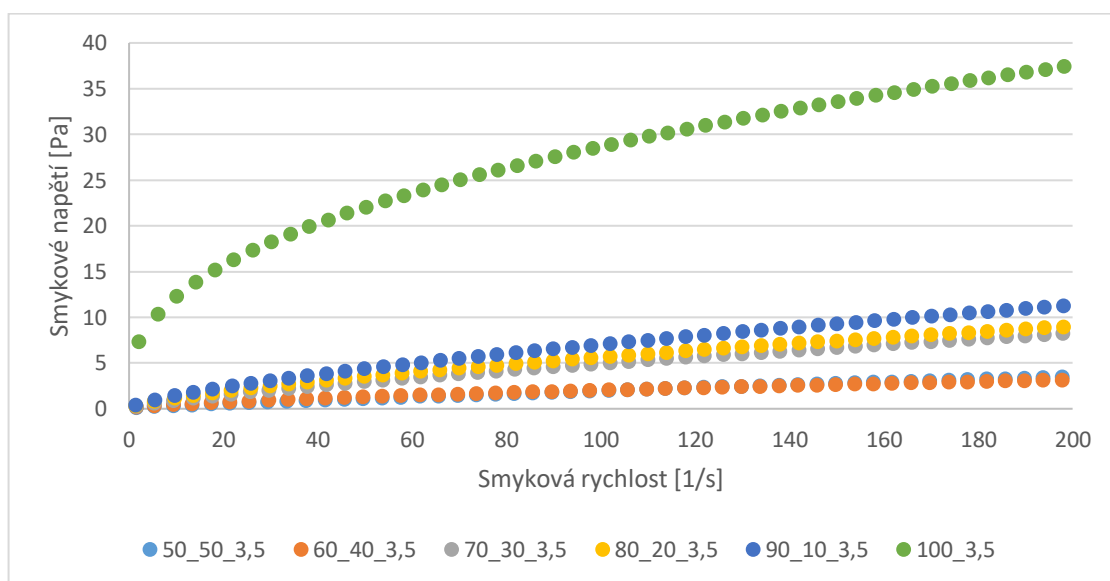
Obrázek 10: Závislost smykového napětí na smykové rychlosti vzorků s nižším obsahem tuku v čase 0 h z Herschel-Bulkley modelu



Obrázek 11: Závislost smykového napětí na smykové rychlosti vzorků s nižším obsahem tuku v čase 24 h z Herschel-Bulkley modelu



Obrázek 12: Závislost smykového napětí na smykové rychlosti vzorků s vyšším obsahem tuku v čase 0 h z Herschel-Bulkley modelu



Obrázek 13: Závislost smykového napětí na smykové rychlosti vzorků s vyšším obsahem tuku v čase 24 h z Herschel-Bulkley modelu

Tabulka 8: Hodnoty z Herschel-Bulkley modelu pro obě sady vzorků v čase 0 h

Vzorek	K [Pa·s ⁿ]	n [-]	R ²
50_50_1,5	0,042	0,845	0,9999
60_40_1,5	0,126	0,512	0,9993
70_30_1,5	0,088	0,729	0,9965
80_20_1,5	0,131	0,707	0,9905
90_10_1,5	0,197	0,720	0,9827
100_1,5	0,750	0,619	0,9901
Vzorek	K [Pa·s ⁿ]	n [-]	R ²
50_50_3,5	0,042	0,843	1,0000
60_40_3,5	0,119	0,595	0,9999
70_30_3,5	0,197	0,718	0,9892
80_20_3,5	0,275	0,676	0,9836
90_10_3,5	0,335	0,673	0,9895
100_3,5	4,594	0,397	0,9890

Tabulka 9: Hodnoty z Herschel-Bulkley modelu pro obě sady vzorků v čase 24 h

Vzorek	K [Pa·s ⁿ]	n [-]	R ²
50_50_1,5	0,037	0,858	1,0000
60_40_1,5	0,065	0,612	0,9999
70_30_1,5	0,091	0,721	0,9970
80_20_1,5	0,126	0,698	0,9902
90_10_1,5	0,177	0,720	0,9872
100_1,5	2,382	0,450	0,9890
Vzorek	K [Pa·s ⁿ]	n [-]	R ²
50_50_3,5	0,040	0,843	1,0000
60_40_3,5	0,098	0,655	0,9997
70_30_3,5	0,163	0,741	0,9943
80_20_3,5	0,245	0,680	0,9834
90_10_3,5	0,289	0,692	0,9866
100_3,5	4,022	0,412	0,9952

Herschel-Bulkley model se využívá v potravinářství především na analýzy tekutých potravin s vysokým obsahem sušiny nebo s vysokým stupněm interakce mezi pevnými částicemi. Jedná se o komplexnější model, než je model PowerLaw (Aportela-Palacios et al., 2005; Ramirez-Sucre a Velez-Ruiz 2011; Sah et al., 2016; Santillan-Urquiza et al., 2017).

Na obrázcích 10 a 11 je znázorněna závislost smykového napětí na smykové rychlosti vzorků s nižším obsahem tuku v čase 0 h a 24 h. Všechny vzorky vykazují pseudoplastické chování. Tokový index n je u všech vzorků menší než 1. Nejvyšší hodnoty smykového napětí byly zaznamenány u vzorku 100_1,5, zatímco nejnižší hodnoty vykazoval vzorek 60_40_1,5. Hodnoty R^2 jsou větší než 0,98, což potvrzuje velmi dobré přizpůsobení modelu Herschel–Bulkley experimentálními datům. V tabulkách 8 a 9 je vidět, že v průběhu 24 h došlo k mírnému poklesu hodnot K , což značí mírní pokles viskozity vzorků.

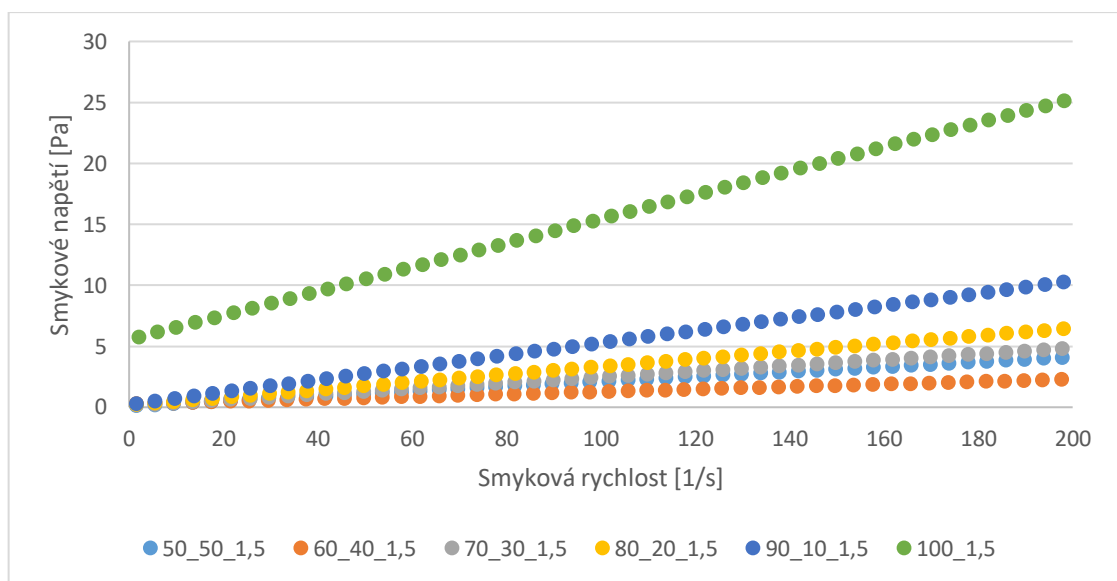
Na obrázcích 12 a 13 je znázorněna závislost smykového napětí na smykové rychlosti vzorků s vyšším obsahem tuku v čase 0 h a 24 h. Vzorky z druhé sady také vykazují pseudoplastické chování. Tokový index n je u všech vzorků menší než 1. Hodnoty R^2 jsou větší než 0,98, což potvrzuje velmi dobré přizpůsobení modelu Herschel–Bulkley experimentálními datům. V průběhu 24 h došlo opět ke snížení hodnot K . Vzorky s vyšším obsahem tuku vykazují vyšší hodnoty smykového napětí při stejné smykové rychlosti ve srovnání se vzorky s nižším obsahem tuku. Hodnota K je rovněž vyšší.

Studie Aguilar-Raymundo a Velez-Ruiz (2019) se zabývala výrobou jogurtových nápojů, do kterých byl přidán extrakt z cizrny v různých poměrech. Všechny analyzované jogurtové nápoje vykazovaly pseudoplastické chování a byly srovnatelné s výsledky jiných studií. Vzorky s vyšším obsahem extraktu z cizrny vykazovaly nižší smykové napětí, což lze přičíst nižšímu podílu extraktu.

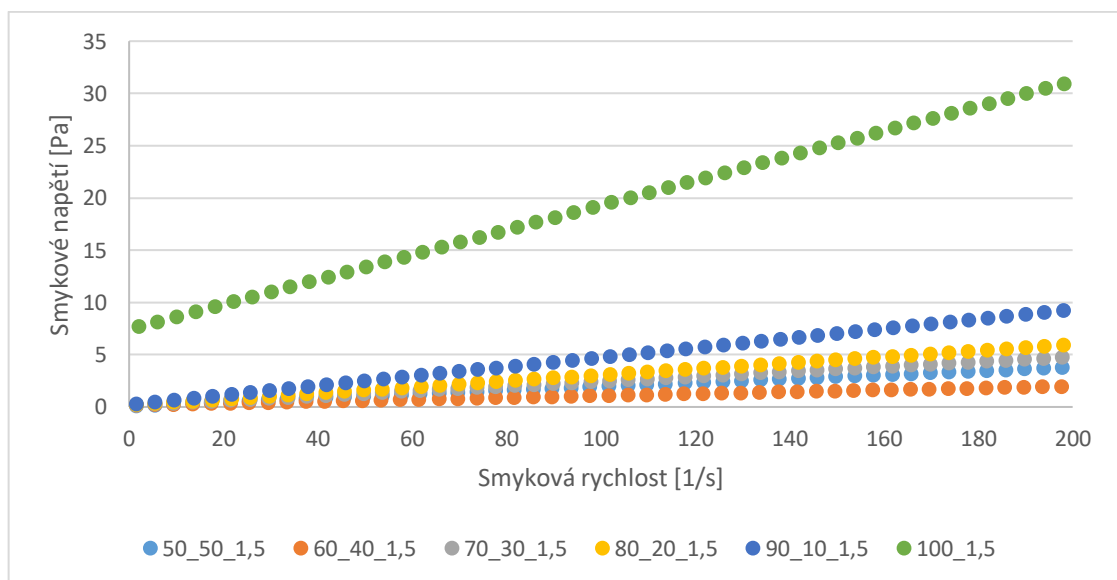
Ve studii Barajas-Ramírez et al. (2022) byly analyzovány syrovátkové nápoje ochucené cajetou s různými koncentracemi inulinu a guarové gumy. Bylo připraveno celkem devět vzorků. Během měření v čase 0 h všechny vzorky vykazovaly nenewtonovské pseudoplastické chování. Hodnoty tokového indexu n byly u všech vzorků menší než 1.

Studie Egea et al. (2023) se zabývala analýzou vzorků sojového mléka, do kterých byly přidány keřirová zrna a vzorky se nechaly fermentovat. Všechny vzorky vykazovaly pseudoplastické chování, tokový index n byl menší než 1. Hodnoty R^2 byly vyšší než 0,97.

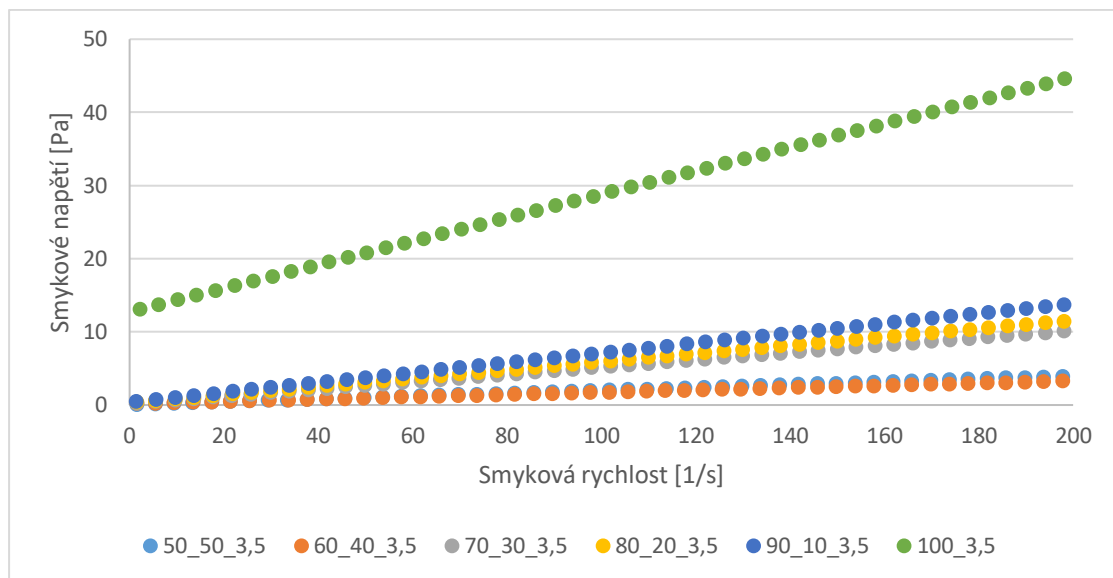
7.2.3 Bingham model



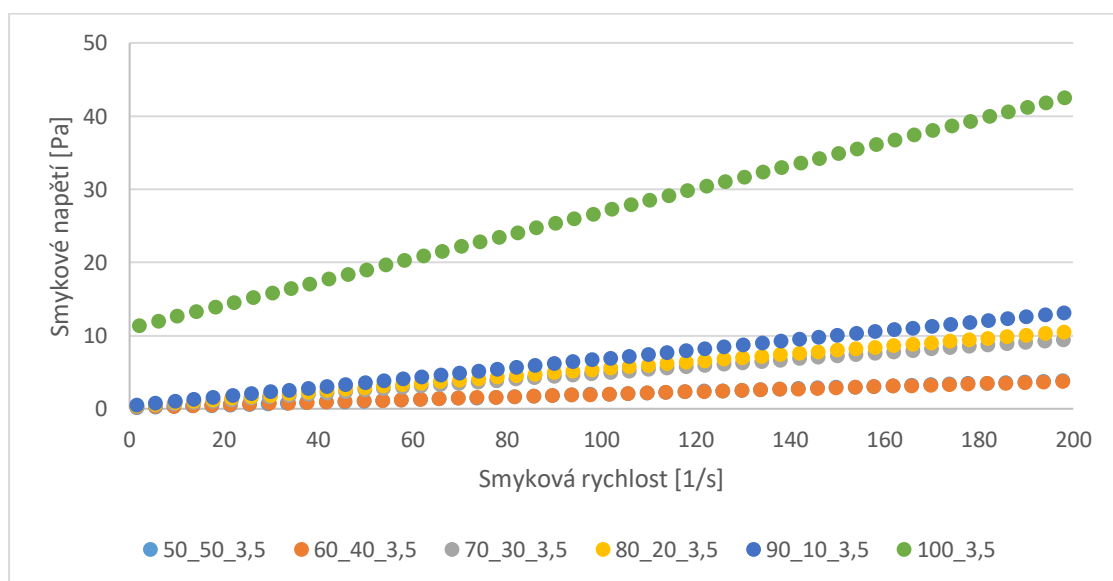
Obrázek 14: Závislost smykového napětí na smykové rychlosti vzorků s nižším obsahem tuku v čase 0 h z Bingham modelu



Obrázek 15: Závislost smykového napětí na smykové rychlosti vzorků s nižším obsahem tuku v čase 24 h z Bingham modelu



Obrázek 16: Závislost smykového napětí na smykové rychlosti vzorků s vyšším obsahem tuku v čase 0 h z Bingham modelu



Obrázek 17: Závislost smykového napětí na smykové rychlosti vzorků s vyšším obsahem tuku v čase 24 h z Bingham modelu

Tabulka 10: Hodnoty z Bingham modelu pro obě sady vzorků v čase 0 h

Vzorek	τ_0 [Pa]	η_B [Pa.s]	R^2
50_50_1,5	0,088	0,020	0,9790
60_40_1,5	0,256	0,010	0,8819
70_30_1,5	0,117	0,024	0,9057
80_20_1,5	0,160	0,032	0,8601
90_10_1,5	0,213	0,051	0,8362
100_1,5	5,547	0,099	0,9266
Vzorek	τ_0 [Pa]	η_B [Pa.s]	R^2
50_50_3,5	0,087	0,020	0,9794
60_40_3,5	0,202	0,016	0,8874
70_30_3,5	0,229	0,050	0,8604
80_20_3,5	0,321	0,056	0,8074
90_10_3,5	0,413	0,067	0,8306
100_3,5	12,773	0,161	0,8342

Tabulka 11: Hodnoty z Bingham modelu pro obě sady vzorků v čase 24 h

Vzorek	τ_0 [Pa]	η_B [Pa.s]	R^2
50_50_1,5	0,083	0,019	0,9836
60_40_1,5	0,159	0,009	0,9151
70_30_1,5	0,125	0,023	0,9051
80_20_1,5	0,159	0,029	0,8545
90_10_1,5	0,203	0,045	0,8546
100_1,5	7,430	0,119	0,8466
Vzorek	τ_0 [Pa]	η_B [Pa.s]	R^2
50_50_3,5	0,087	0,019	0,9802
60_40_3,5	0,154	0,018	0,8994
70_30_3,5	0,193	0,047	0,8964
80_20_3,5	0,288	0,051	0,8104
90_10_3,5	0,339	0,064	0,8315
100_3,5	10,973	0,159	0,8584

Na obrázcích 14 a 15 je znázorněna závislost smykového napětí na smykové rychlosti vzorků s nižším obsahem tuku v čase 0 h a 24 h. Se zvyšujícím se obsahem kombuchy ve vzorcích se snižovala hodnota smykového napětí. Nejnížší hodnoty smykového napětí měly vzorky 60_40_1,5 a 50_50_1,5. V tabulkách 10 a 11 jsou uvedeny hodnoty τ_0 , η_B a R^2 získané z Binghamova modelu. Ze získaných dat je vidět, že hodnota τ_0 se zvyšuje s vyšším podílem jogurtu ve vzorcích, a proto nejvyšší hodnotu má vzorek 100_1,5, naopak nejnižší hodnotu má vzorek 50_50_1,5. V průběhu času nastala největší změna u vzorku 100_1,5, ostatní vzorky zůstaly téměř stabilní. Hodnoty R^2 byly vyšší než 0,8362. Nejlépe je model popsán u vzorku 50_50_1,5.

Na obrázcích 16 a 17 je znázorněna závislost smykového napětí na smykové rychlosti vzorků s vyšším obsahem tuku v čase 0 h a 24 h. Se zvyšujícím se obsahem kombuchy ve vzorcích se opět snižovala hodnota smykového napětí. Nejnížší hodnoty smykového napětí měly vzorky 60_40_3,5 a 50_50_3,5, naopak nejvyšší hodnotu smykového napětí měl vzorek 100_3,5. Druhá sada vzorků s vyšším obsahem tuku vykazuje celkově vyšší hodnoty τ_0 než první sada vzorků s nižším obsahem tuku. Hodnoty R^2 byly vyšší než 0,8074. Nejlépe je model popsán u vzorku 50_50_3,5.

Studie Yanes et al. (2002) se zabývala reologickou analýzou komerčních čokoládových mléčných nápojů. Hodnoty τ_0 byly v rozmezí 0,4 – 5,0 Pa. Hodnoty η_B byly v rozmezí 0,02 – 1,44 Pa·s. Hodnoty R^2 byly vyšší než 0,95.

Ve studii Barajas-Ramírez et al. (2022) byly analyzovány syrovátkové nápoje ochucené cajetou s různými koncentracemi inulinu a guarové gumy. Bylo připraveno devět vzorků, jejichž reologické vlastnosti byly hodnoceny pomocí Binghamova modelu. Všechny tyto vzorky vykazovaly vyšší hodnoty τ_0 i η_B než vzorky vyrobené v rámci této práce.

Studie Eduardo et al. (2014) se zabývala reologickou analýzou komerčních čokoládových mléčných nápojů. Celkem bylo hodnoceno devět vzorků mléčných nápojů. Ze získaných dat lze konstatovat, že hodnoty τ_0 vzorků byly v rozmezí 1,1 – 2,9 Pa. Hodnoty η_B byly v rozmezí 0,013 – 0,028 Pa·s. Hodnoty R^2 byly v rozmezí 0,761 – 0,996.

7.3 Výsledky měření barvy

Měření barvy probíhalo v časech 0 h a 24 h. Získané hodnoty L^* , a^* , b^* včetně jejich směrodatných odchylek jsou uvedeny v tabulkách 12-15. Hodnoty L^* udávají světlost vzorku, hodnoty $-a^*$ značí zelený odstín a hodnoty $+b^*$ značí odstín žlutý.

Jak je vidět v tabulkách 12 a 13, tak se snižujícím se podílem kombuchy ve vzorcích se zvyšovala hodnota L^* , tedy jejich světlost a jejich barva se více blížila bílé barvě (bílá barva: $L=100$). V první sadě vzorků měl nejvyšší hodnotu L^* vzorek 100_1,5, tedy vzorek, který byl vyroben jako kontrolní a obsahoval pouze jogurt bez přídavku kombuchy z řeckého horského čaje. Naopak nejnižší hodnotu L^* měl vzorek 50_50_1,5, tedy vzorek, který obsahoval 50 % (w/w) jogurtu vyrobeného z polotučného mléka a 50 % (w/w) kombuchy z řeckého horského čaje. Záporné hodnoty a^* značí slabě zelený odstín vzorků. Nejvýraznější zelený nádech měl vzorek 100_1,5, naopak nejslabší zelený nádech měl vzorek 50_50_1,5. Kladné hodnoty b^* značí žlutý odstín vzorků. Nejvýraznější žlutý odstín měl opět vzorek 100_1,5, naopak nejslabší odstín žluté měl vzorek 50_50_1,5. V průběhu 24 h došlo k mírnému poklesu hodnot L^* a tudíž byly vzorky o něco tmavší. Hodnoty $-a^*$ zůstaly v průběhu času téměř stejné. U hodnoty $+b^*$ došlo v průběhu času k mírnému poklesu a vzorky měřené v čase 24 h měly nižší hodnoty než vzorky měřené v čase 0 h, a proto měly slabší žlutý odstín. Získané hodnoty barvy jsou typické pro výchozí vzorky.

V tabulkách 14 a 15 jsou uvedeny hodnoty L^* , a^* , b^* pro druhou sadu vzorků. U hodnot L^* (světlost vzorků) je vidět stejný trend jako u první sady vzorků, tedy s přídavkem kombuchy se snižuje. Pro hodnoty $-a^*$, $+b^*$ platí rovněž stejný trend jako u první sady vzorků. V průběhu času zůstaly hodnoty L^* , $-a^*$ téměř beze změny. Hodnoty $+b^*$ se v průběhu času mírně zvýšily, a proto měly v čase 24 h výraznější žlutý odstín než v čase 0 h. Získané hodnoty barvy jsou typické pro výchozí suroviny i v této sadě vzorků.

Výsledná barva modelových vzorků je důležitým ukazatelem především pro zákazníka, kterého musí produkt nejdříve oslovit a zaujmout, aby ho poté přiměl ke koupi.

Studie Gursoy, et al. (2016) se zabývala výrobou jogurtových nápojů. První den měření barvy jogurtových nápojů byla hodnota L^* $87,83 \pm 4,28$, hodnota a^* byla $-3,03 \pm 0,86$, hodnota b^* $8,56 \pm 1,68$. Hodnoty jsou typické pro daný vzorek.

Studie Abdeldaiem et al. (2023) se zabývala přípravou jogurtových nápojů s přídavkem prášku z praženého ječmene v poměrech 0,5 %, 1,0 %, 1,5 %, 2,0 %, 2,5 %, 3,0 % (w/w). Dále byl vyroben jeden kontrolní vzorek, což byl pouze jogurtový nápoj bez přídavku prášku

praženého ječmene. S rostoucím přídatkem ječného prášku klesaly hodnoty L^* z 65,33 u kontrolního vzorku na 40,76 u vzorku obohaceného o 3,0 % (w/w) ječného prášku, což naznačuje, že vzorky s přídatkem ječného prášku byly tmavší než kontrolní vzorek. Hodnoty a^* se zvyšovaly s rostoucí koncentrací praženého ječného prášku od – 3,73 pro kontrolní vzorek až po – 0,68 pro vzorek s přídatkem 3,0 % (w/w) ječného prášku. Hodnoty b^* klesaly s rostoucí koncentrací ječného prášku od 10,87 pro kontrolní vzorek po 8,72 pro vzorek s nejvyšším přídatkem ječného prášku.

Studie Akkoyun a Arslan (2020) se zabývala výrobou ayranu s přídatkem mouky z quinoj v poměrech 0,1 %, 0,2 %, 0,3 % a 0,4 % (w/w). Rovněž byl vyroben jeden kontrolní vzorek bez přídatku quinoj. S rostoucím přídatkem mouky z quinoj mírně klesaly hodnoty L^* z 85,48 u kontrolního vzorku na 84,43 u vzorku s nejvyšším přídatkem quinoj. Hodnoty a^* se zvyšovaly s rostoucí koncentrací quinoj od – 2,92 pro kontrolní vzorek až po – 2,67 pro vzorek s nejvyšším přídatkem quinoj. Hodnoty b^* se zvyšovaly s rostoucí koncentrací quinoj od 7,53 pro kontrolní vzorek až po 7,90 pro vzorek s nejvyšším přídatkem quinoj.

Tabulka 12: Výsledné hodnoty měření barvy u vzorků s nižším obsahem tuku v čase 0 h

Vzorek	L*	Smodch	a*	Smodch	b*	Smodch
50_50_1,5	82,00	0,01	-1,21	0,00	8,75	0,02
60_40_1,5	82,97	0,02	-1,35	0,01	8,82	0,02
70_30_1,5	83,94	0,02	-1,51	0,01	8,81	0,03
80_20_1,5	84,90	0,04	-1,74	0,03	8,75	0,06
90_10_1,5	85,76	0,01	-1,89	0,01	8,71	0,02
100_1,5	86,14	0,01	-2,52	0,01	9,06	0,01

Tabulka 13: Výsledné hodnoty měření barvy u vzorků s nižším obsahem tuku v čase 24 h

Vzorek	L*	Smodch	a*	Smodch	b*	Smodch
50_50_1,5	81,52	0,02	-1,15	0,01	8,44	0,02
60_40_1,5	82,27	0,01	-1,40	0,01	8,63	0,01
70_30_1,5	83,37	0,01	-1,53	0,01	8,59	0,01
80_20_1,5	84,85	0,09	-1,79	0,01	8,65	0,02
90_10_1,5	84,77	0,03	-1,85	0,02	8,48	0,04
100_1,5	85,25	0,01	-2,38	0,01	8,81	0,01

Tabulka 14: Výsledné hodnoty měření barvy u vzorků s vyšším obsahem tuku v čase 0 h

Vzorek	L*	Smodch	a*	Smodch	b*	Smodch
50_50_3,5	83,20	0,01	-0,92	0,01	8,76	0,01
60_40_3,5	84,23	0,01	-1,06	0,01	8,71	0,02
70_30_3,5	85,28	0,01	-1,24	0,02	8,67	0,01
80_20_3,5	86,09	0,01	-1,30	0,01	8,57	0,02
90_10_3,5	86,50	0,02	-1,51	0,01	8,61	0,02
100_3,5	87,29	0,04	-1,90	0,03	8,84	0,08

Tabulka 15: Výsledné hodnoty měření barvy u vzorků s vyšším obsahem tuku v čase 24 h

Vzorek	L*	Smodch	a*	Smodch	b*	Smodch
50_50_3,5	82,84	0,01	-0,88	0,01	8,74	0,01
60_40_3,5	83,74	0,01	-1,07	0,01	8,75	0,00
70_30_3,5	84,85	0,01	-1,24	0,00	8,77	0,01
80_20_3,5	85,48	0,00	-1,33	0,01	8,74	0,00
90_10_3,5	86,03	0,01	-1,51	0,01	8,74	0,00
100_3,5	86,67	0,01	-1,96	0,01	9,03	0,01

7.4 Výsledky senzorické analýzy

Vyrobené vzorky byly v čase 24 h podrobeny senzorické analýze. Sensorické analýzy se účastnilo celkem 8 hodnotitelů. Získaná data byla zprůměrována a jsou uvedena v tabulkách 16 a 17. vzorky byly hodnoceny podle pětibodové stupnice, kde: 1 - zcela nevyhovující, nedostatečné; 2 - spíše nevyhovující, uspokojivé; 3 – průměrné, dobré; 4 - spíše vyhovující, výborné; 5 - zcela vyhovující, vynikající. Hodnocenými parametry byly vzhled a barva, textura, chuť, cizí chutě a celkový dojem.

V první sadě vzorků měly nejlepší hodnocení vzhledu a barvy vzorky 80_20_1,5 a 100_1,5. Nejlepší hodnocení textury měly vzorky 80_20_1,5 a 90_10_1,5. Nejlepší hodnocení chuti měl vzorek 50_50_1,5. Nejlepší hodnocení cizích chutí měl vzorek 100_1,5. Nejlepším celkovým dojmem disponují dva vzorky a to vzorky 90_10_1,5 a 100_1,5. Naopak nejhorším celkovým dojmem disponují vzorky 60_40_1,5 a 70_30_1,5.

V druhé sadě vzorků měl nejlepší hodnocení vzhledu a barvy vzorek 100_3,5. Nejlepší hodnocení textury měly vzorky 80_20_3,5 a 100_3,5. Nejlepší hodnocení chuti měl vzorek 100_3,5. Nejlepší hodnocení cizích chutí měly vzorky 90_10_3,5 a 100_3,5. Nejlepším celkovým dojmem disponuje vzorek 100_3,5. Naopak nejhorším celkovým dojmem disponuje vzorek 60_40_3,5.

Jak je vidět v tabulkách 16 a 17, tak z výsledků senzorické analýzy vyplývá, že vzorky s vyšším obsahem tuku vykazují lepší senzorické vlastnosti než vzorky s nižším obsahem tuku. To odpovídá i poznatkům z literatury, protože tuk je sám o sobě zdrojem chuti, ale rovněž i nositelem chuti (Plug a Haring 1993). Hodnocení vzhledu a barvy bylo pro obě sady vzorků téměř totožné. Nejhoršího senzorického hodnocení dosáhly v každé sadě vzorky s označením 60_40_1,5 a 60_40_3,5. Tento poměr jogurtu a kombuchy se proto jeví jako nejméně vhodný. Naopak nejlepšího hodnocení dosáhly vzorky 90_10_1,5 a 90_10_3,5, tudíž tento poměr jogurtu a kombuchy se jeví jako nejvhodnější.

Tabulka 16: Výsledky senzorické analýzy u vzorků s nižším obsahem tuku

Vzorek	Vzhled a barva	Textura	Chuť	Cizí chutě	Celkový dojem
50_50_1,5	4,50	3,75	4,38	3,63	4,13
60_40_1,5	4,88	3,13	3,38	3,00	3,00
70_30_1,5	4,25	4,13	2,88	3,25	3,00
80_20_1,5	5,00	4,38	3,75	4,38	4,13
90_10_1,5	4,88	4,38	4,00	4,00	4,25
100_1,5	5,00	3,88	4,25	4,75	4,25

Tabulka 17: Výsledky senzorické analýzy u vzorků s vyšším obsahem tuku

Vzorek	Vzhled a barva	Textura	Chuť	Cizí chutě	Celkový dojem
50_50_3,5	4,50	3,75	3,63	3,38	3,88
60_40_3,5	4,88	3,13	3,25	3,38	3,38
70_30_3,5	4,88	4,25	3,88	4,13	4,38
80_20_3,5	4,88	4,50	4,50	4,25	4,50
90_10_3,5	4,88	4,38	4,50	4,75	4,50
100_3,5	5,00	4,50	4,75	4,75	4,75

ZÁVĚR

Teoretická část této diplomové práce byla zaměřena na charakteristiku výchozích surovin použitých k výrobě modelových vzorků. Jsou zde shrnuty základní vlastnosti mléka a jogurtových nápojů, dále je tu popsána problematika řeckého horského čaje, jeho vlastnosti a použití. V další kapitole je shrnuta problematika kombuchy, její vlastnosti, mikrobiologie a chemické složení.

Praktická část se věnovala výrobě jogurtových nápojů ochucených kombuchou z řeckého horského čaje a jejich následné analýze. Vzorky byly podrobeny základní fyzikálně-chemické analýze, která se skládala ze stanovení pH, titrační analýzy a obsahu sušiny, dále reologické analýze, měření barvy a senzorické analýze.

Na základě získaných výsledků lze konstatovat, že:

- pH vzorů se snižovalo s rostoucím podílem kombuchy a proto nejnižší hodnoty pH byly zaznamenány u vzorků 50_50_1,5 a 50_50_3,5. V průběhu 24 h došlo k mírnému nárůstu hodnot pH u obou sad vzorků.
- Titrační kyselost vzorků se zvyšovala s rostoucím podílem kombuchy. Vzorky s nižším obsahem tuku měly vyšší titrační kyselost než vzorky s vyšším obsahem tuku. V průběhu 24 h zůstala titrační kyselost vzorků téměř stejná.
- Obsah sušiny vzorků se snižoval s rostoucím podílem kombuchy. Vzorky s nižším obsahem tuku měly nižší obsah sušiny než vzorky s vyšším obsahem tuku.
- Smykové napětí vzorků se snižovalo s rostoucím podílem kombuchy. Vzorky s nižším obsahem tuku měly nižší hodnoty smykového napětí než vzorky s vyšším obsahem tuku. Všechny vzorky vykazovaly pseudoplastické chování v obou časech měření. Reologické chování modelových vzorků bylo nejlépe popsáno u Herschel-Bulkley modelu.
- Barva modelových vzorků byla typická pro použité výchozí suroviny. V průběhu času se hodnota L^* (světlost) mírně snížila a vzorky byly tmavší. Hodnota L^* se snižovala s rostoucím podílem kombuchy ve vzorcích.
- Ze senzorické analýzy vyplývá, že vzorky s vyšším obsahem tuku dosáhly lepšího hodnocení než vzorky s nižším obsahem tuku. Nejlepšího senzorického hodnocení dosáhly vzorky 90_10_1,5 a 90_10_3,5, tudíž tento poměr jogurtu a kombuchy se jeví jako nejvhodnější.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ABACI, Nurten; SENOL DENIZ, Fatma Sezer a ORHAN, Ilkay Erdogan. Kombucha – An ancient fermented beverage with desired bioactivities: A narrowed review. Online. *Food Chemistry*: X. 2022, roč. 14. ISSN 25901575. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100302>. [cit. 2025-05-05].

ABDELDAIEM, Ahmed Mohamed; ALI, Abdelmoneim H.; SHAH, Nagendra; AYYASH, Mutamed a MOUSA, Ahmed Hassan. Physicochemical analysis, rheological properties, and sensory evaluation of yogurt drink supplemented with roasted barley powder. Online. *LWT*. 2023, roč. 173. ISSN 00236438. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114319>. [cit. 2025-05-06].

AGUILAR-RAYMUNDO, Victoria Guadalupe a VÉLEZ-RUIZ, Jorge Fernando. Yoghurt-type beverage with partial substitution of milk by a chickpea extract: Effect on physicochemical and flow properties. Online. *International Journal of Dairy Technology*. 2019, roč. 72, č. 2, s. 266-274. ISSN 1364-727X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12581>. [cit. 2025-05-05].

AKKOYUN, Yüsrá a ARSLAN, Seher. The impact of quinoa flour on some properties of ayran. Online. *Food Science & Nutrition*. 2020, roč. 8, č. 10, s. 5410-5418. ISSN 2048-7177. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/fsn3.1832>. [cit. 2025-05-06].

All Aspects of Antioxidant Properties of Kombucha Drink. Online. *Biointerface Research in Applied Chemistry*. 2021, roč. 12, č. 3, s. 4018-4027. ISSN 2069-5837. Dostupné z: <https://doi.org/10.33263/BRIAC123.40184027>. [cit. 2025-05-05].

ALTAY, Filiz; KARBANCIOGLU-GÜLER, Funda; DASKAYA-DIKMEN, Ceren a HEPERKAN, Dilek. A review on traditional Turkish fermented non-alcoholic beverages: Microbiota, fermentation process and quality characteristics. Online. *International Journal of Food Microbiology*. 2013, roč. 167, č. 1, s. 44-56. ISSN 01681605. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.06.016>. [cit. 2025-05-05].

APORTELA-PALACIOS, A.; SOSA-MORALES, M.E. a VÉLEZ-RUIZ, J.F. RHEOLOGICAL AND PHYSICOCHEMICAL BEHAVIOR OF FORTIFIED YOGURT, WITH FIBER AND CALCIUM. Online. *Journal of Texture Studies*. 2005, roč. 36, č. 3, s. 333-349. ISSN 0022-4901. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2005.00020.x>. [cit. 2025-05-06].

BARAJAS-RAMÍREZ, Jahir Antonio; RAMÍREZ-LÓPEZ, Carolina a AGUILAR-RAYMUNDO, Victoria Guadalupe. A potential commercial use of cajeta (a traditional milk product from Mexico) in the development of whey beverages. Online. *Food Science and Technology*. 2022, roč. 42. ISSN 1678-457X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1590/fst.05221>. [cit. 2025-05-06].

BAUER-PETROVSKA, Biljana a PETRUSHEVSKA-TOZI, Lidija. Mineral and water soluble vitamin content in the Kombucha drink. Online. *International Journal of Food Science and Technology*. 2000, roč. 35, č. 2, s. 201-205. ISSN 0950-5423. Dostupné z: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.2000.00342.x>. [cit. 2025-05-05].

BISHOP, Peyton; PITTS, Eric R.; BUDNER, Drew a THOMPSON-WITRICK, Katherine A. Chemical Composition of Kombucha. Online. *Beverages*. 2022, roč. 8, č. 3. ISSN 2306-5710. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/beverages8030045>. [cit. 2025-05-05].

CAMPION, Edward W.; WILLETT, Walter C. a LUDWIG, David S. Milk and Health. Online. *New England Journal of Medicine*. 2020, roč. 382, č. 7, s. 644-654. ISSN 0028-4793. Dostupné z: <https://doi.org/10.1056/NEJMra1903547>. [cit. 2025-05-05].

COELHO, Raquel Macedo Dantas; ALMEIDA, Aryelle Leite de; AMARAL, Rafael Queiroz Gurgel do; MOTA, Robson Nascimento da a SOUSA, Paulo Henrique M. de. Kombucha: Review. Online. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2020, roč. 22. ISSN 1878450X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100272>. [cit. 2025-05-05].

CORBO, Maria Rosaria; BEVILACQUA, Antonio; PETRUZZI, Leonardo; CASANOVA, Francesco Pio a SINIGAGLIA, Milena. Functional Beverages: The Emerging Side of Functional Foods. Online. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2014, roč. 13, č. 6, s. 1192-1206. ISSN 1541-4337. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12109>. [cit. 2025-05-05].

DURAZZO, Alessandra; CAROCHO, Marcio; HELENO, Sandrina A.; PEDROSA, Mariana C.; UEDA, Jonata M. et al. Fermented food/beverage and health: current perspectives. Online. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*. 2022, roč. 33, č. 4, s. 729-738. ISSN 2037-4631. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s12210-022-01093-6>. [cit. 2025-05-05].

EDUARDO, M. F., CORREA DE MELLO, K. G. P., POLAKIEWICZ, B. a LANNES, S. C. S. Evaluation of chocolate milk beverage formulated with modified chitosan. *Journal of Agricultural Science and Technology* [online]. 2014, **16**, 1301–1312 [cit. 2025-05-05]. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/268504043>.

FUSCO, Vincenzina; CHIEFFI, Daniele; FANELLI, Francesca; LOGRIECO, Antonio F.; CHO, Gyu-Sung et al. Microbial quality and safety of milk and milk products in the 21st century. Online. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2020, roč. 19, č. 4, s. 2013-2049. ISSN 1541-4337. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12568>. [cit. 2025-05-05].

GAUCHERON, Frédéric. The minerals of milk. *Reproduction Nutrition Development* [online]. 2005, 45(4), 473–483 [cit. 2025-05-05]. DOI: 10.1051/rnd:2005030. Dostupné z: <https://doi.org/10.1051/rnd:2005030>

GÓMEZ-CORTÉS, Pilar; JUÁREZ, Manuela a DE LA FUENTE, Miguel Angel. Milk fatty acids and potential health benefits: An updated vision. Online. *Trends in Food Science & Technology*. 2018, roč. 81, s. 1-9. ISSN 09242244. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.08.014>. [cit. 2025-05-05].

GOYAL, Megh R.; RANVIR, Suvartan a MALIK, Junaid Ahmad. *The Chemistry of Milk and Milk Products*. Online. New York: Apple Academic Press, 2023. ISBN 9781003340706. Dostupné z: <https://doi.org/10.1201/9781003340706>. [cit. 2025-05-05].

GURSOY, Oguz; YILMAZ, Yusuf; GOKCE, Ozge a ERTAN, Kubra. Effect of ultrasound power on physicochemical and rheological properties of yoghurt drink produced with thermosonicated milk. Online. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 2016, roč. 28, č. 4. ISSN 2079-052X. Dostupné z: <https://doi.org/10.9755/ejfa.2015-09-719>. [cit. 2025-05-05].

HEINER, Felix; FEISTEL, Björn a WINK, Michael. Sideritis scardica extracts inhibit aggregation and toxicity of amyloid- β in *Caenorhabditis elegans* used as a model for Alzheimer's disease. Online. *PeerJ*. 2018, roč. 6. ISSN 2167-8359. Dostupné z: <https://doi.org/10.7717/peerj.4683>. [cit. 2025-05-05].

HOLUBOVÁ, Renata. *Základy reologie a reometrie kapalin*. Studijní opora. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2014. ISBN 978-80-244-4178-8.

CHEN, C. a LIU, B.Y. Changes in major components of tea fungus metabolites during prolonged fermentation. Online. *Journal of Applied Microbiology*. 2000, roč. 89, č. 5, s. 834-839. ISSN 1364-5072. Dostupné z: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2000.01188.x>. [cit. 2025-05-05].

CHEUNG, Peter Chi Keung a MEHTA, Bhavbhuti M. (ed.). *Handbook of Food Chemistry*. Online. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2015. ISBN 978-3-642-36604-8. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-36605-5>. [cit. 2025-05-05].

JANŠTOVÁ, Bohumíra. *Technologie mléka a mléčných výrobků*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2012. ISBN 978-80-7305-637-7.

JAYABALAN, Rasu; MALBAŠA, Radomir V.; LONČAR, Eva S.; VITAS, Jasmina S. a SATHISHKUMAR, Muthuswamy. A Review on Kombucha Tea—Microbiology, Composition, Fermentation, Beneficial Effects, Toxicity, and Tea Fungus. Online. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2014, roč. 13, č. 4, s. 538-550. ISSN 1541-4337. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12073>. [cit. 2025-05-05].

KABAK, Bulent a DOBSON, Alan D. W. An Introduction to the Traditional Fermented Foods and Beverages of Turkey. Online. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2011, roč. 51, č. 3, s. 248-260. ISSN 1040-8398. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/10408390903569640>. [cit. 2025-05-05].

KESSLER, Artur; VILLMANN, Carmen; SAHIN-NADEEM, Hilal; PISCHETSRIEDER, Monika a BUETTNER, Andrea. GABA A receptor modulation by the volatile fractions of *Sideritis* species used as ‘Greek’ or ‘Turkish’ mountain tea. Online. *Flavour and Fragrance Journal*. 2012, roč. 27, č. 4, s. 297-303. ISSN 0882-5734. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/ffj.3099>. [cit. 2025-05-05].

KOKSOY, Aysel a KILIC, Meral. Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yoghurt drink, ayran. Online. *Food Hydrocolloids*. 2004, roč. 18, č. 4, s. 593-600. ISSN 0268005X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2003.10.002>. [cit. 2025-05-05].

KONUSPAYEVA, Gaukhar; BAUBEKOVA, Almagul; AKHMETSADYKOVA, Shynar a FAYE, Bernard. Traditional dairy fermented products in Central Asia. Online. *International Dairy Journal*. 2023, roč. 137. ISSN 09586946. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2022.105514>. [cit. 2025-05-05].

LAUREYS, David; BRITTON, Scott J. a DE CLIPPELEER, Jessika. Kombucha Tea Fermentation: A Review. Online. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*. 2020, roč. 78, č. 3, s. 165-174. ISSN 0361-0470. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/03610470.2020.1734150>. [cit. 2025-05-05].

LINDMARK-MÅNSSON, Helena a ÅKESSON, B. Antioxidative factors in milk. Online. *British Journal of Nutrition*. 2000, roč. 84, č. S1, s. 103-110. ISSN 0007-1145. Dostupné z: <https://doi.org/10.1017/S0007114500002324>. [cit. 2025-05-05].

MARTÍNEZ LEAL, Jessica; VALENZUELA SUÁREZ, Lucía; JAYABALAN, Rasu; HUERTA OROS, Joselina a ESCALANTE-ABURTO, Anayansi. A review on health benefits of kombucha nutritional compounds and metabolites. Online. *CyTA - Journal of Food*. 2018, roč. 16, č. 1, s. 390-399. ISSN 1947-6337. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1410499>. [cit. 2025-05-05].

MCGUIRE, Raymond G. Reporting of Objective Color Measurements. Online. *HortScience*. 1992, roč. 27, č. 12, s. 1254-1255. ISSN 0018-5345. Dostupné z: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.27.12.1254>. [cit. 2025-05-06].

NYIEW, Ke-Ying; KWONG, Phek Jin a YOW, Yoon-Yen. An overview of antimicrobial properties of kombucha. Online. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2022, roč. 21, č. 2, s. 1024-1053. ISSN 1541-4337. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12892>. [cit. 2025-05-05].

O'MAHONY, J.A. a FOX, P.F. Milk: An Overview. Online. In: *Milk Proteins*. Elsevier, 2014, s. 19-73. ISBN 9780124051713. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-405171-3.00002-7>. [cit. 2025-05-05].

ÖZER, BARBAROS H a KIRMACI, HUSEYIN AVNI. Functional milks and dairy beverages. Online. *International Journal of Dairy Technology*. 2010, roč. 63, č. 1, s. 1-15. ISSN 1364-727X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2009.00547.x>. [cit. 2025-05-05].

PARKIN, Kirk L. a FENNEMA, Owen R. (ed.). *Fennema's Food Chemistry*. Online. CRC Press, 2007. ISBN 9780429195273. Dostupné z: <https://doi.org/10.1201/9781420020526>. [cit. 2025-05-05].

PATTON, S. a KEENAN, T.W. The Milk fat globule membrane. Online. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Reviews on Biomembranes*. 1975, roč. 415, č. 3, s. 273-309. ISSN 03044157. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/0304-4157\(75\)90011-8](https://doi.org/10.1016/0304-4157(75)90011-8). [cit. 2025-05-05].

Physicochemical Characteristics and Rheological Properties of Soymilk Fermented with Kefir. Online. *Biointerface Research in Applied Chemistry*. 2022, roč. 13, č. 2. ISSN 2069-5837. Dostupné z: <https://doi.org/10.33263/BRIAC132.127>. [cit. 2025-05-06].

PLUG, Hans a HARING, Peter. The role of ingredient-flavour interactions in the development of fat-free foods. Online. *Trends in Food Science & Technology*. 1993, roč. 4, č. 5, s. 150-152. ISSN 09242244. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/0924-2244\(93\)90035-9](https://doi.org/10.1016/0924-2244(93)90035-9). [cit. 2025-05-06].

RAMÍREZ-SUCRE, MANUEL OCTAVIO a VÉLEZ-RUIZ, JORGE FERNANDO. The physicochemical and rheological properties of a milk drink flavoured with cajeta , a Mexican caramel jam. Online. *International Journal of Dairy Technology*. 2011, roč. 64, č. 2, s. 294-304. ISSN 1364-727X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2010.00657.x>. [cit. 2025-05-06].

RANAWEERA, N.I.; PITIPANAARACHCHI, R.C.; HERATH, H.M.T. a CHANDRAMALI, D.V.P. Development of vacuum-dried powder and drinking yoghurt from soursop fruit (*Annona muricata* L.) and evaluation of their physicochemical and functional properties. Online. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka*. 2022, roč. 50, č. 2, s. 489-502. ISSN 2362-0161. Dostupné z: <https://doi.org/10.4038/jnsfsr.v50i2.10551>. [cit. 2025-05-05].

RIZA, Elena; LINOS, Athena; PETRALIAS, Athanassios; DE MARTINIS, Luca; DUNTAS, Leonidas et al. The effect of Greek herbal tea consumption on thyroid cancer: a case-control study. Online. *The European Journal of Public Health*. 2015, roč. 25, č. 6, s. 1001-1005. ISSN 1101-1262. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckv063>. [cit. 2025-05-05].

SAH, B.N.P.; VASILJEVIC, T.; MCKECHNIE, S. a DONKOR, O.N. Physicochemical, textural and rheological properties of probiotic yogurt fortified with fibre-rich pineapple peel powder during refrigerated storage. Online. *LWT*. 2016, roč. 65, s. 978-986. ISSN 00236438. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.09.027>. [cit. 2025-05-06].

SAMANIDOU, Victoria; TSAGIANNIDIS, Anastasios a SARAKATSIANOS, Ioannis. Simultaneous determination of polyphenols and major purine alkaloids in Greek Sideritis species, herbal extracts, green tea, black tea, and coffee by high-performance liquid chromatography-diode array detection. Online. *Journal of Separation Science*. 2012, roč. 35, č. 4, s. 608-615. ISSN 1615-9306. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/jssc.201100894>. [cit. 2025-05-05].

SANTILLÁN-URQUIZA, Esmeralda; MÉNDEZ-ROJAS, Miguel Ángel a VÉLEZ-RUIZ, Jorge Fernando. Fortification of yogurt with nano and micro sized calcium, iron and zinc, effect on the physicochemical and rheological properties. Online. *LWT*. 2017, roč. 80, s. 462-469. ISSN 00236438. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.03.025>. [cit. 2025-05-06].

SHIBY, V. K. a MISHRA, H. N. Fermented Milks and Milk Products as Functional Foods—A Review. Online. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2013, roč. 53, č. 5, s. 482-496. ISSN 1040-8398. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.547398>. [cit. 2025-05-05].

SILVA, Marluci P.; DA S. MESQUITA, Mércia; V. RUBIO, Fernanda T.; THOMAZINI, Marcelo a FAVARO-TRINDADE, Carmen S. Fortification of yoghurt drink with microcapsules loaded with Lactocaseibacillus paracasei BGP-1 and guaraná seed extract. Online. *International Dairy Journal*. 2022, roč. 125. ISSN 09586946. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105230>. [cit. 2025-05-06].

SINAMO, K N; HASAN, F a HASANAH, U. Physico-chemical and microbial properties of buffalo milk yoghurt drink. Online. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020, roč. 454, č. 1. ISSN 1755-1307. Dostupné z: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/454/1/012119>. [cit. 2025-05-07].

TABILO-MUNIZAGA, Gipsy a BARBOSA-CÁNOVAS, Gustavo V. Rheology for the food industry. Online. *Journal of Food Engineering*. 2005, roč. 67, č. 1-2, s. 147-156. ISSN 02608774. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.05.062>. [cit. 2025-05-06].

TEOH, Ai Leng; HEARD, Gillian a COX, Julian. Yeast ecology of Kombucha fermentation. Online. *International Journal of Food Microbiology*. 2004, roč. 95, č. 2, s. 119-126. ISSN 01681605. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2003.12.020>. [cit. 2025-05-05].

THUN, Yi Jing; YAN, See Wan; TAN, Chin Ping; TEOH, Wen Xin a GAN, Xin Yue. Aroma-taste-texture cross-modal interactions for sugar reduction in yoghurt drink. Online. *Nutrition & Food Science*. 2022, roč. 53, č. 1, s. 162-177. ISSN 0034-6659. Dostupné z: <https://doi.org/10.1108/NFS-02-2022-0051>. [cit. 2025-05-05].

TODOROVA, Milka a TRENDAFILOVA, Antoaneta. Sideritis scardica Griseb., an endemic species of Balkan peninsula: Traditional uses, cultivation, chemical composition, biological activity. Online. *Journal of Ethnopharmacology*. 2014, roč. 152, č. 2, s. 256-265. ISSN 03788741. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2014.01.022>. [cit. 2025-05-05].

TURKMEN, Nazli; AKAL, Ceren a ÖZER, Barbaros. Probiotic dairy-based beverages: A review. Online. *Journal of Functional Foods*. 2019, roč. 53, s. 62-75. ISSN 17564646. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.12.004>. [cit. 2025-05-05].

UZAY, Merve; ÖZTÜRK, Hale İnci; BUZRUL, Sencer a MASKAN, Medeni. A study on rheological properties, sensory evaluation and shelf life of ayran–shalgam mixtures. Online. *Journal of Food Science and Technology*. 2021, roč. 58, č. 7, s. 2479-2486. ISSN 0022-1155. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04754-2>. [cit. 2025-05-06].

Vyhláška č. 397/2016 Sb. o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje. In: Sbírka zákonů České republiky [online]. [cit. 2025-05-05]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-397>

WANG, Boying; RUTHERFURD-MARKWICK, Kay; ZHANG, Xue-Xian a MUTUKUMIRA, Anthony N. Kombucha: Production and Microbiological Research. Online. *Foods*. 2022, roč. 11, č. 21. ISSN 2304-8158. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods11213456>. [cit. 2025-05-05].

WANG, Xiaotong; WANG, Dahong; WANG, Hemin; JIAO, Shiyang; WU, Jinpeng et al. Chemical Profile and Antioxidant Capacity of Kombucha Tea by the Pure Cultured Kombucha. Online. *LWT*. 2022, roč. 168. ISSN 00236438. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113931>. [cit. 2025-05-05].

WANG, Xinya; KRISTO, Eleana a LAPOINTE, Gisèle. Adding apple pomace as a functional ingredient in stirred-type yogurt and yogurt drinks. Online. *Food Hydrocolloids*. 2020, roč. 100. ISSN 0268005X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105453>. [cit. 2025-05-06].

WIGHTMAN, Emma L.; JACKSON, Philippa A.; KHAN, Julie; FORSTER, Joanne; HEINER, Felix et al. The Acute and Chronic Cognitive and Cerebral Blood Flow Effects of a *Sideritis scardica* (Greek Mountain Tea) Extract: A Double Blind, Randomized, Placebo Controlled, Parallel Groups Study in Healthy Humans. Online. *Nutrients*. 2018, roč. 10, č. 8. ISSN 2072-6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu10080955>. [cit. 2025-05-05].

XIANG, Jia; LIU, Fenglin; WANG, Bo; CHEN, Lin; LIU, Wenjie et al. A Literature Review on Maillard Reaction Based on Milk Proteins and Carbohydrates in Food and Pharmaceutical Products: Advantages, Disadvantages, and Avoidance Strategies. Online. *Foods*. 2021, roč. 10, č. 9. ISSN 2304-8158. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods10091998>. [cit. 2025-05-05].

YANES, Mario; DURÁN, Luis a COSTELL, Elvira. Rheological and optical properties of commercial chocolate milk beverages. Online. *Journal of Food Engineering*. 2002, roč. 51, č. 3, s. 229-234. ISSN 02608774. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(01\)00061-9](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(01)00061-9). [cit. 2025-05-06].

ZADRAŽIL, Karel. *Mlékařství: (přednášky)*. Živočišná výroba. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2002. ISBN 80-86642-15-1.

[1] SPARTANATURA. *Griechischer Bergtee – Sideritis scardica 120g* [online]. [cit. 2025-05-04]. Dostupné z: <https://www.spartanatura.com/product-page/griechischer-bergtee-sideritis-scardica-120-gr>

[2] SHOOT GARDENING. *Sideritis scardica* [online]. [cit. 2025-05-04]. Dostupné z: <https://www.shootgardening.com/plants/sideritis-scardica>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: <i>Sideritis scardica</i> [1]	21
Obrázek 2: <i>Sideritis scardica</i> [2]	22
Obrázek 3: Výsledné hodnoty pH u vzorků s nižším obsahem tuku	44
Obrázek 4: Výsledné hodnoty pH u vzorků s vyšším obsahem tuku	44
Obrázek 5: Výsledné hodnoty obsahu sušiny obou sad vzorků	47
Obrázek 6: Závislost smykového napětí na smykové rychlosti vzorků s nižším obsahem tuku v čase 0 h z PowerLaw modelu	50
Obrázek 7: Závislost smykového napětí na smykové rychlosti vzorků s nižším obsahem tuku v čase 24 h z PowerLaw modelu	50
Obrázek 8: Závislost smykového napětí na smykové rychlosti vzorků s vyšším obsahem tuku v čase 0 h z PowerLaw modelu	51
Obrázek 9: Závislost smykového napětí na smykové rychlosti vzorků s vyšším obsahem tuku v čase 24 h z PowerLaw modelu	51
Obrázek 10: Závislost smykového napětí na smykové rychlosti vzorků s nižším obsahem tuku v čase 0 h z Herschel-Bulkley modelu	53
Obrázek 11: Závislost smykového napětí na smykové rychlosti vzorků s nižším obsahem tuku v čase 24 h z Herschel-Bulkley modelu	53
Obrázek 12: Závislost smykového napětí na smykové rychlosti vzorků s vyšším obsahem tuku v čase 0 h z Herschel-Bulkley modelu	54
Obrázek 13: Závislost smykového napětí na smykové rychlosti vzorků s vyšším obsahem tuku v čase 24 h z Herschel-Bulkley modelu	54
Obrázek 14: Závislost smykového napětí na smykové rychlosti vzorků s nižším obsahem tuku v čase 0 h z Binhgam modelu	57
Obrázek 15: Závislost smykového napětí na smykové rychlosti vzorků s nižším obsahem tuku v čase 24 h z Binhgam modelu	57
Obrázek 16: Závislost smykového napětí na smykové rychlosti vzorků s vyšším obsahem tuku v čase 0 h z Binhgam modelu	58
Obrázek 17: Závislost smykového napětí na smykové rychlosti vzorků s vyšším obsahem tuku v čase 24 h z Binhgam modelu	58

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Vady chuti a vůně mléka.....	19
Tabulka 2: Surovinová skladba první sady vzorků s nižším obsahem tuku	37
Tabulka 3: Surovinová skladba druhé sady vzorků s vyšším obsahem tuku.....	37
Tabulka 4: Výsledné hodnoty titrační kyselosti u vzorků s nižším obsahem tuku	46
Tabulka 5: Výsledné hodnoty titrační kyselosti u vzorků s vyšším obsahem tuku	46
Tabulka 6: Hodnoty z PowerLaw modelu pro obě sady vzorků v čase 0 h	52
Tabulka 7: Hodnoty z PowerLaw modelu pro obě sady vzorků v čase 24 h.....	52
Tabulka 8: Hodnoty z Herschel-Bulkley modelu pro obě sady vzorků v čase 0 h	55
Tabulka 9: Hodnoty z Herschel-Bulkley modelu pro obě sady vzorků v čase 24 h	55
Tabulka 10: Hodnoty z Bingham modelu pro obě sady vzorků v čase 0 h	59
Tabulka 11: Hodnoty z Bingham modelu pro obě sady vzorků v čase 24 h	59
Tabulka 12: Výsledné hodnoty měření barvy u vzorků s nižším obsahem tuku v čase 0 h	63
Tabulka 13: Výsledné hodnoty měření barvy u vzorků s nižším obsahem tuku v čase 24 h	63
Tabulka 14: Výsledné hodnoty měření barvy u vzorků s vyšším obsahem tuku v čase 0 h	63
Tabulka 15: Výsledné hodnoty měření barvy u vzorků s vyšším obsahem tuku v čase 24 h	63
Tabulka 16: Výsledky senzorické analýzy u vzorků s nižším obsahem tuku.....	65
Tabulka 17: Výsledky senzorické analýzy u vzorků s vyšším obsahem tuku	65

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

BMK	Bakterie mléčného kvašení
SCOPY	Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast
TK	Titrační kyselost

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Senzorický dotazník

PŘÍLOHA P I: SENZORICKÝ DOTAZNÍK

DOTAZNÍK PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ JOGURTOVÝCH NÁPOJŮ

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologické

Stupnicová zkouška:

1. Zcela nevyhovující, nedostatečné – Jogurtový nápoj má výrazně nepříjemné vlastnosti (např. nepřírozenou chuť, nepříjemnou vůni, hrudkovitou nebo příliš řídkou konzistenci), které znemožňují jeho konzumaci.

2. Spíše nevyhovující, uspokojujivé – Jogurtový nápoj má patrné nedostatky (např. chuť je příliš kyselá nebo mdlá, vůně je slabá nebo nepřírozená, konzistence není příjemná), ale stále je konzumovatelný.

3. Průměrný, dobré – Jogurtový nápoj nemá výrazné přednosti ani nedostatky; jeho chuť, vůně a konzistence jsou přiměřené, ale nijak nevynikají.

4. Spíše vyhovující, výborné – Jogurtový nápoj má převážně pozitivní vlastnosti (např. vyváženou chuť, příjemnou vůni, hladkou a konzistentní texturu), které z něj činí příjemný produkt.

5. Zcela vyhovující, vynikající – Jogurtový nápoj je výjimečně kvalitní, s lahodnou a harmonickou chutí, osvěžující vůní a perfektní konzistencí; překračuje očekávání.

Postupně ochutnejte předložené vzorky jogurtových nápojů a do tabulky запиšte vaše hodnocení dle přiložené stupnice.

Vzorek	Vzhled a barva	Textura	Chuť	Celkový dojem
50_50_1,5				
60_40_1,5				
70_30_1,5				
80_20_1,5				
90_10_1,5				
100_1,5				
50_50_3,5				
60_40_3,5				
70_30_3,5				
80_20_3,5				
90_10_3,5				
100_3,5				