

Vybrané vlastnosti nízkoalkoholických fermentovaných nápojů vyrobených pomocí symbiotických kultur

Lucie Smejkalová

Bakalářská práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická
Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Lucie Smejkalová
Osobní číslo:	T22166
Studijní program:	B0721A210002 Technologie a hodnocení potravin
Specializace:	Technologie potravin
Forma studia:	Prezenční
Téma práce:	Vybrané vlastnosti nízkoalkoholických fermentovaných nápojů vyrobených pomocí symbiotických kultur

Zásady pro vypracování

I. Teoretická část:

Charakterizujte symbiotické kultury využívané pro výrobu nízkoalkoholických nápojů, soustředte se na ty, které se aplikují při výrobě zázvorového piva a kvasu. Popište jejich požadavky na růstové prostředí.

Popište tradiční způsob výroby zázvorového piva, kvasu, kombuchy a vodního kefiru. Výroby mezi sebou porovnejte.

Charakterizujte plody rostliny *Pyrus communis* L., specifikujte šťávu z jejich plodů jako prostředí pro růst výše zmíněných symbiotických kultur.

Popište potenciální zdravotní benefity plynoucí z konzumace výše uvedených fermentovaných nízkoalkoholických nápojů

II. Praktická část:

Vyrobte modelové vzorky fermentované hruškové šťávy pomocí kultur kvasu a ginger beer.

Provedte vybrané analýzy.

Výsledky diskutujte a vyvoďte závěry.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] GUPTA, Kalpana, Yogita MALHOTRA a Priyanka CHOUDHARY, 2024. Natural Carbonated Drink (Kombucha Tea) and its Health Benefits: A Review. *Journal of Natural Remedies* [online]. 2024-02-01, 255-269 [cit. 2024-04-23]. ISSN 2320-3358. Dostupné z: doi:10.18311/jnr/2024/34587
- [2] LYNCH, Kieran M., Stuart WILKINSON, Luk DAENEN a Elke K. ARENDT, 2021. An update on water kefir: Microbiology, composition and production. *International Journal of Food Microbiology* [online]. 345 [cit. 2024-04-26]. ISSN 01681605. Dostupné z: doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109128
- [3] NUTAKOR, Christabel, Justice A. ESSIEDU, Parise ADADI a Osman N. KANWUGU, 2020. Ginger Beer: An Overview of Health Benefits and Recent Developments. *Fermentation* [online]. 6(4) [cit. 2024-04-26]. ISSN 2311-5637. Dostupné z: doi:10.3390/fermentation6040102
- [4] CHONG, Ann Qi, Siew Wen LAU, Nyuk Ling CHIN, Rosnita A. TALIB a Roseliza Kadir BASHA, 2023. Fermented Beverage Benefits: A Comprehensive Review and Comparison of Kombucha and Kefir Microbiome. *Microorganisms* [online]. 11(5) [cit. 2024-04-26]. ISSN 2076-2607. Dostupné z: doi:10.3390/microorganisms11051344

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Eva Lorencová, Ph.D.**
Ústav technologie potravin

Datum zadání bakalářské práce: **1. ledna 2025**
Termín odevzdání bakalářské práce: **16. května 2025**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

Ing. Robert Gál, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 28. února 2025

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení bakalářské práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji bakalářskou 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 – bakalářskou 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 bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské 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 bakalářské práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne

.....

podpis autora

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá vybranými vlastnostmi nízkoalkoholických fermentovaných nápojů vyrobených pomocí různých symbiotických kultur. Mezi symbiotické kultury, kterým byla v této práci věnována pozornost, patří kultura vodního kefiru, kultura běžně používaná pro výrobu zázvorového piva a symbiotická kultura žitného kvasu. Byly vyrobeny modelové vzorky fermentovaných nápojů z různě ředěné hruškové šťávy (10 %, 25 %, 50 % a 100 %). Vzorky byly analyzovány během fermentace ve specifických odběrových časech (0, 24, 48 a 72 h.) chemickými a fyzikálně-chemickými metodami (pH, TDS, refraktometrická sušina, obsah alkoholu a hustoty, skutečný extrakt a reálný stupeň prokvašení). Podrobeny byly turbidimetrickému stanovení, spektrofotometrickému stanovení barvy, mikrobiologickému rozboru a senzorické analýze. Dále byla sledována produkce oxidu uhličitého a nárůstu biomasy vážením v průběhu fermentace.

Ve všech analyzovaných vzorcích byl po 48hodinové fermentaci detekován ethanol, a to v koncentracích v rozmezí od 0,5 do 4,7 % (v/v). Na základě těchto hodnot nelze vyrobené nápoje označit za nealkoholické. Nejvyšší koncentrace alkoholu byla zaznamenána ve vzorku s kulturou pro výrobu zázvorového piva v neředěné hruškové šťávě. V průběhu fermentačního procesu došlo u všech vzorků k poklesu hustoty, přičemž nejvýraznější pokles byl pozorován u vzorků s vyšším podílem ovocné složky. Parametry barvy (L^* , a^* , b^*) nevykazovaly během fermentace významné změny. Senzorické hodnocení prokázalo jednotný trend v souvislosti mezi koncentrací ovocné šťávy a celkovou akceptovatelností produktu (čím vyšší obsah ovocné složky, tím lépe byl vzorek hodnocen). V žádném ze zkoumaných vzorků nebyla detekována přítomnost patogenních mikroorganismů, jež by představovaly riziko pro konzumenty.

Práce přispěla k rozšíření znalostí o využití hruškové šťávy jako vhodné suroviny pro výrobu nízkoalkoholických fermentovaných výrobků pomocí symbiotických kultur.

Klíčová slova: fermentace, symbiotická kultura, vodní kefir, Ginger Beer, kvas

ABSTRACT

This bachelor's thesis explores the selected properties of low-alcohol fermented beverages produced using various symbiotic cultures. Symbiotic cultures investigated in this study include water kefir culture, a culture commonly used in ginger beer production, and a symbiotic rye kvass culture. Fermented beverage model samples were prepared using pear juice diluted to varying degrees (10 %, 25 %, 50 %, and 100 %). The samples were analyzed throughout the fermentation process at specific time intervals (0, 24, 48 and 72 h) using chemical and physicochemical methods, including measurements of pH, TDS, refractometric dry matter, alcohol content and density, real extract, and apparent degree of fermentation. Further analyses included turbidimetric and spectrophotometric evaluation of color, microbiological examination, and sensory analysis. Additionally, carbon dioxide production and biomass accumulation were monitored using gravimetric methods during the process of fermentation.

After 48 hours of fermentation, ethanol was detected in all analyzed samples at concentrations ranging from 0.5% to 4.7% (v/v). Based on these concentrations, the final beverages produced cannot be classified as nonalcoholic. The highest ethanol content was observed in the sample fermented with the ginger beer culture using undiluted pear juice. Throughout the fermentation process, a decrease in density was recorded in all samples, with the most pronounced decrease occurring in those containing a higher proportion of fruit juice. The color parameters (L^* , a^* , b^*) did not exhibit significant changes over time. Sensory evaluation revealed a consistent trend between the concentration of pear juice and the overall acceptability of the product, the higher the fruit component content (the better the sample was rated). Pathogenic microorganisms were not detected in any of the samples examined, confirming the microbiological safety for consumers.

This thesis contributes to the expanding body of knowledge on the application of pear juice as a suitable raw material to produce low-alcohol fermented beverages utilizing symbiotic cultures.

Keywords: fermentation, symbiotic culture, water kefir, ginger beer, kvass

Ráda bych touto cestou poděkovala všem, kteří přispěli k realizaci této bakalářské práce a podpořili mě během jejího zpracování.

Především bych chtěla vyjádřit upřímné poděkování vedoucí práce, Ing. Evě Lorencové, Ph.D., za odborné vedení, cenné připomínky, trpělivost a vstřícný přístup, kterého si velmi vážím.

Poděkování také patří mé rodině a blízkým za jejich neustálou podporu, pochopení a povzbuzení v průběhu celého studia.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 SYMBIOTICKÉ KULTURY POUŽÍVANÉ PŘI VÝROBĚ NÁPOJŮ.....	13
1.1 DEFINICE SYMBIOTICKÉ KULTURY.....	13
1.2 KOMBUCHA.....	13
1.2.1 Symbiotické mikroorganismy specifické pro kombuchu.....	15
1.3 VODNÍ KEFÍR	16
1.3.1 Symbiotické mikroorganismy specifické pro vodní kefír.....	19
1.4 GINGER BEER.....	19
1.4.1 Symbiotické mikroorganismy specifické pro Ginger Beer.....	21
1.5 KVAS.....	22
1.5.1 Symbiotické mikroorganismy specifické pro kvas	24
2 TECHNOLOGIE NÁPOJŮ VYRÁBĚNÝCH POMOCÍ SYMBIOTICKÝCH KULTUR.....	26
2.1 TECHNOLOGIE VÝROBY KOMBUCHY.....	26
2.2 TECHNOLOGIE VÝROBY VODNÍHO KEFÍRU	27
2.3 TECHNOLOGIE VÝROBY NÁPOJE GINGER BEER.....	28
2.4 TECHNOLOGIE VÝROBY KVASU	29
2.5 ROZDÍLY V TECHNOLOGIÍCH VYBRANÝCH NÍZKOALKOHOLICKÝCH FERMENTOVANÝCH NÁPOJŮ	30
3 PLODY <i>PYRUS COMMUNIS</i> L.	32
3.1 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA PLODŮ	32
3.2 ŠŤÁVY Z PLODŮ <i>PYRUS COMMUNIS</i> L.....	33
3.2.1 Výroba hruškové šťávy	34
4 ZDRAVOTNÍ ÚČINKY KONZUMACE FERMENTOVANÝCH NÁPOJŮ POMOCÍ SYMBIOTICKÝCH KULTUR	36
4.1 ZDRAVOTNÍ ÚČINKY KONZUMACE KOMBUCHY.....	36
4.2 ZDRAVOTNÍ ÚČINKY KONZUMACE VODNÍHO KEFÍRU	37
4.3 ZDRAVOTNÍ ÚČINKY KONZUMACE GINGER BEER	38
4.4 ZDRAVOTNÍ ÚČINKY KONZUMACE KVASU	38
5 SOUČASNÝ SORTIMENT SYMBIOTICKY FERMENTOVANÝCH NÁPOJŮ NA TRHU	40
5.1 LEGISLATIVNÍ RÁMEC PRO NÍZKOALKOHOLICKÉ NÁPOJE FERMENTOVANÉ POMOCÍ SYMBIOTICKÝCH KULTUR U NÁS A VE SVĚTĚ.....	44
II PRAKTICKÁ ČÁST	46

6	CÍL PRÁCE	47
7	METODIKA PRÁCE.....	48
7.1	MATERIÁL A METODIKA	48
7.1.1	Suroviny pro výrobu jednotlivých druhů nápojů	48
7.1.2	Přípravky a chemické látky	48
7.1.3	Přístroje a pomůcky.....	49
7.2	VÝROBA MODELOVÝCH VZORKŮ VYBRANÝCH DRUHŮ NÁPOJŮ	50
7.2.1	Popis a skladba jednotlivých modelových vzorků	50
7.2.2	Postup výroby a odběrů jednotlivých modelových vzorků.....	51
7.3	CHEMICKÁ ANALÝZA	52
7.3.1	Stanovení pH.....	52
7.3.2	Stanovení TDS	52
7.3.3	Stanovení refraktometrické sušiny	52
7.4	FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÁ ANALÝZA	53
7.4.1	Stanovení hustoty a obsahu alkoholu	53
7.5	TURBIDIMETRICKÉ STANOVENÍ ZÁKALU.....	53
7.6	SPEKTROFOTOMETRICKÉ STANOVENÍ BARVY	53
7.7	SLEDOVÁNÍ PRODUKCE CO ₂	53
7.8	SLEDOVÁNÍ NÁRŮSTU BIOMASY	54
7.9	MIKROBIOLOGICKÝ ROZBOR	54
7.10	SENZORICKÁ ANALÝZA	55
8	VÝSLEDKY A DISKUZE	56
8.1	VYHODNOCENÍ CHEMICKÉ ANALÝZY.....	56
8.1.1	Výsledky stanovení pH	56
8.1.2	Výsledky stanovení TDS.....	59
8.1.3	Výsledky stanovení refraktometrické sušiny	60
8.2	VYHODNOCENÍ FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÉ ANALÝZY	63
8.2.1	Výsledky stanovení hustoty a obsahu alkoholu	63
8.3	VYHODNOCENÍ TURBIDIMETRICKÉHO STANOVENÍ ZÁKALU	71
8.4	VYHODNOCENÍ SPEKTROFOTOMETRICKÉHO STANOVENÍ BARVY	73
8.5	VYHODNOCENÍ PRODUKCE CO ₂	75
8.6	VYHODNOCENÍ NÁRŮSTU BIOMASY	77
8.7	VYHODNOCENÍ MIKROBIOLOGICKÉHO ROZBORU	78
8.8	VYHODNOCENÍ SENZORICKÉ ANALÝZY	82
	ZÁVĚR	83
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	85
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	94

SEZNAM OBRÁZKŮ	95
SEZNAM TABULEK.....	97
SEZNAM PŘÍLOH.....	98

ÚVOD

V uplynulých letech se výrazně zvýšil počet lidí, kteří upřednostňují rostlinnou stravu. Tento trend je podpořen skutečností, že rostlinná strava nabízí řadu zdravotních benefitů a zároveň představuje ekologicky šetrnější alternativu k živočišné výživě. Stále více lidí si také uvědomuje otázky spojené s právy zvířat a zajímá se o moderní výživové směry zaměřené na rostlinné alternativy. Ty navíc často přispívají k eliminaci rizik spojených s potravinovými alergiemi běžnými u živočišných produktů, jako je například laktózová intolerance nebo alergie na bílkovinu kravského mléka (Cardello et al., 2022). V důsledku toho roste poptávka spotřebitelů po ovocných a rostlinných probiotických nápojích (Moretti et al., 2022).

Rostlinné potraviny jsou cenným zdrojem prospěšných živin – obsahují sacharidy, vitaminy i minerální látky. Kromě toho v nich najdeme také bioaktivní sloučeniny s antioxidačními vlastnostmi, které mohou napomáhat prevenci civilizačních onemocnění, jako je rakovina, obezita nebo cukrovka. Tyto látky působí tak, že zpomalují škodlivé reakce volných radikálů, chrání buňky před oxidačním poškozením a brání oxidaci lipoproteinů o nízké hustotě, čímž přispívají k ochraně našeho zdraví (Gökırmaklı et al., 2025).

Fermentace představuje cenově dostupný a relativně nenáročný způsob konzervace potravin, který zároveň zlepšuje jejich nutriční hodnotu a chuť. V průběhu tohoto procesu dochází působením enzymů fermentujících mikroorganismů k přeměně složitých organických látek na jednodušší sloučeniny (Šikić-Pogačar et al., 2022).

Fermentované nápoje se vyrábí po celém světě. Je možné se s nimi setkat v Evropě, Asii, Africe, nebo například v zemích Blízkého východu i Jižní Ameriky. V Číně sahají důkazy o výrobě fermentovaných nápojů až do roku 7000 př. n. l. Kombucha se zde údajně začala připravovat už kolem roku 220 př. n. l., zatímco kefirové mléko bylo v Asii fermentováno přibližně před 3500 lety (Marsh et al., 2014).

Fermentované potraviny a nápoje jsou součástí tradiční stravy téměř ve všech kulturách světa a zájem o ně stále roste i v současnosti právě díky jejich možným zdravotním přínosům. Velká rozmanitost fermentovaných nápojů úzce souvisí s použitím různých symbiotických mikrobiálních kultur, složených především z kvasinek a bakterií mléčného kvašení. Ty hrají klíčovou roli při stabilizaci produktu, rozvoji chuti i potenciálních zdravotních benefitech (Baschali et al., 2017).

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 SYMBIOTICKÉ KULTURY POUŽÍVANÉ PŘI VÝROBĚ NÁPOJŮ

Pro výrobu fermentovaných nápojů, jako je právě kombucha, vodní kefir či například Ginger Beer, jsou využívány takzvané symbiotické kultury. Podle specifčnosti jednotlivých druhů mikroorganismů obsažených v kultuře jsou pak kvasnými procesy vyráběny různé druhy nízkoalkoholických fermentovaných nápojů (Pihurov et al., 2023).

1.1 Definice symbiotické kultury

Symbiotická kultura je společenství mikroorganismů, které má důležité funkce. Jedná se hlavně o fermentaci cukrů v médiu. Dále také může fixovat a částečně chránit buňky před nepříznivými podmínkami. Těmi může být vysoký hydrostatický tlak či ultrafialové záření (das Chagas et al., 2024).

Jak už napovídá samotný název, v těchto kulturách žijí různé druhy mikroorganismů ve vzájemně prospěšném vztahu – produkty metabolismu jednoho druhu často slouží jako živiny pro jiný, čímž se podporuje jejich společný růst a aktivita. Během těchto procesů může docházet nejen k fermentaci cukrů na alkohol a další látky, které mají významný vliv na chuť. U některých fermentovaných nápojů se vytváří i biofilm, jenž je klíčový pro udržení životaschopnosti přítomných mikrobiálních populací (Bishop et al., 2022).

1.2 Kombucha

Kombucha se v posledních letech, díky svým zdravotním benefitům, stala celosvětově velmi oblíbeným nápojem mezi fermentovanými potravinami. Původně pochází ze severovýchodní Číny, odkud se následně rozšířila do dalších částí světa (Chong et al., 2023).

Jedná se o fermentovaný jemně přírodně sycený nápoj, s nakyslou a osvěžující chutí. Vyrábí se vložením SCOBY (Symbiotic Culture Of Bacteria and Yeast; dále jen SCOBY) do slazeného čaje, který představuje živné médium pro následující proces fermentace, díky obsahu zkvasitelných cukrů. Běžným se stalo použití čaje černého či zeleného, či jejich směsi. Zvoleným druhem čaje, množstvím cukru, délkou fermentace či použitou kulturou můžeme jednoduše ovlivnit její výslednou chuť, obsah prospěšných látek a jiné biologické vlastnosti kombuchových výrobků (Coelho et al., 2020; Chong et al., 2023).

Rozmanité složení mikroorganismů v symbiotické kultuře, přesněji hlavně bakterie octového kvašení, kvasinky a bakterie mléčného kvašení, vytváří nápoji sladkou, jemně nakyslou chuť, s mírným náznakem ethanolu a příjemnou přírodní perlivostí způsobenou

mikroorganismy produkovaným oxidem uhličitým. Jedinečnost těmto nápojům dává právě rovnováha mezi výše zmiňovanými charakteristikami, kterou lze jednoduše ovlivnit přidáním různých alternativních přísad (Vo et al., 2024).

Kombucha obsahuje celou řadu tělu prospěšných látek. Získány jsou jak přímo ze vstupních surovin, tak i z procesu fermentace. Blíže se jedná o různé aminokyseliny, bílkoviny, organické kyseliny, vitaminy (B1, B2, B6, B12 a C), stopové prvky a hydrolytické enzymy. Díky těmto cenným sloučeninám si kombucha může připisovat četné množství zdravotních benefitů při její dlouhodobější konzumaci. Pro zvýšení míry těchto pozitivních zdravotních účinků konzumace kombuchy, ale i pro chuťovou rozmanitost produktů, začali výrobci k základní čajové složce do kombuchy přidávat i jiné ochucovací složky, jako je ovoce, zelenina, bylinky, med či rostlinné šťávy a nálevy. Důraz se však ale klade na konzumované množství kombuchy, které velmi ovlivňuje míru zdravotních benefitů na lidský organismus (Kitwetcharoen et al., 2024).

Z dostupných zdrojů se lze dočíst, že je kombucha často zmiňována jako „čajová houba“, i přestože se na jejím fermentaci žádná houba nepodílí. Toto pojmenování pravděpodobně dostala kvůli biofilmu (SCOBY), tvořícímu se na povrchu čaje (viz Obrázek 1). Je tvořen z celulózy, kterou produkují mikroorganismy během fermentace. Tato celulózová vrstva se postupně zvětšuje, až nakonec dojde k jejímu samovolnému oddělení na dva nebo více samostatných plátů, čímž dochází k přirozenému rozmnožování SCOBY. Nově vzniklý plát, označovaný jako „dceřiná placka“, je připraven k přesunutí do čerstvého roztoku slazeného čaje, obohaceného několika decilitry kombuchy z předchozí fermentace, která slouží jako startér. Případně se přidávají další ingredience a proces pokračuje další fermentací (Sreeramulu et al., 2000).



Obrázek 1 Celulózový biofilm SCOBY (Sojka, 2018)

Růst tohoto konsorcia je klíčový pro celý fermentační proces kombuchy, protože podporuje symbiotické interakce mezi bakteriemi a kvasinkami. SCOBY udržuje octové bakterie na povrchu, což jim umožňuje dostatečný přístup ke kyslíku pro jejich růst a oxidaci substrátu. Naopak brání kvasinkám v přístupu ke kyslíku, protože se nacházejí ve spodní části biofilmu. Tímto způsobem je umožněn průběh anaerobní fermentace v tekutině pod „plackou“ (Coelho et al., 2020).

Samotný fermentační proces je založen na schopnosti přítomných kvasinek hydrolyzovat sacharózu na glukózu a fruktózu pomocí enzymu invertázy a následně tyto jednoduché monosacharidy přeměňovat na ethanol, oxid uhličitý a jiné sensoricky významné látky. Obvykle se čajový substrát sladí minimálně 50 g sacharózy na litr čajového výluhu. Poté dojde k činnosti octových bakterií, které přemění vzniklý ethanol na kyselinu octovou, jež nápoji dodává příjemně kyselou chuť (Bishop et al., 2022).

Průměrná doba fermentace se pohybuje kolem 7-12 dní při pokojové teplotě. V závislosti na počáteční kultuře uvádějí některé zdroje jako dostatečnou dobu fermentace i 72 hodin (Watawana et al., 2015). Organoleptické vlastnosti konečného nápoje jsou závislé na podmínkách prostředí, vitalitě mikroorganismů, teplotě a délce fermentace (Da Anunciação, 2024).

Delší doba fermentace může vést ke zvýšení hladiny organických kyselin, což může negativně ovlivnit chuť nápoje a při příliš vysokých koncentracích těchto kyselin představovat potenciální zdravotní riziko při dlouhodobé konzumaci (Bishop et al., 2022).

1.2.1 Symbiotické mikroorganismy specifické pro kombuchu

Kombucha je příkladem mikrobiální interakce mezi bakteriemi octového kvašení (Acetic Acid Bacteria; dále jen AAB) a osmofilními kvasinkami, která vytváří kyselé prostředí, v němž se na povrchu formuje celulózový biofilm. Toto „společenstvo“ jinde v přírodě nebylo objeveno. Kdy vzniklo, není přesně známo, ale předpokládá se, že v antropickém prostředí (lidských obydlích) existuje již více než dvě tisíciletí (Kozyrovska et al., 2021).

Několik studií navíc ukázalo, že mikrobiologické složení SCOBY se může mezi jednotlivými fermentacemi lišit. Vliv na rozdílné složení mají i faktory jako je klima, původ, zeměpisná poloha či použité médium. Mezi octové bakterie, které jsou součástí kombuchového nápoje a hrají jednu z hlavních rolí, patří *Komagataeibacter xylinus*. Tato bakterie je zodpovědná za syntézu zmíněné celulózy, která se vytváří na hladině nápoje (Da Anunciação, 2024).

Působení *Komagataeibacter xylinus* v čaji začíná oxidací glukózy na kyselinu glukonovou. Další specifický metabolismus vede k syntéze mikrobiální celulózy tvořící biofilm, který zůstává na povrchu kapaliny. Proces zahrnuje syntézu uridindifosfátu-glukózy, který je prekurzorem celulózy. Každá buňka *Komagataeibacter xylinus* může vytvářet až 200 000 glukózových zbytků za sekundu do β -1,4-glukanových řetězců. Výhodou této schopnosti je, že se množí za podmínek, kdy se jim daří produkovat celulózu z různých uhlíkatých látek včetně glukózy, ethanolu, sacharózy anebo například glycerolu. Zjištěna byla také přítomnost některých ostatních bakterií, jako jsou zástupci rodu *Leuconostoc*, *Allobaculum*, *Ruminococcaceae*, *Enterococcus*, *Propionibacterium*, *Bifidobacterium* a *Thermus*, ale jejich výskyt nebyl tak významný jako u ostatních (Coelho et al., 2020).

Několik výzkumů ukazuje na značnou rozmanitost druhů kvasinek izolovaných z kombuchy. Jedná se o rody *Brettanomyces/Dekkera*, *Candida*, *Kloeckera*, *Mycotorula*, *Mycoderma*, *Pichia*, *Saccharomyces*, *Schizosaccharomyces*, *Torulospora* a *Zygosaccharomyces*. Z rodu *Brettanomyces* byly identifikovány druhy *B. intermedius*, *B. bruxellensis* a *B. claussenii*. Mezi zaznamenané druhy rodu *Candida* patřily *C. famata*, *C. guilliermondii*, *C. obtusa*, *C. stellate*, *C. guilliermondii*, *C. colliculosa*, *C. Kefyr* a *C. krusei*. V několika studiích byla potvrzena přítomnost kvasinek rodu *Saccharomyces*, včetně *S. cerevisiae*, *S. bisporus*. U rodu *Zygosaccharomyces* byly zjištěny blíže druhy *Zygosaccharomyces rouxii*, *Zygosaccharomycesbailii* a *Zygosaccharomyces kombuchaensis* sp. Je doloženo, že osmotolerantní druhy kvasinek (*Saccharomyces cerevisiae*, *Zygosaccharomyces* spp., *Torulaspora delbrueckii*, *Schizosaccharomyces pombe* a další) často zahajují fermentaci. Acidotolerantní kvasinky (*Brettanomyces* spp., *Candida stellata* a další) jsou aktivní až následně. Interakce mezi kvasinkami rodu *Saccharomyces* a jinými druhy kvasinek jsou výhodné při smíšené fermentaci kombuchy, protože pomáhají minimalizovat riziko růstu bakterií, které by mohly narušit průběh kvašení. Navíc pravděpodobně přispívají k tvorbě charakteristických aromatických látek (Coelho et al., 2020).

1.3 Vodní kefir

Vodní kefir je přirozeně fermentovaný jemně sycený nápoj, ovocné chuti, lehce nakyslý díky vyššímu obsahu kyseliny mléčné a s nízkým obsahem alkoholu (obvykle méně než 1 % v/v). Tento nápoj se běžně získává fermentací roztoku sacharózy ve vodě s kefírovými zrny (Moretti et al., 2022).

Kromě různých zdrojů sacharózy lze k výrobě vodního kefíru použít i ovoce. Nejčastějšími zdroji uhlíku jsou pak rafinovaný a třtinový cukr, zatímco sušené ovoce se přidává jako zdroj dusíku, díky přítomným aminokyselinám. Důležité je zohlednit typ ovoce, způsob jeho zpracování (např. sušení), nepřítomnost konzervantů a možné přítomnosti mikroorganismů (např. *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonas* spp.), které by mohly kefír kontaminovat. Kromě již zmíněných živin jsou dále během fermentace nezbytné vitaminy a minerály, které také poskytuje sušené ovoce. Množství nebo druh ovoce může ovlivnit rozmanitost mikrobiálních druhů, spotřebu substrátu a produkci metabolitů během fermentace (Cufaoglu a Erdinc, 2023a). Studie Esatbeyoglu et al. (2023) ukázala, že vodní kefír vyrobený ze šťávy a výlisků *Aronia melanocarpa* měl velký potenciál. Tento kefír vykazoval mimo jiné i vysoký obsah fenolických látek, flavonoidů a antokyanů, přičemž si zachoval přijatelný organoleptický profil (Esatbeyoglu et al., 2023).

Optimální teplota kvašení vodního kefíru se pohybuje mezi 20 a 25 °C po dobu 24-72 h, přičemž se obvykle používá 6-10 % sacharózy a 6-20 % zrn (Esatbeyoglu et al., 2023).

Mikroorganismy ve vodním kefíru koexistují symbioticky a mohou přecházet z keřirových zrn do tekutiny. Po přefiltrování lze zrna použít pro další fermentaci jako inokulační prostředek. Kromě toho lze použít metodu „black-slopping“, kdy se k novému kvašení přidává část již fermentovaného nápoje spolu se zrny. Po oddělení zrn od keřirové tekutiny lze tekutinu použít pro druhou fermentaci. Při této fázi se často přidává ovoce nebo ovocné šťávy (např. jablečná, ananasová, limetková, citrónová, pomerančová, mangová, třešňová či jahodová) a směs se nechá dále fermentovat při teplotě 4 °C po dobu 24 hodin (Cufaoglu a Erdinc, 2023a).

Vodní kefír obsahuje různé metabolity, včetně složek pocházejících z cukrů a ovoce, stejně jako kyseliny mléčnou, octovou a další organické kyseliny, ethanol, oxid uhličitý, manitol, vitamíny (zejména vitamíny skupiny B), aminokyseliny (např. arginin), glycerol a estery. Během fermentace jsou mikroorganismy odpovědné za syntézu polysacharidů. Jedná se zvláště o glukán, díky němuž dochází k růstu biomasy keřirových zrn. Mikroorganismy během fermentace dále spotřebovávají sacharózu, přičemž její koncentrace klesá až o 98 % během prvních 24 hodin. Hlavními konečnými produkty fermentace jsou pak ethanol, kyselina mléčná a kyselina octová (Cufaoglu a Erdinc, 2023a).

I když je vodní kefír často zaměňován s mléčným keřírem jak v populárních znalostech, tak v recenzovaných vědeckých publikacích, je důležité si uvědomit, že jde o odlišné symbiotické systémy (Cufaoglu a Erdinc, 2023b).

Za prvé, zrna vodního a mléčného kefiru se liší složením polysacharidové matrice: u vodního kefiru jde o homopolysacharid α -1,6-glukan, který je syntetizován *Lentilactobacillus hilgardii*, zatímco u mléčného kefiru jde o heteropolysacharid glukogalaktan, známý jako kefiran, produkovaný kulturou *Lactobacillus kefiranofaciens*. Za druhé, fermentovaný disacharid, který mikroorganismy využívají, je také odlišný – ve vodním kefiru je to sacharóza, v mléčném kefiru laktóza. I když zrna mléčného kefiru mohou růst i v nemléčných substrátech, schopnost zrn vodního kefiru fermentovat sacharózu je činí zajímavými. Za třetí, druhy mikroorganismů přítomné v obou typech zrn se liší (Moretti et al., 2022).

Konzumace vodního kefiru tedy představuje slibnou alternativu pro osoby, které chtějí zařadit fermentované nápoje do svého jídelníčku, ale nechtějí nebo nemohou přijímat produkty živočišného původu (Moretti et al., 2022). Domácí vodní kefir může být alternativou také pro vegany a osoby s intolerancí na laktózu či alergií na mléčné bílkoviny. Při výrobě mléčného kefiru závisí vlastnosti na teplotě fermentace, zatímco u vodního kefiru hraje větší roli zdroj uhlíku a energie (Cufaoglu a Erdinc, 2023b).

Kefirová zrna (viz Obrázek 2), známá také jako Tibi krystaly, mají gelovitou elastickou strukturu a svým vzhledem připomínají hlávku kvěťáku. Jejich vzhled lze také přirovnat k "kamenné soli", přičemž jejich barva se pohybuje od bělavé po nažloutlou, v závislosti na substrátu, ve kterém se nacházejí (Bozkir et al., 2024).



Obrázek 2 Tibi krystaly vodního kefiru (Křížková, 2018)

Zrna vodního kefiru obsahují téměř 45 % mukopolysacharidů, 34 % bílkovin a 4 % tuku, spolu s vitamíny skupiny B, vitamínem K, vápníkem, fosforem a hořčíkem. Vzhledem k osídlení se skládají z okrajové a vnitřní části. Okrajovou část osidlují bakterie, zatímco vnitřní část obsahuje především kvasinky. Mezi těmito dvěma částmi mají bakterie a

kvasinky dlouhá polysacharidová vlákna. V tomto symbiotickém systému slouží kvasinky jako zdroj dusíku, který mohou bakterie využít pro jejich metabolismus (Bozkir et al., 2024).

1.3.1 Symbiotické mikroorganismy specifické pro vodní kefir

Hlavními skupinami mikroorganismů tvořící symbiotickou kulturu vodního kefiru jsou bakterie mléčného kvašení (Lactic Acid Bacteria; dále jen LAB), AAB a kvasinky. Díky jejich symbiotickému charakteru tvoří zrna vodního kefiru složitý mikrobiální systém zakotvený v polysacharidové matici. Každý gram vodního kefirového zrna celkově obsahuje přibližně 10^8 kolonií tvořících jednotek (Colony-Forming Units; dále jen CFU/g nebo CFU/ml). Nad kvasinkami běžně početně převažují laktobacily, a to více jak stokrát. Počet AAB se mění podle hladiny kyslíku v systému, většinou jsou ale hodnoty podobné hodnotám počtu laktobacilů (Cufaoglu a Erdinc, 2023a).

Lactobacillus spp. ze skupiny LAB, *Acetobacter* spp. z AAB a *Saccharomyces* spp. jako zástupci kvasinek jsou primárními mikrobiálními zástupci v zrnech vodního kefiru. Je známo, že některé druhy se v zrnech vodního kefiru vyskytují často, ale diverzita dominujících druhů se liší v závislosti na geografickém původu zrn a zdroji fermentace (Lynch et al., 2021).

Mikrobiální společenství vodního kefiru zahrnuje tyto rody LAB: *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* a *Streptococcus*, obvykle v koncentracích 10^7 – 10^8 CFU/g zrna. Nejběžnějšími druhy LAB jsou pak *Lentilactobacillus hilgardii*, *Liquorilactobacillus nagelii*, *Lacticaseibacillus casei* a *Lacticaseibacillus paracasei*, *Lentilactobacillus farraginis*. Kromě výše zmíněných LAB obsahují zrna vodního kefiru a samotný nápoj také bifidobakterie, přičemž nejběžnějším zástupcem je *Bifidobacterium aquikefiri*. Dále zde můžeme najít kvasinky jako *Saccharomyces*, *Kluyveromyces*, *Pichia* a *Candida*, jejichž koncentrace se pohybují mezi 10^6 – 10^7 CFU/g zrna. Kvasinky hrají klíčovou roli při tvorbě aroma a chuťových prekurzorů během fermentace a zrání. Mezi AAB, které se běžně vyskytují v množství 10^6 – 10^7 CFU/g zrna, nalezneme druhy jako *Acetobacter fabarum*, *Acetobacter tropicalis*, *Acetobacter indonesiensis*, *Acetobacter lovaniensis* a *Gluconobacter oxydans* (Moretti et al., 2022; Bozkir et al., 2024).

1.4 Ginger Beer

Zázvorové pivo (Ginger Beer; dále jen GB) je nízkoalkoholický nápoj, který se vyznačuje perlivostí, kyselou a osvěžující chutí, typickou vůní zázvoru, světle žlutým zbarvením a

průsvitným vzhledem. Na trhu je GB dostupná i ve formě bez fermentace, kdy se k jeho výrobě používá sycená voda, cukr, zázvorový sirup nebo extrakt a konzervanty. Tento nápoj je častěji známý pod názvem Ginger Ale, v českém prostředí však spíše jako zázvorová limonáda. Běžnější způsob přípravy GB zahrnuje řízenou fermentaci za přítomnosti kvasinek rodu *Saccharomyces*. Alternativně lze nápoj připravit pomocí „back-slopping“ fermentace, kdy jako startovací kultura slouží směs mikroorganismů přirozeně přítomných v zázvoru, označovaná jako "ginger bug" (dále jen BUG). Použití BUG (viz Obrázek 3) umožňuje získat konzistentnější finální produkt s lepším sycením oxidem uhličitým a vylepšeným nutričním profilem i chuťovými vlastnostmi (Iara Gomes de Oliveira et al., 2024).



Obrázek 3 Ginger Bug (Heather, 2020)

V západních zemích mohou cukrové nápoje ochucené zázvorem obsahovat také chmel, různá dochucovadla nebo ovocné šťávy. Různé druhy tohoto nápoje se liší obsahem ethanolu. Ginger Ale obsahuje maximálně do 0,5 % obj., zatímco běžnější alkoholické varianty mohou mít obsah alkoholu od 0,5 % až do 11 % obj. (Ameh et al., 2014). GB je přirozeně sycený kvasinkami nebo tzv. "zázvorovou pivní kulturou" (GBP – ginger beer plant), což je symbiotické společenství mikroorganismů tvořené *Lactobacillus hilgardii* a *Saccharomyces florentinus*. Tato kultura bakterií a kvasinek vytváří želatinovou hmotu (viz Obrázek 4), která usnadňuje přenos kvasné kultury mezi fermentačními nádobami Ameh et al., 2014).



Obrázek 4 Polysacharidová zrna – Ginger Beer Plant (Yemoos Nourishing Cultures, 2025)

Tradiční výroba zázvorového piva spočívá ve fermentaci směsi vody, cukru, zázvoru a GB po dobu alespoň tří dnů (Ameh et al., 2014).

Klíčovou surovinou pro GB je zázvor (*Zingiber officinale Roscoe*) patřící do čeledi zázvorníkovitých (*Zingiberaceae*). Je to vytrvalá rostlina původem z Asie, ceněná pro své hlízovité oddenky s výrazně štiplavou chutí a aromatickou vůní. Kromě využití jako koření má zázvor řadu terapeutických účinků, včetně antimikrobiálních, protizánětlivých, antioxidačních či imunostimulačních vlastností. Obsahuje fenolické sloučeniny, jako jsou například gingeroly a zingerony, dále sacharidy, bílkoviny, lipidy, vlákninu a minerály. První zmínky o zázvorovém pivu pocházejí z Anglie 18. století, kde bylo oblíbené díky nízkému obsahu alkoholu a považovalo se za bezpečnější než často kontaminovaná voda (Nutakor et al., 2020).

V současnosti se preference spotřebitelů postupně přesouvají od nápojů s vysokým obsahem kalorií k těm s velmi nízkým, nebo alespoň k těm s nižším obsahem cukru, a to jak v alkoholických, tak v nealkoholických variantách. Popularita GB tedy pozvolna klesá, i přes jeho pozitivní účinky na zdraví díky fermentujícím kulturám (Nutakor et al., 2020).

1.4.1 Symbiotické mikroorganizmy specifické pro Ginger Beer

Jak již bylo uvedeno výše, GB je produkován symbiotickou kulturou, tvořenou zejména bakteriemi *Lactobacillus hilgardii* a kvasinkami *Saccharomyces florentinus*.

BUG (podkapitola 1.4.2) se vytváří přirozenou (divokou) fermentací. Nápoj samotný může být také vyroben přímo spontánní fermentací. Divoká fermentace je taková, která

nevyžaduje přidání kvasinek, protože využívá ty, které se přirozeně nacházejí na fermentovaném substrátu. U čerstvých oddenků zázvoru byla zaznamenána bakteriální koncentrace až 10^{10} CFU/g a koncentrace kvasinek až 10^7 CFU/g (Canakapalli, 2019).

Konečná kvalita GB přímo závisí na podmínkách fermentace, jako jsou čas a teplota, a také na přítomných mikroorganismech, které přispívají k získání specifických těkavých látek ovlivňujících sensorické vlastnosti nápoje. Uváděna je nejčastěji přítomnost bakterií rodu *Lactobacillus* a příbuzných rodů *Leuconostoc*, *Bacillus*, *Staphylococcus*, dále kvasinek rodu *Candida* a *Saccharomyces* na konci fermentace. Přesto však bakteriální a kvasinková diverzita BUG i GB zůstává nedostatečně prozkoumána (Iara Gomes de Oliveira et al., 2024).

Důležitou vlastností, pro kterou je GB mimo jiné často konzumováno, jsou jeho probiotické účinky na lidský organismus (Pujiati et al., 2022). Podle studie Pujiati et al. (2022) byly identifikovány probiotické mikroorganismy z řad rodů *Streptococcus*, *Micrococcus* a *Lactobacillus*.

1.5 Kvas

Kvas (viz Obrázek 5) je oblíbený nízkoalkoholický nápoj, který obvykle obsahuje do 1 % alkoholu, a je populární v Rusku, na Ukrajině a v dalších východoevropských zemích. V současnosti se stále více rozmáhají přírodní nápoje vyráběné z tradičních surovin. Kvas obsahuje aminokyseliny, vitamíny, kyselinu mléčnou a další živiny, které mohou přispět k podpoře zdraví trávicího systému na všech úrovních. Tento nápoj vzniká přirozenou fermentací sacharidů obsažených v žitném sladu nebo sušeném žitném chlebu, přičemž fermentaci podporují přítomné kvasinky (Shao et al., 2022).



Obrázek 5 Nízkoalkoholický nápoj kvas (Česká televize, 2025)

Na rozdíl od ostatních již zmíněných symbiotických kultur, používaných pro výrobu nápojů, ale netvoří biofilm. Barva nápoje kvasu je podobná pivu, může být až mírně červená (Shao et al., 2022).

Od 19. století byl tradiční kyselý kvas běžným nápojem na estonských venkovských farmách, kde se vyráběl fermentací směsi chleba a vody. Proces často zahrnoval různé bakterie mléčného kvašení, které přispívaly k regionálně odlišným chutím a aromátům (Pisponen a Andreson, 2024).

Kvas, na rozdíl od kváskového chleba, neprochází žádným tepelným zpracováním po fermentaci, a proto obsahuje vysoký počet životaschopných kvasinek a LAB. Mezi mikroorganismy, které se účastní fermentace kvasu, patří kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* a LAB, s tím že druhové složení se může značně lišit v závislosti na rozdílech v surovinách a podmínkách fermentace (Basinskiene et al., 2016).

Další přidání LAB nejen zrychluje fermentační proces, ale také přispívá k typickému aroma a chuti nápoje. Při výrobě je kladen důraz na optimalizaci poměru LAB a kvasinek, což zlepšuje účinnost fermentace, senzorické vlastnosti a fyzikálně-chemické parametry kvasu. Cílem je zejména zdůraznit kyselou chuť a zajistit celkovou přijatelnost nápoje pro spotřebitele (Pisponen a Andreson, 2024). LAB nejen přispívají k tvorbě požadovaných senzorických vlastností finálního produktu, ale také zajišťují jeho mikrobiální bezpečnost, přičemž produkují bakteriociny a další antimikrobiální látky. Antimikrobiální účinky LAB jsou především spojeny s produkcí organických kyselin. V posledních letech však vzrostl zájem o LAB produkující bakteriociny právě v souvislosti zvyšování bezpečnosti potravin.

Aplikace těchto LAB při výrobě nealkoholických nápojů na bázi obilovin otevírá nové možnosti pro vývoj funkčních fermentovaných produktů, jako je například kvas (Basinskiene et al., 2016).

Proces mléčně-ethanolového kvašení za pomoci chlebových kvasnic, který je ukončen dříve, než koncentrace ethanolu dosáhne 1,2 % objemového alkoholu, přispívá k jedinečnému aromatickému profilu kvasu. Výsledkem je pěnivý nápoj s komplexní hořkosladkou chutí a charakteristickou hnědo-žlutou barvou. Fermentace navíc obohacuje kvas o minerály, vitamíny a antioxidanty (Gambuš et al., 2015).

Hlavními metabolity přítomnými v nápoji po proběhlém fermentačním procesu jsou tedy ethanol, kyselina mléčná a kyselina octová. Z cukrů se v nápoji v nejvyšších koncentracích převážně nachází fruktóza, glukóza a maltóza, zatímco například maltotrióza a maltodextriny bývají přítomny pouze v minimálních množstvích (Dlusskaya et al., 2008).

Chuť a barva živého fermentovaného nápoje je určována obsahem melanoidinů z žitného sladu. Za aroma odpovídají látky vzniklé během fermentace, jako jsou diketony, komplexní estery, aromatické vyšší alkoholy a další (Osipova, 2020).

Obiloviny, které jsou charakteristickou složkou kvasu, jsou významným zdrojem hemicelulóz, jako jsou arabinoxylany, β -glukany a arabinogalaktany, které jsou často označovány jako „dietní“ vláknina. Žito, mezi běžně pěstovanými obilovinami, je považováno za zdravou surovinu díky vysokému obsahu vlákniny a dalších prospěšných látek. Zájem o potraviny a nápoje bohaté na dietní vlákninu stále roste. Tyto produkty jsou často označovány jako prebiotické, protože podporují růst prospěšné střevní mikroflóry (Basinskiene et al., 2016).

1.5.1 Symbiotické mikroorganizmy specifické pro kvas

Tradiční chlebový kvas je vyráběn fermentací kvasné mladiny pomocí pekařských kvasinek *Saccharomyces cerevisiae* a bakterií mléčného kvašení *Lactobacillus fermentum* (Osipova, 2020).

Kvas může spontánně obsahovat různorodé LAB, které pravděpodobně pocházejí z žitného chleba nebo přísad, kterými mohou být například i jalovcové bobule či rozinky. Mezi tyto bakterie patří *Lactobacillus delbrueckii*, *Lactiplantibacillus plantarum*, *Lacticaseibacillus casei*, *Lacticaseibacillus paracasei* a další (Pisponen a Andreson, 2024).

Bližší mikrobiologickou analýzu komerčního vzorku kvasu provedla Dlusskaya et al. (2008), která ve své studii dokládá přítomnost *Lactobacillus casei* a *Leuconostoc mesenteroides* v množství $7,3 \times 10^7$ a $6,0 \times 10^7$ CFU/ml, zatímco druh kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* byl detekován v množství $3,0 \times 10^7$ CFU/ml. Proč je důležitý poměr mikroorganismů bylo naznačeno již výše. Zjednodušeně to lze formulovat takto: Přítomné mikroorganismy mají různé vlivy na fermentační proces, například zástupci druhů *Lactobacillus casei* a *Leuconostoc mesenteroides* přispívají k produkci organických kyselin a metabolitů, zatímco kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* se podílí na kvašení cukrů na CO₂, ethanol a jeho meziprodukty. Navíc *Leuconostoc mesenteroides* produkuje některé polysacharidy, které mohou ovlivnit konzistenci a vlastnosti nápoje (Dlusskaya et al., 2008).

2 TECHNOLOGIE NÁPOJŮ VYRÁBĚNÝCH POMOCÍ SYMBIOTICKÝCH KULTUR

Každý ze zmíněných nízkoalkoholických fermentovaných nápojů má odlišný způsob výroby, ačkoliv se v nich uplatňují některé velmi podobné základní operace. Přesným postupům se věnuje následující text kapitoly.

2.1 Technologie výroby kombuchy

Kombucha se tradičně vyrábí z černého nebo zeleného čaje. Poměr čaje a cukru, stejně jako doba a teplota fermentace, se mohou lišit podle regionu nebo preferencí spotřebitelů (Jayabalan et al., 2016b).

Běžně se nejprve připraví čajový základ, do kterého se přidá cukr jako substrát pro bakterie a kvasinky odpovědné za fermentaci. Čaj musí být před přidáním kultury dostatečně ochlazen na pokojovou teplotu, aby nedošlo k inaktivaci mikroorganismů. Následně se do čaje vkládá SCOBY, „celulózová placka“, spolu s 10 až 20 % již fermentované kombuchy, která slouží jako startér. Fermentaci se doporučuje ukončit kolem pH 4,2, aby se zabránilo nadměrné produkci kyseliny octové. Kombucha by měla fermentovat ve skle nebo nerez, aby se předešlo uvolňování toxických látek z nevhodných nádob (Coelho et al., 2020).

Nádoba, ve které se kombucha připravuje, by měla být přikrytá pouze gázou nebo jiným prodyšným materiálem, aby byl umožněn přístup vzduchu pro správnou činnost mikroorganismů, ale zároveň tak, aby nedocházelo k případné kontaminaci spadem. Důležité je ponechat dostatek prostoru v nádobě pro dostatečný přístup kyslíku – vytvořit oxidační prostor. Doporučuje se proto používat nádoby se širokým hrdlem, které navíc usnadňují manipulaci se SCOBY při jeho přenášení do nezkvašeného čaje (Coelho et al., 2020).

Teplota a doba fermentace se v různých zdrojích liší. Jayabalan et al. (2016b) uvádějí optimální teploty mezi 20–22 °C po dobu 7–10 dnů. Fermentace však může trvat i déle v závislosti na kvalitě startéru. Watawana et al. (2015) zjistili, že fermentace může probíhat při 20–30 °C a trvat 3 až 60 dní podle vitality počáteční kultury.

Výsledný nápoj by měl být přefiltrován, aby se odstranily zbytky celulózy a mikroorganismy v kvasničných vláknech, a poté uchováván v chlazených uzavřených nádobách. Takto vyrobenou kombuchu lze pak dosytit sekundární fermentací. Tento proces spočívá v přidání

zdroje cukru nebo ovocné šťávy do již fermentovaného nápoje. Získáme tím nejen vyšší perlivost výsledného nápoje, ale i výraznější chuť (Coelho et al., 2020).

Po několika dnech fermentace kombuchy se na povrchu tekutiny zpravidla vytvoří nová vrstva celulózy. Pokud není použita k další fermentaci, doporučuje se její uchovávání v chladu spolu s malým množstvím již fermentované kombuchy. Skladování v chladu může však ale snížit aktivitu probiotických mikroorganismů. Životaschopnost probiotik po skladování kombuchy už při 4 °C klesá. Pokles životaschopnosti byl zjištěn i u AAB po 14 dnech skladování při této teplotě, a ještě výraznější úbytek je zjištěn u LAB po osmi dnech chlazení. Z tohoto důvodu odborníci doporučují skladovat SCOBY při pokojové teplotě mezi 16 a 38 °C a zároveň udržovat ji ve slazeném čaji. Tento postup pomáhá zachovat aktivitu kultur pro další fermentaci, protože chlazené skladování může snížit životaschopnost mikroorganismů kombuchy a podpořit růst nežádoucích mikroorganismů čaje (Coelho et al., 2020).

2.2 Technologie výroby vodního kefiru

Výroba vodního kefiru probíhá převážně v malém měřítku a existuje jen omezené množství údajů o podmínkách fermentace a použitých startovacích kulturách. Tradičně se vodní kefir připravuje přidáním kefírových zrn do roztoku sacharózy. V průmyslově vyráběných vodních kefírových nápojích lze jako základní roztok použít také melasu a zeleninové nebo ovocné šťávy. Následně fermentuje při pokojové teplotě v anaerobních podmínkách po dobu 24 až 72 hodin. Výsledné pH vodního kefiru se pohybuje v rozmezí 3,5–4,5 a obsah alkoholu běžně nepřesahuje 1 % (Bozkir et al., 2024).

Použití definovaných startovacích kultur není běžné, protože vodní kefir se obvykle vyrábí v domácích podmínkách za minimálně aseptických nebo spíše nesterilních podmínek. Výrobní proces je typicky spontánní, pouze s občasným použitím vybraných kultur (Matejčková a Valík, 2025).

Kefírová zrna vyžadují nutričně bohatý základ s vysokým obsahem minerálů, proto se nedoporučuje používat destilovanou, filtrovanou ani osmoticky čištěnou vodu, která obsahuje pouze stopové množství minerálů. Také voda z vodovodu není vhodná kvůli obsahu chloru a fluoru, které mohou inhibovat probiotické mikroorganismy (Bozkir et al., 2024).

Tradičně se připravuje vložení zrn vodního kefiru (6–20 % w/v) do roztoku sacharózy (6–30 % w/v) s nebo bez přídavku sušeného či čerstvého ovoce. Fermentace probíhá při optimálních teplotách mezi 20 a 37 °C (běžně 20–25 °C) po dobu 24 až 96 hodin (Matejčková a Valík, 2025). Některé studie uvádějí 21 °C jako preferovanou teplotu inkubace (Guzel-Seydim et al., 2021). Během fermentačního procesu část mikroorganismů přechází do kapalné fáze, kde se množí a snižují pH, zatímco jiné zůstávají vázány na zrno a syntetizují exopolysacharidovou matici ze sacharózy. Následně jsou zrna vodního kefiru odfiltrována, řádně omyta přes sítko a znovu využita v čerstvém cukerném roztoku pro nový fermentační proces. Tento postup se označuje jako subkultivace nebo zpětné naočkování, anglicky známé pod pojmem back-slopping (Matejčková a Valík, 2025).

V rámci výroby lze provést i sekundární fermentaci po odstranění zrn, kdy se do nápoje přidávají ovoce, zelenina nebo jejich extrakty, a fermentace pokračuje dalších 24 hodin při chladírenských teplotách. Tímto postupem se získá více ochucený produkt. Po druhé fermentaci se filtrované nápoje připravují ke konzumaci nebo skladování při 4 °C (Matejčková a Valík, 2025).

Prostřednictvím chlazení, lyofilizací, vakuového sušení či mrazení mohou být zrna konzervována pro další fermentaci. Pokud jsou skladována při optimálních podmínkách, nemohou se znehodnotit (Bozkir et al., 2024).

2.3 Technologie výroby nápoje Ginger Beer

Pro výrobu nápoje GB se běžně používá zázvor (*Zingiber officinale* Roscoe) ideálně v „BIO“ kvalitě a citron (*Citrus limon*), kdy jsou suroviny vybrány na základě kvality a čerstvosti. Dále je použit krystalový cukr a voda. Prvním krokem při běžné výrobě je aktivace zázvorového „BUG“. Zázvor se omyje a suší 30 minut. Poté se nastrohává a smíchá s vodou a cukrem. Směs se nechává fermentovat při 25 °C po dobu 96 hodin, přičemž každých 24 hodin se přidávají 4 % zázvoru a cukru. Výroba samotného nápoje začíná omytím surovin. Citronová šťáva se vylisuje, zázvorová šťáva se připraví mixováním zázvoru s vodou a přefiltrováním. Do směsi se přidává typicky 15 % cukru, 1 % citronové šťávy a 25 % aktivního „BUG“, směs se promíchá a nalije se do sterilních lahví. Nápoj se nechá fermentovat při 25 °C po dobu od 3 do 14 dnů (Iara Gomes de Oliveira et al., 2024).

Dalším způsobem výroby je právě použití Ginger Beer Plant (dále jen GPB) jako startéru pro fermentaci. Jedná se o mikroorganismy již vytvořená polysacharidová zrna (viz kapitola 1.4). Výroba zázvorového piva pomocí GPB začíná přípravou sladkého nálevu z vody a

cukru teplou cestou, jeho vychladnutím a přidavkem nastrouhaného zázvoru. Po vychladnutí na pokojovou teplotu se přidají GBP zrna a nádoba se zakryje prodyšným materiálem. Fermentace probíhá 3–5 dnů při pokojové teplotě. Po scezení se nápoj přelije do lahví uzavřených víčky a nechá 1–3 dny při pokojové teplotě kvůli sekundární fermentaci. Jakmile dosáhne požadované perlivosti, přesune se do lednice. Důležité je dbát na čistotu vybavení, které přichází do kontaktu se surovinou i nápojem, kontrolovat tlak v lahvích a před podáváním nápoj slít přes sítko. Tento postup vede k získání osvěžujícího, přirozeně perlivého zázvorového piva (Yemoos Nourishing Cultures, 2025).

Pro krátkodobé uchování lze GBP umístit do lednice v cukrovém roztoku v uzavřené nádobě na dobu až jednoho týdne. Před použitím je doporučeno kulturu propláchnout a nahradit starý roztok čerstvým. Pro delší skladování existují dvě hlavní metody. První je sušení, kdy je třeba GBP důkladně propláchnout, rozložit na nepřilnavý povrch a nechat uschnout při pokojové teplotě bez přístupu přímého slunečního světla. Po úplném vysušení je vhodné kulturu uchovávat v uzavřeném sáčku nebo nádobě na suchém a chladném místě. Druhou možností je zmrazení. Před zmrazením je doporučeno smíchat GBP s malým množstvím cukru nebo sušeného mléka, které pomůže ochránit mikroorganismy. Kultura se poté umístí do vzduchotěsné nádoby nebo sáčku a uloží do mrazáku. Při rozmrazování je ideální nechat GBP pomalu rozmraznout v cukrové vodě při pokojové teplotě. Díky těmto metodám lze zajistit dlouhou životnost GBP a její opětovné využití pro fermentaci zázvorového piva (Ginger Beer Plant, 2025).

2.4 Technologie výroby kvasu

Jeden ze způsobů přípravy kvasu začíná mícháním extrudovaného celozrnného žita a vody v poměru 1:50, která se zahřeje na 55 °C. Rmut se upraví enzymy α -amylázou a amyloglukozidázou, aby se zkapalnil a přeměnil na sladký roztok. Pro rozklad neškrobových polysacharidů se přidá β -xylanolytický enzym. Po 2 hodinách se směs vaří 10 minut při 100 °C a poté ochladí na teplotu vhodnou pro inokulaci. Rmut se naočkuje 10 % inokula z předešlé výroby nebo suchými kvasnicemi a nechá se kvasit 48–60 hodin. Po fermentaci se upraví sladkost přidáním cukru a barva pomocí karamelizovaného sladu. Hotový nápoj se ochladí, stočí se do lahví, které se pak následně skladují při 0–6 °C po dobu až 30 dnů (Basinskiene et al., 2016).

Další možnost výroby kvasu je za použití sušeného žitného chlebu určeného přímo pro výrobu kvasu či piva, kvasinek *Saccharomyces cerevisiae* a LAB *Lactiplantibacillus*

plantarum či *Lactobacillus helveticus*. Nejprve se chléb nakrájený na kousky a namočí do horké vody (~90 °C) na přibližně 6 hodin v poměru 10 litrů vody na 1 kg chleba. Následně jsou kousky chleba odstraněny a do tekuté frakce se přidá cukr v množství asi 50 gramů na 1 litr. Poté se rmut stočí do skleněných demižonů, ve kterých proběhne fermentace. Do každého demižonu se přidá specifická dávka kultury kyselinotvorných bakterií, buď samostatně, nebo v kombinaci s kvasnicemi. Takto připravený nápoj se nechá fermentovat při 30 až 38 °C po dobu 16 hodin (Pisponen a Andreson, 2024).

Vzhledem k tomu, že lidé vyhledávají autentickou chuť kvasu, snaží se výrobci co nejvíce přiblížit originálnímu produktu. K tomu využívají různé receptury, které obsahují přídavek ochucujících složek, jako jsou bylinky nebo koření (Zweers a Vene, 2021).

Mátový kvas, tradiční ruský nápoj, je další variantou, která se vyrábí ze starého tmavého žitného chleba, do kterého se přidávají voda, cukr, sušené kvasnice, čerstvé mátové listy a rozinky. Máta může být vynechána nebo nahrazena medem nebo citronovou kůrou (Baschali et al., 2017).

Suroviny kvasu se v průběhu času rozšířily o různé druhy ovoce a zeleniny. Ovocné kvasové nápoje se vyrábějí fermentací ovocných šťáv, jako jsou jablka, hrušky či bobuloviny, což vede k osvěžujícím nápojům s nízkým obsahem alkoholu a bohatou chutí. Zeleninové kvasové nápoje, například z červené řepy, jsou oblíbené pro své zdravotní benefity, včetně podpory trávení a posílení imunitního systému. Příprava „jablečného“ kvasu probíhá tak, že se převařená a mírně zchladlá voda dobře smíchá se žitnou moukou. Poté se přidá žitný kvásek a přidají se rozčtvrcená jablka. Nádoba se uzavře a směs se nechá kvasit 3 až 4 dny při pokojové teplotě. Je dobré v průběhu fermentace odstraňovat vznikající pěnu, kvůli snížení zákalu konečného nápoje. Po skončení hlavního kvašení se vyjmou kusy jablek a přidávají se rozinky a med podle chuti. Nechá se proběhnout sekundární fermentace po dobu cca 10 hodin při pokojové teplotě a následně se nápoj přesune do chladírenských teplot. Toto byl ale pouze příklad z několika stovek různých možností příprav ovocných a zeleninových kvasů (Valeria, 2015).

2.5 Rozdíly v technologiích vybraných nízkoalkoholických fermentovaných nápojů

Hlavní rozdíly mezi technologiemi výroby kombuchy, vodního kefiru, GB a kvasu spočívají v použitých surovinách, kulturách mikroorganismů, fermentačních podmínkách a výsledných vlastnostech nápojů.

Všechny zmiňované druhy nápojů fermentují pomocí symbiotických kultur, které spotřebovávají zkvasitelné sacharidy ze substrátu a přeměňují je na alkohol a jiné senzoricky významné látky. Kombucha a GB fermentují ze všech nejdéle, zatím co u vodního kefiru či kvasu je fermentace zastavena po několika dnech, či ji brzdí silice obsažené v surovině, ze které je nápoj vyráběn (Coelho et al., 2020; Nutakor et al., 2020; Chong et al., 2023).

Zatímco výroba kombuchy představuje hlavně „octovou“ fermentaci s mírnou perlivostí, která dodává finálnímu nápoji na rozdíl od ostatních výrazně kyselejší chuť. Vodní kefir a GB mají vyšší obsah kyseliny mléčné a jsou chuťově jemnější a výrazněji perlivé. Kvas se liší použitím obilných surovin a enzymatickou konverzí škrobů, což ovlivňuje jeho chuť a výživovou hodnotu (Cufaoglu a Erdinc, 2023a; Chong et al., 2023; Iara Gomes de Oliveira et al., 2024).

Důležitým rozdílem je také přítomnost polysacharidové matrice při výrobě kombuchy, vodního kefiru a GB, který mimo jiné slouží jako matrice pro přítomné symbiotické mikroorganismy. Naopak mikroorganismy v kvasu žádné exopolysacharidy netvoří (Coelho et al., 2020; Bozkir et al., 2024; Ameh et al., 2014).

3 PLODY *Pyrus Communis* L.

Plody hrušně (*Pyrus* spp.) jsou pátým nejrozšířenějším ovocem na světě. V roce 2020 dosáhla celosvětová produkce hrušek přibližně 23,1 milionu tun, přičemž v Evropě se vypěstovalo 2,8 milionu tun plodů převážně evropské hrušně obecné (*P. communis* L.). Na rozdíl od asijských hrušek (například plodů *P. pyrifolia* Nakai, *P. ussuriensis* Maxim), které se vyznačují křupavou strukturou, mají evropské hrušky obvykle jemnější a šťavnatější dužninu. Každý rok je značné množství hrušek během vegetačního období vyřazeno, protože nesplňují tržní jakostní požadavky kvůli nízké kvalitě nebo logistickým komplikacím. Celosvětově činí ročně odpad přibližně 45 % produkce ovoce a zeleniny. Vysoké ztráty hrušek lze přičíst výrazným časovým a místním výkyvům během pěstování a skladování v rámci dodavatelského řetězce ovoce (He et al., 2022).

3.1 Základní charakteristika plodů

Hrušky patří mezi nejvýznamnější ovocné druhy, které se konzumují jak čerstvé, tak i v různě zpracovaných formách, například jako pyré, džemy či sušené ovoce. Díky široké škále odrůd se hrušně pěstují ve více než 50 zemích světa. Evropské hrušky (plody *Pyrus communis*) obsahují přibližně 54 kilokalorií na 100 g jedlého podílu. Tvoří je z 85 % voda, 14 % sacharidy, 2 % vláknina, 0,3 % bílkoviny a 0,1 % tuk. Obsahují také přibližně 3 mg vitamínu C na 100 g a stopová množství dalších vitamínů. Díky vysokému obsahu vlákniny, nízké kalorické hodnotě a bohatství vitamínů a minerálů je hruška výživově hodnotným ovocem. Volné cukry a organické kyseliny v ní přispívají k její chuti a ovlivňují chemické procesy probíhající v plodu (Kolniak-Ostek, 2016).

Plody hrušně obecné (*Pyrus communis* L.) a asijské hrušně (*Pyrus serotina* Rehd.) patří mezi hlavní komerčně pěstované druhy hrušek, přičemž se liší svým dozráváním a skladovacími vlastnostmi. Asijské hrušky dozrávají přímo na stromě, a proto je pro určení optimální sklizně nutné hodnotit ukazatele, jako jsou barva slupky, sladkost a chuť. Barva slupky, která se mezi odrůdami pohybuje od zelené přes zlatohnědou až po zelenožlutou, je důležitým ukazatelem zralosti i u evropských hrušek. Dalším spolehlivým faktorem pro stanovení správného sklizňového období evropských hrušek je pevnost dužiny (Shafaei-Cherush et al., 2025).

Asijské hrušky se vyznačují kulatým tvarem, křehkou dužinou a vysokým obsahem cukru, zejména fruktózy. Oproti evropským či západním hruškám, mají asijské hrušky nižší obsah kyselin, jemnější chuť a slabší aroma. Na rozdíl od asijských hrušek, které jsou šťavnaté a

křupavé, se evropské hrušky vyznačují typickým tykvovitým tvarem, měkkou a hladkou dužinou s malým množstvím semen a výraznější chutí i vůní (Hong et al., 2021).

V hruškách byly identifikovány různé bioaktivní látky, včetně polyfenolů (fenolických kyselin a flavonoidů), triterpenů a glukozidů. Nejvyšší koncentrace těchto fenolických sloučenin se nachází především v listech, dále v semenech, slupkách a kůře. Obecně platí, že slupky obsahují více fytonutrientů než samotná dužina. Hrušky mají pevnou slupku bohatou na pektin a semena s výrazně zesílenými buněčnými stěnami, které obsahují velké množství ligninu a celulózy. Jak lze očekávat, chemické složení jednotlivých částí hrušky se liší. Mezi dominantní monomerní sloučeniny nalezené ve slupce i dužině různých odrůd patří arbutin, kyselina oleanolová, olejová a chlorogenová, dále epikatechin a rutin (Hong et al., 2021).

3.2 Šťávy z plodů *Pyrus communis* L.

Analýzy hruškových šťáv ukazují, že obsah rozpustné sušiny kolísá mezi 8,4–13,5 %. Obsah bílkovin dosahuje od 0,96 g/l po 4,90 g/l. Obsah popela činí 1,94–4,81 g/kg. Hlavním cukrem v hruškové šťávě je fruktóza (3,21–8,02 %), následovaná glukózou (1,20–3,40 %) a sacharózou (0,00–2,51 %). Celkový obsah cukrů se pohybuje v rozmezí od 4,94 % do 0,51 %. Hlavní organickou kyselinou v hruškové šťávě je kyselina jablečná (2,39–5,13 g/l), zatímco obsah kyseliny citronové je nízký (0,04–0,59 g/l). Celková titrační kyselost dosahuje hodnot mezi 2,15–4,79 g/l s průměrným pH 4,16. Mezi minerálními látkami převažuje draslík (1023–2199 mg/kg), následovaný fosforem, hořčíkem, vápníkem, sodíkem a železem (Karadeniz, 1999). Hrušková šťáva je především zdrojem kyseliny askorbové, tedy vitamínu C, který je přítomen v koncentraci 7 mg na 100 ml (Vishwakarma et al., 2023).

Hrušková šťáva je vhodným substrátem pro výrobu nápojů jako kombucha, vodní kefir, ginger beer a kvas, protože obsahuje dostatek přírodních cukrů, především glukózy a fruktózy, které jsou snadno metabolizovány mikroorganismy, zejména kvasinkami a bakteriemi nacházejícími se v symbiotických kulturách uvedených druhů nápojů. Tyto cukry slouží jako zdroj uhlíku a energie pro růst mikroorganismů, což podporuje produkci etanolu, CO₂ a kyselin, jako je u kombuchy kyselina octová nebo kyselina mléčná v kvasu a vodním kefiru. Kromě cukrů obsahuje hrušková šťáva také přírodní vitamíny a minerály, které mohou pomoci podpořit biosyntézu buněčných složek mikroorganismů a zlepšit kvalitu fermentovaného nápoje. Její přirozená kyselost je výhodná pro kyselinotvorné mikroorganismy, což je zvláště důležité u nápojů, jako je vodní kefir nebo kvas, kde je

produkce kyseliny mléčné klíčová pro chuť a konzervaci. Bílkoviny v hruškové šťávě mohou během fermentace podpořit růst mikroorganismů, protože poskytují esenciální aminokyseliny pro biosyntézu. Mohou také ovlivnit texturu nápoje, způsobit tvorbu sraženin a změnit pH, což může negativně ovlivnit stabilitu nápoje. Nesprávně kontrolovaná fermentace může vést k degradaci bílkovin a tvorbě nežádoucích hnědných produktů, což ovlivní trvanlivost a celkovou kvalitu nápoje (Kampen, 2014).

3.2.1 Výroba hruškové šťávy

Hrušková šťáva může být vyráběna a dále zpracovávána různými způsoby. Proces výroby hruškové šťávy zahrnuje několik kroků. Hrušky se nejprve čistí a drtí na menší kousky. Následně se hrušková dřevina lisuje pomocí hydraulického lisu, aby se získala šťáva. Před plněním do manipulačních obalů se šťáva filtruje a pasteruje, což zajišťuje její bezpečnost a prodloužení trvanlivosti. Množství vyrobené šťávy se může pohybovat od 70 % do 98 % v závislosti na použitých metodách, jako je enzymatická macerace nebo membránová filtrace (Sinha et al., 2012). Pasterace hruškové šťávy pomáhá eliminovat patogeny, a tak se snižuje riziko alimentárního onemocnění. Stabilizace šťávy lze dosáhnout také pomocí enzymů, které pomáhají odstranit zákal a zajišťují čírost konečného produktu. Výsledným výrobkem může být tedy šťáva z hrušek s přibližně 11°Brix nebo koncentrát vyrobený z přebytečných či méně kvalitních hrušek s přibližně 70°Brix (Sinha et al., 2012).

Kvalita hruškové šťávy může být ovlivněna různými faktory, jako jsou odrůda, klimatické podmínky, půda, voda, prevence a léčba rostlinných chorob a hmyzích škůdců, postup sklizně, podmínky skladování, zpracovatelská technologie a klasifikace šťávy (He et al., 2022).

Při výrobě hruškové šťávy je důležité dodržovat zásady systému HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points), které pomáhají identifikovat potenciální rizika a zajistit bezpečnost produktu. Hrušky by měly pocházet od certifikovaných pěstitelů a projít kontrolou kvality, aby se odstranily vadné kusy (Sinha et al., 2012).

Různé odrůdy hrušek ovlivňují kvalitu šťávy, a to zejména její čírost, obsah pevných látek a sklon k hnědnutí. Šťáva odrůd *Pyrus bretschneideri* Rehd. a *Pyrus pyrifolia* (Burm.f.) Nakai vykazuje menší hnědnutí, přičemž odrůda Housui (*Pyrus pyrifolia* (Burm.f.) Nakai) téměř nehnedne. Hruškové odrůdy s křupavou, masitou texturou lze zpracovat na čistou šťávu. Zakalená šťáva může být vyrobena z jemných a "rozplývajících se" (včetně přezrálých) hrušek, avšak některé měkké hrušky lze také zpracovat po určitých

technologických operacích na čirou šťávu. Obsah rozpustných pevných látek v hruškové šťávě se pohybuje od 9,1 % do 18,3 %. Odrůda *Pyrus ussuriensis* Maxim. je velmi vhodná pro zpracování na šťávu díky vysokému obsahu rozpustných pevných látek, vysoké titrovatelné kyselosti, vysokému procentu produkce šťávy; stromy jsou velmi produktivní, odolné vůči chorobám a vykazují dobrou skladovatelnost a kvalitu při přepravě (Xie et al., 2007)

Enzymatické hnědnutí, způsobené aktivitou polyfenoloxidázy, negativně ovlivňuje kvalitu a vzhled nejen ovocných šťáv, což vede k nižší spotřebě. K ochraně před tímto hnědnutím se často používá kyselina askorbová, která inhibuje aktivitu polyfenoloxidázy, tím zvyšuje antioxidační aktivitu, a zlepšuje barvu a trvanlivost produktů (Jiang et al., 2016).

4 ZDRAVOTNÍ ÚČINKY KONZUMACE FERMENTOVANÝCH NÁPOJŮ POMOCÍ SYMBIOTICKÝCH KULTUR

Fermentované potraviny mohou výrazně ovlivnit zdraví díky přítomnosti různých mikrobiálních kmenů, metabolitů a dalších bioaktivních látek, které mikroorganismy během fermentace vytváří. Přestože je nutné zohlednit řadu výzev a faktorů, fermentované potraviny hrají klíčovou roli v nové generaci léčebných přístupů zaměřených na mikrobiotu a duševní zdraví člověka (Balasubramanian et al., 2024).

4.1 Zdravotní účinky konzumace kombuchy

Kombucha je spojována s různými zdravotními přínosy, přičemž většina z nich byla zkoumána pouze na experimentálních modelech a chybí tedy důkazy získané z klinických studií na lidech (Jayabalan et al., 2014a). Většina studií totiž probíhala in vitro, přičemž některé in vivo výzkumy byly provedeny na hlodavcích, malých zvířatech a lidských periferních lymfocytech. Některé klinické in vivo studie jsou stále v průběhu, aby poskytly hlubší porozumění zdravotním účinkům kombuchy (De Oliveira et al., 2023).

Mezi potenciální výhody pravidelné konzumace patří například detoxikace krve, snížení hladiny cholesterolu, prevence aterosklerózy díky regeneraci buněčných stěn, snížení krevního tlaku, zmírnění zánětů, zlepšení příznaků artritidy a revmatizmu, normalizace střevní mikroflóry, podpora zdraví střev a vyléčení hemoroidů. Pravidelná konzumace menšího množství kombuchy může pomoci při redukci hmotnosti, regulaci chuti k jídlu, prevenci infekcí močového měchýře a snížení rizika vápenatění ledvin. Dalšími možnými přínosy jsou zvýšení odolnosti vůči rakovině, „antibiotické“ účinky proti bakteriím, virům a kvasinkám, posílení imunity, zmírnění bronchitidy a astmatu, úlevu od menstruačních potíží a návalů horka během menopauzy. Kombucha má potenciál snižovat stres, nervozitu, úzkost, zlepšuje spánek, zmírňuje bolesti hlavy a může zpomalit proces stárnutí. (Coelho et al., 2020).

Antimikrobiální účinky byly prokázány proti různým bakteriím, včetně *Helicobacter pylori*, *Salmonella* a *Escherichia coli*, přičemž se připisují přítomnosti organických kyselin, zejména kyseliny octové, bílkovin a katechinů. Antioxidační aktivita kombuchy je důsledkem přítomnosti polyfenolů, které působí proti volným radikálům. Protinádorové účinky, které se vztahují k inhibici genetických mutací, k proliferaci nádorových buněk a indukci apoptózy, byly také v dostupné literatuře zdokumentovány. Z dostupných studií tedy

vyplývá, že kombucha může zlepšit zdraví a chránit tělo před toxiny a karcinogeny (Jayabalan et al., 2014a; Coelho et al., 2020; De Oliveira et al., 2023).

Přestože kombucha nabízí řadu zdravotních přínosů, dosud bylo provedeno jen omezené množství výzkumů zaměřených na její možné negativní účinky a potenciální rizika spojená s dlouhodobou konzumací. Po jejím požití se může ve výjimečných případech objevit horečka, dušnost, hypertermie, nevolnost, zvracení či bolesti hlavy. Není vhodná pro jedince citlivé na histamin nebo osoby s alergiemi na plísně. Kromě toho chybí jednotné regulační normy, které by zajistily konzistentní kvalitu nápoje, standardizovaly jeho výrobu a minimalizovaly zdravotní rizika pro spotřebitele. Zavedení mezinárodních směrnic by mohlo pomoci lépe definovat bezpečnostní parametry a ochránit veřejnost před možnými nežádoucími účinky spojenými s neřízenou výrobou či nadměrnou konzumací tohoto fermentovaného nápoje (De Oliveira et al., 2023).

4.2 Zdravotní účinky konzumace vodního kefiru

Vodní kefir má také širokou škálu zdravotních přínosů, včetně antimikrobiálních, protinádorových a antioxidačních účinků. Zvyšuje počet bifidobakterií ve střevě a je také účinný proti patogenním mikroorganismům jako jsou *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* a *Escherichia coli*, díky přítomnosti kyseliny propionové, citronové a jablečné, které zvyšují kyselost ve střevě. Bylo rovněž zdokumentováno, že vodní kefir pomáhá při detoxikaci těžkých kovů v organismu (Moretti et al., 2022).

Kefiran, polysacharid obsažený v kefiru, má hypocholesterolemický a hepatoprotektivní účinek a může také tedy pomoci snižovat hladinu cholesterolu v krvi a zlepšovat funkci jater. Vodní kefir byl zkoumán pro své protinádorové účinky, přičemž prokázal schopnost inhibovat proliferaci a invazi nádorových buněk, zejména u rakoviny prsu. Tento nápoj vykazoval cytotoxické účinky na nádorové buňky, což vedlo k výraznému zmenšení velikosti a hmotnosti nádoru. Současně došlo k nárůstu hladin pomocných a cytotoxických T buněk. Vodní kefir také zlepšoval aktivitu antioxidačních enzymů. Kromě toho má příznivý vliv na diabetes 2. typu, kdy jeho dlouhodobá konzumace přispívá ke zlepšení hladiny glukózy a lipidů v krvi (Bozkir et al., 2024).

Vodní kefir byl dříve doporučován k léčbě různých onemocnění, jako jsou tuberkulóza, rakovina a trávicí potíže. Vědecké poznatky o jeho zdravotních přínosech se stále rozšiřují, přičemž v posledních letech došlo k výraznému nárůstu výzkumů v této oblasti. Jeho pozitivní účinky jsou spojeny se synergickým působením prospěšných mikroorganismů a

širokou škálou vedlejších produktů, které vznikají během fermentace. Jak již bylo zmíněno, vodní kefír obsahuje množství biologicky aktivních látek, jež vykazují antioxidační, protizánětlivé a hypoglykemické účinky, což při pravidelné konzumaci přispívá k celkovému zdraví člověka (Matejčková a Valík, 2025).

4.3 Zdravotní účinky konzumace Ginger Beer

Zázvor (*Zingiber officinale*), jakožto hlavní vstupní surovina pro GB, obsahuje bioaktivní sloučeniny s pozitivními účinky na lidské zdraví. Oblíbený je díky své schopnosti posilovat imunitní systém, čímž chrání tělo před infekcemi. Má silné antioxidační vlastnosti. Dále je známý svými protirakovinnými účinky, kde složky jako 6-gingerol a shogaoly inhibují růst rakovinných buněk a podporují jejich zánik. Kromě toho má zázvor protizánětlivé účinky, které zmírňují záněty a otoky např. u artritidy. Celkově je zázvor cenný přírodní prostředek pro prevenci nemocí a podporu zdraví (Nutakor et al., 2020).

Konzumace GB může přinést řadu zdravotních výhod. Díky svým probiotickým účinkům podporuje trávení a některé studie naznačují, že pravidelná konzumace může pomoci lépe regulovat hladinu cukru v krvi, což by mohlo být užitečné pro osoby trpící diabetem. Zázvor obsažený v GB zlepšuje prokrvení, což napomáhá při problémech s cirkulací krve. Navíc vykazuje analgetické účinky, což znamená, že může pomoci zmírnit bolesti, například při menstruačních obtížích nebo migrénách. Je však důležité mít na paměti, že komerčně dostupné varianty GB často obsahují přidaný cukr a sladidla, což může snižovat jejich zdravotní přínosy. Proto je lepší volit varianty s nižším obsahem cukru nebo si připravit domácí verzi (Canakapalli, 2019; Iara Gomes de Oliveira et al., 2024).

4.4 Zdravotní účinky konzumace kvasu

Kvas je nápoj, který nabízí několik zdravotních benefitů díky obsahu probiotických mikroorganismů, vitamínů a minerálů. Konzumace kvasu podporuje zdraví trávicího systému, protože obsahuje bakterie, které pomáhají rovnováze střevní mikroflóry. Také podporuje imunitní systém díky přítomnosti kyseliny mléčné a dalších živin, jako jsou vitamíny skupiny B, minerály (např. draslík a hořčík) a enzymy. Kvas má nízký obsah alkoholu a může být osvěžující náhradou za sladké nápoje. Pravidelná konzumace může také přispět k lepší hydrataci a podpořit metabolismus. Je však důležité dbát na kontrolu přijatého množství a jeho správné dávkování (Balasubramanian et al., 2024). I když je konzumace nealkoholických a nízkoalkoholických fermentovaných nápojů obecně považována za

bezpečnou, existují některé aspekty spojené s toxickými sloučeninami, které byly nalezeny ve fermentovaných produktech na bázi obilovin. Hlavními látkami s toxickou aktivitou, v závislosti na jejich koncentraci, jsou biogenní aminy jako jsou např. tyramin, putrescin, kadaverin a tyramin. Nejen v kvasu mohou být tyto aminy produkovány přítomnými LAB prostřednictvím dekarboxylace aminokyselin. Konzumace potravin obsahujících biogenní aminy může představovat zdravotní riziko pro pacienty s neurodegenerativními nemocemi, kteří užívají inhibitory monoaminoxidázy. Proto je vhodné dostatečně zvážit frekvenci konzumace tohoto typu nápoje (Baschali et al., 2017). Tento fakt by se dal vztáhnout ke všem fermentovaným nápojům s obsahem alkoholu, tedy v souvislosti se spotřebou kombuchy, vodního keфіru a GB.

5 SOUČASNÝ SORTIMENT SYMBIOTICKY FERMENTOVANÝCH NÁPOJŮ NA TRHU

V posledních desetiletích došlo k významným změnám ve stravovacích návycích a životním stylu, což vedlo k nadměrnému zatížení organismu. K těmto změnám přispěly faktory jako jsou zvýšená konzumace vysoce zpracovaných a tučných potravin či sedavý způsob života. Zmíněné okolnosti pak vedly mnoho lidí k hledání alternativních řešení, včetně nápojů, které mohou zlepšit jejich zdraví a stravovací návyky. Funkční výživa je moderní přístup zaměřující se na zkoumání interakcí mezi tělem a potravinami, s cílem zajistit optimální příjem základních živin v dostatečném množství a kvalitě. Kromě správné výživy je kladen důraz i na zdraví střevního mikrobiomu, který chrání organismus před patogenními mikroby a přispívá k celkové rovnováze v těle. Fermentované nápoje, jak již bylo zmíněno, podporují zdraví střevního mikrobiomu svými probiotickými a postbiotickými účinky (Da Anunciação et al., 2024).

Největší trend v poslední době spustila v tuzemsku česká značka MAGU, jejímž zakladatelem je Marek Siwy. MAGU propaguje své synergické produkty jako „Elixíry pro všechny, kdo chtějí žít zdravě nebo plánují změnu životního stylu.“ Nabízí širokou škálu příchutí nápojů fermentovaných pomocí SCOBY. Produkty MAGU (viz Obrázek 6) se vyznačují dlouhým fermentačním procesem trvajícím více než pět týdnů, během něhož vznikají nápoje plné probiotických bakterií, aktivních enzymů a organických kyselin. Tyto nápoje jsou nepasterované, nefiltrované a neobsahují žádné konzervační látky, což vyžaduje jejich skladování při chladírenských teplotách. Výrobce také deklaruje počet mikroorganismů na $25 \cdot 10^7$ CFU/100 ml v době stáčení, a nikoliv v době kdy jsou prodávány (MAGU, 2025). Označování výrobků tohoto typu je obecně poněkud nedostatečné i kvůli tomu, že dosud neexistuje v české legislativě žádná vyhláška, která by spravovala povinné informace, které by měly být uvedeny na obalu tak, jak je to u ostatních druhů potravin.



Obrázek 6 Ukázka produktů značky MAGU (zdroj: MAGU, 2025)

Mezi nabízené varianty patří např. GingeraVe s kvašeným zázvorem nebo Mystic Red s kvašenými jahodami. Obsahují přibližně 21–25 kcal na 100 ml, 5,3–5,7 g sacharidů (z toho 5–5,4 g cukrů) a neobsahuje tuky, bílkoviny ani sůl. Cenově se pohybují kolem 80 Kč na dávku s objemem 250 ml a jsou většinou prodávány po měsíčních kúrách pro zintenzivnění jejich zdravotních účinků (MAGU, 2025).

Na trhu je k dispozici i několik dalších značek, které vyrábějí kombuchu (viz Obrázek 7). Například se jedná o Stevikom, který prodává různé příchutě kombuchy po 2 l balení a cena se pohybuje kolem 89 Kč za balení. Jelikož výrobce deklaruje doporučený způsob skladování do 24 °C, je očekávané použití konzervační technologie, která by mohla potenciálně ovlivnit její probiotické účinky na lidský organizmus (VitalCountry, 2025). Captain Kombucha je další z řad dostupných značek kombuchy. Jejich produkty se vyrábí ručně v Portugalsku a Španělsku. Většinu svých produktů nabízí v BIO kvalitě. Cena těchto nápojů se pohybuje kolem 60 Kč za 400 ml balení. Skladován bývá taktéž při pokojových teplotách (Bioooo, 2025). Dalším výrobkem je kombucha LokLok. LokLok je česká značka. Její předností, kterou se liší od ostatních je až půl roční fermentace jejich produktů. Tento dlouhý fermentační proces je součástí jejich inovativního přístupu k výrobě kombuchy, který označují jako "Kombucha 2.0". Díky němu jejich výrobky dosahují stabilní rovnováhy mezi chutí, probiotickými účinky a minimálním obsahem alkoholu. Tento přístup je v kontrastu s běžnou praxí, kdy fermentace komerčně distribuovaných kombuch trvá „pouze“ 10–14 dní (Loklok, 2025). Značka Bacilli nabízí kromě kombuchy i různé jiné fermentované nápoje, například mléčně fermentovanou malinovou limonádu. V popisu svých výrobků značka uvádí jako způsob konzervace šetrnou pasteraci, která může také minimalizovat či způsobit úplnou ztrátu probiotických účinků těchto nápojů (Eshop Nemleko, 2025). Pro posouzení

toho, jak jsou tyto nápoje živé, a tudíž disponující deklarovanými účinky, by bylo vhodné provést mikrobiální analýzu.



Obrázek 7 Ukázka kombuchy značek Stevikom, Captain Kombucha, LokLok a Bacilli (zdroj: VitalCountry, 2025; Bioooo, 2025; Loklok, 2025; Eshop Nemleko, 2025)

KULT Kefir je belgická značka nabízející fermentované limonády (viz Obrázek 8) na bázi vodního kefiru, které jsou přirozeně perlivé, nízkokalorické a bez laktózy. Nápoj obsahuje pouze přírodní ingredience bez přidaného cukru či umělých sladidel a je dostupný v několika příchutích, například citron & zázvor, yuzu & mandarinka nebo mučenka & chmel. Na 100 ml má přibližně 10 kcal, 2,5 g sacharidů a méně než 0,5 g tuku. Prodává se v 330 ml balení za cenu kolem 89 Kč (Kult Kefir, 2025).



Obrázek 8 Ukázka vodního kefiru značky KULT (zdroj: Kult Kefir, 2025)

Trh s GB v České republice roste, přičemž nabídka zahrnuje jak produkty pro domácí výrobu, tak hotové nápoje. Kultura GBP, používaná k fermentaci tohoto nápoje, je k dispozici pro domácí přípravu. Pro snadnější výrobu jsou dostupné i kompletní sady na

výrobu zázvorového piva. Jedním příkladem z již hotových nápojů je nealkoholický GB značky Caribia (viz Obrázek 9) vyráběný dle výrobce podle tradiční anglosaské receptury, která při své výrobě využívá již několikrát zmiňovanou kulturu GBP. Cenově se tento produkt pohybuje kolem 35 Kč za 330 ml balení (Německý Eshop, 2025).



Obrázek 9 Ukázka GB značky Caribia (zdroj: Německý Eshop, 2025)

Český trh s nápojem kvas je relativně malý a dominují mu především importované značky z východní Evropy (viz Obrázek 10), zejména z Ukrajiny a Ruska. Mezi nejznámější značky patří Kvas Čornyj, který je dostupný v 1,5 litrovém balení za cenu kolem 59 Kč, a Obolon Kvas, tradiční ukrajinský nealkoholický kvas prodáváný v litrových lahvích. Tyto nápoje se vyrábějí přirozenou fermentací obilovin, nejčastěji sladiny z žitného nebo ječného sladu, což jim dodává charakteristickou sladovou chuť s jemnou kyselostí. Nutriční hodnoty kvasu se liší podle výrobce, ale obecně obsahuje kolem 31 kcal na 100 ml, 7,8 g sacharidů (z toho přibližně 7,3 g cukrů) a minimum bílkovin a tuků. Přestože jeho popularita v Česku roste, stále zůstává spíše výběrovým produktem pro milovníky tradičních fermentovaných nápojů (Ráj Delikates, 2025; Golden Bakery, 2025)



Obrázek 10 Ukázka výrobků nápoje kvas (zdroj: Ráj Delikates, 2025; Golden Bakery, 2025)

5.1 Legislativní rámec pro nízkoalkoholické nápoje fermentované pomocí symbiotických kultur u nás a ve světě

Výroba funkčních potravin v poslední době roste, což s sebou přináší rizika. Vývoj nového produktu a jeho uvedení na trh musí splňovat přísná kritéria, která kontrolují zpracování a zaručují jeho kvalitu. Aby se předešlo problémům ohrožujícím bezpečnost spotřebitelů, musí být komercializace průmyslových produktů dobře regulována. Mezi funkčními potravinami dominují nápoje, zejména sportovní, energetické a probiotické, jako je například kombucha (Batista et al., 2022).

Regulace těchto nápojů je obecně velmi omezená. Některé státy nemají jasnou legislativu týkající se funkčních potravin, protože jsou vnímány spíše jako koncept než jako samostatná potravinová kategorie. Mezi hlavní parametry, které vyžadují jasná a standardizovaná kritéria pro komercializaci, patří například inokulum, nádoba, chlazená distribuce a skladování, příchutě, „nepasterizace“ a proces fermentace. Kombucha a další probiotické produkty potřebují přesnější směrnice, aby se zabránilo kontaminaci či zdravotním rizikům spojeným s výrobním procesem a byla zajištěna jejich kvalita (Batista et al., 2022).

Například v Brazílii mělo v březnu 2021, před zavedením brazilské legislativy, 97 % lahví kombuchy na trhu obsah ethanolu vyšší než 0,50 % obj., přičemž jeden vzorek dosáhl až 3,56 % obj. Toto zjištění dokazuje nutnost regulace, protože většina výrobců koncentraci ethanolu nekontrolovala a neřešila. Po zavedení legislativního rámce v dubnu 2022 stále 66,7 % lahví překračovalo povolený limit (Rossini a Bogsan, 2023).

V rámci právního systému Evropské unie nepodléhá kombucha specifické legislativě a je regulována pouze obecnými předpisy pro potraviny.

Trendy posledních desetiletí však zahrnují v produkci i vodní kefir, což znamená, že je potřeba začlenit i jej do potravinové legislativy v zemích, kde je konzumován. Pokud jde o mezinárodní regulace, vodní kefir je schválen v několika legislativách. Například v Austrálii se vodní kefir nachází pod normou, kde je zařazen do kategorie vařených nealkoholických nápojů. Produkt musí být vyroben fermentačním procesem z vody s cukrem a jedním nebo více extrakty nebo s nálevy z ovoce či zeleniny; neměl by obsahovat více než 1,15 % obj. alkoholu. Co se týče Evropské unie, vodní kefir je v současnosti komercializován jako probiotikum podle legislativy o potravinové bezpečnosti, i když není doslovně uveden v potravinovém kodexu (Moretti et al., 2022).

Kombuchu a další fermentované nápoje konzumuje stále více lidí, pořád ale existují některé nevyřešené otázky, které mohou ve spotřebitelích zanechat trochu nedůvěry, pokud nebudou objasněny. Nedostatek informací o výrobku, jeho kvalitě a bezpečnosti může podmiňovat nákup a spotřebu. Proto je nutné zvýšit gramotnost v této oblasti, stejně jako definovat předpisy, které zaručí standardy kvality, účinnost a bezpečnost výrobku (Batista et al., 2022).

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 CÍL PRÁCE

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo porovnat fermentační proces různých symbiotických kultur mezi sebou ve stejném prostředí, kterým byla hrušková šťáva (dále jen HŠ). V dostupné literatuře ještě doposud nebyla přímo lisovaná HŠ jako substrát pro růst kultur žitného kvasu a kultur pro výrobu Ginger Beer použita. Nebyla ani použita jako prostředí pro první fermentaci vodního keфіru. Přitom splňuje všechny potřebné vstupní požadavky proto, aby mohla fermentace úspěšně proběhnout. Vedlejším cílem práce byla i výroba možných nových alternativních výrobků.

Dílčí cíle práce byly následující:

- Vyrobit modelové vzorky fermentovaných nízkoalkoholických nápojů pomocí různých symbiotických kultur mikroorganismů.
- Popsat fermentační proces jednotlivých vzorků pomocí fyzikálně-chemické a chemické analýzy (hustota, obsah alkoholu, reálný stupeň prokvašení, skutečný extrakt, pH, TDS (Total Dissolved Solids; dále jen TDS) a hodnota refraktometrické sušiny Brix).
- Zhodnotit tvorbu CO₂ a nárůst biomasy.
- Popsat změny vzorků pomocí mikrobiologického rozboru a senzorické analýzy v procesu fermentace.
- Vyhodnotit naměřené výsledky analýz, zpracovat je do přehledných grafů a tabulek a následně formulovat závěr.

7 METODIKA PRÁCE

V této kapitole jsou podrobně popsány všechny vstupní suroviny a přístroje, které byly v rámci práce použity jak pro výrobu vzorků, tak i pro provedení následné analýzy za daných laboratorních podmínek. Dále jsou také vysvětleny principy a postupy použitých měření.

7.1 Materiál a metodika

7.1.1 Suroviny pro výrobu jednotlivých druhů nápojů

- 100% (w/w) hrušková šťáva konzervovaná pasterací, přímo lisovaná (značka Pfanner®) Složení: hrušková šťáva, vitamin C; nutriční údaje viz Tabulka 1

Tabulka 1 Výživové údaje na 100 ml hruškové šťávy značky Pfanner®

Energie	194 kJ (46 kcal)
Tuky	<0,5 g
z toho nasycené mastné kyseliny	<0,1 g
Sacharidy	11 g
z toho cukry	10 g
Bílkoviny	<0,5 g
Sůl	<0,01 g
Vitamin C	20 mg

- symbiotická kultura vodního keфіru (vitální kultura od Fermentarium.cz, Česká republika)
- symbiotická kultura pro výrobu GB (vitální kultura od Fermentarium.cz, Česká republika)
- symbiotická kultura žitného kvasu (vitální kultura od Fermentarium.cz, Česká republika)
- sušený žitný chléb (značka Penam a.s., Česká republika)

7.1.2 Přípravky a chemické látky

- Acetobacter Agar Glucose (HiMedia Laboratories, Indie)
- Sabouraud Dextrose Agar (HiMedia Laboratories, Indie)
- M17 Agar (HiMedia Laboratories, Indie)
- MRS Agar (HiMedia Laboratories, Indie)

- Mannitol Salt Agar (HiMedia Laboratories, Indie)
- Slanetz-Bartley Agar (HiMedia Laboratories, Indie)
- Endo Agar Base (HiMedia Laboratories, Indie)
- Sterilní fyziologický roztok
- Etanol absolutní p. a. (Penta s.r.o., Česká republika)

7.1.3 Přístroje a pomůcky

- Váhy Kern PFB 1200-2 (Kern & Sohn GmbH, Německo)
- Centrifuga EBA 21 (Hettich, Německo)
- pH-metr vpichový Edge (Hanna Instruments, Hanna Instruments Czech s.r.o., Česká republika)
- Digital refractometer Kern ORF 45BE (Kern & Sohn GmbH, Německo)
- Konduktometr CyberScan CON 110 (Eutech Instruments, Thermo Scientific, USA)
- Alcolyzer Anton Paar (Anton Paar Alcolyzer Plus a Anton Paar DMA 4500 hustoměr, Anton Paar, Rakousko)
- HI88173 turbidimetr (Hanna Instruments Czech s.r.o., Česká republika)
- Ultrascan PRO v trojrozměrném prostoru CIE L*a*b* (HunterLab UltraScan Pro Colour spektrofotometr, Hunter Associates Laboratory, USA)
- Termostat BT 120 (Laboratorní přístroje Praha, Česká republika)
- Třepačka zkumavek Vortex ArgoLab MIX (ARGO LAB, Itálie)
- Zrací komora ST2 (POL-EKO Aparatura, Polsko)
- Autokláv Tuttnauer FVA2/A1 (Fedegari Group, Itálie)
- Box laminární MERCI® SCS II-4 (Faster, Itálie)
- Jednorázové plastové Petriho misky, průměr 90 mm
- Skleněné hokejky
- Lihový kahan
- Skleněné zkumavky, objemu 15 ml

- Nádoby na fermentaci Laboratorní lahve DURAN® se šroubovacím uzávěrem
- Sterilní centrifugační plastové zkumavky s víčky o objemu 50 ml (Verkon s.r.o., Česká republika)

7.2 Výroba modelových vzorků vybraných druhů nápojů

Vyrobeno bylo celkem dvanáct kombinací vzorků; čtyři pro vodní kefir, čtyři pro kulturu GBP a čtyři pro žitný kvas. Pro každou symbiotickou kulturu byly vytvořeny tedy čtyři modelové vzorky o koncentracích HŠ 10 %, 25 %, 50 % a 100 % (v/v).

7.2.1 Popis a skladba jednotlivých modelových vzorků

Pro všechny modelové vzorky byla použita 100% (w/w) HŠ přímo lisovaná ošetřená pasterací značky Pfanner® stejné šarže. HŠ byla ředěna na požadovanou koncentraci převařenou a ochlazenou destilovanou vodou.

Popis zkratk pro jednotlivé vzorky a jejich skladba je následující:

(a) Pro kulturu vodního kefiru

- V1: 10 % (v/v) hrušková šťáva, symbiotická kultura vodního kefiru
- V2: 25 % (v/v) hrušková šťáva, symbiotická kultura vodního kefiru
- V3: 50 % (v/v) hrušková šťáva, symbiotická kultura vodního kefiru
- V4: 100 % (v/v) hrušková šťáva, symbiotická kultura vodního kefiru

(b) Pro kulturu GBP

- G1: 10 % (v/v) hrušková šťáva, symbiotická kultura GBP
- G2: 25 % (v/v) hrušková šťáva, symbiotická kultura GBP
- G3: 50 % (v/v) hrušková šťáva, symbiotická kultura GBP
- G4: 100 % (v/v) hrušková šťáva, symbiotická kultura GBP

(c) Pro kulturu žitného kvasu

- K1: 10 % (v/v) hrušková šťáva, symbiotická kultura žitného kvasu
- K2: 25 % (v/v) hrušková šťáva, symbiotická kultura žitného kvasu
- K3: 50 % (v/v) hrušková šťáva, symbiotická kultura žitného kvasu
- K4: 100 % (v/v) hrušková šťáva, symbiotická kultura žitného kvasu

Pro všechny koncentrace všech vzorků výše uvedených symbiotických kultur byly připraveny startéry o příslušných koncentracích HŠ, aby po zaočkování nedošlo ke zředění modelových vzorků. Důvodem pomnožení kultury v daných prostředích bylo i to, aby byla kultura adaptována na dané prostředí.

7.2.2 Postup výroby a odběrů jednotlivých modelových vzorků

(a) Pro kulturu vodního kefiru

Do sterilních skleněných nádob pro fermentaci DURAN® se šroubovacím uzávěrem byla zředěna HŠ předem převařenou a následně vychladlou (25 ± 2 °C) pitnou vodou na požadované koncentrace 10 %, 25 %, 50 % a 100 % (v/v) do celkového objemu 800 ml. Následně proběhlo zaočkování, kdy bylo do každé z těchto lahví přidáno 110 ± 1 g kultury v podobě polysacharidových zrn vodního kefiru. Následně bylo přidáno 200 ml startéru o příslušné koncentraci HŠ tak, aby nedošlo k následnému zředění vzorků. Takto připravený vzorek byl fermentován v místnosti s řízenou teplotou (25 ± 2 °C). Celkově byl vzorek s kulturou vodního kefiru fermentován po dobu 48 hodin. Mezitím byly provedeny odběry vzorků k analýze do sterilních zkumavek v časech: 0 h, 24 h a 48 h.

(b) Pro kulturu GBP

HŠ byla ve sterilních skleněných fermentačních nádobách DURAN® se šroubovacím uzávěrem naředěna převařenou a následně zchlazenou pitnou vodou (25 ± 2 °C) na požadované koncentrace 10 %, 25 %, 50 % a 100 % (v/v) do celkového objemu 800 ml. Do každé nádoby bylo následně přidáno 110 ± 1 g polysacharidových zrn GBP jako inokulum. Poté bylo přidáno 200 ml startéru odpovídající koncentrace HŠ. Fermentace probíhala při kontrolované teplotě (25 ± 2 °C) po dobu 48 hodin. Během procesu byly odebírány vzorky do sterilních zkumavek v časech: 0 h, 24 h a 48 h.

(c) Pro kulturu žitného kvasu

Ve sterilních lahvích DURAN® byla opět zředěna HŠ na požadované koncentrace 10 %, 25 %, 50 % a 100 % (v/v) do celkového objemu 1 l. Do každé nádoby bylo přidáno 200 ml inokula příslušné koncentrace, které bylo připraveno následovně.

Do 1 l HŠ naředěné do příslušné koncentrace bylo přidáno 100 g sušeného žitného chleba (značka Penam a.s., Česká republika) a 20 g žitného kvásku. Směs se nechala kvasit po dobu 24 h při pokojové teplotě (25 ± 2 °C).

Nádoby byly opatřeny fermentační zátkou. Fermentace probíhala po dobu 72 h při kontrolované teplotě (25 ± 2 °C). Během fermentace byly odebírány vzorky do sterilních zkumavek v časech: 0 h, 24 h, 48 h a 72 h.

V každém odběrovém čase během fermentace byla provedena základní chemická a fyzikálně-chemická analýza všech tří typů vzorků, která zahrnovala stanovení pH, celkového obsahu rozpuštěných látek (TDS), refraktometrické stanovení sušiny a měření obsahu etanolu a hustoty pomocí přístroje Alcolyzer Anton Paar. Na základě těchto hodnot software přístroje vypočítal další parametry, jako je skutečný extrakt a reálný stupeň prokvašení. Kromě toho byly odebrány vzorky pro turbidimetrické stanovení, spektrofotometrické stanovení barvy, mikrobiologický rozbor a pro senzorickou analýzu.

7.3 Chemická analýza

7.3.1 Stanovení pH

Stanovení hodnot pH vzorků bylo provedeno pomocí vpichového pH-metru (pH meter, HI 99161, Foodcare, Hanna Instruments, USA) při laboratorní teplotě 25 ± 2 °C. Měření probíhalo před odstředěním vzorků. Pro každý vzorek proběhlo stanovení třikrát ($n = 3$).

7.3.2 Stanovení TDS

Pomocí elektrody konduktometru (CyberScan CON 110, Eutech Instruments, Thermo Scientific, USA) bylo provedeno měření hodnot TDS vzorků. Měření probíhalo také před odstředěním vzorků. Pro každý vzorek proběhlo stanovení třikrát ($n = 3$).

7.3.3 Stanovení refraktometrické sušiny

Pomocí digitálního refraktometru (Digital refractometer Kern ORF 45BE, Kern & Sohn GmbH, Německo) bylo provedeno měření refraktometrické sušiny. Vzorky byly měřeny po odstředění na centrifuze při 6000 otáček/min po dobu 10 minut tak, že bylo kapátkem odebráno vždy dostatečné množství vzorku a dávkováno na měrnou plochu refraktometru. Takto připravený vzorek byl proměřen a výsledky byly zaznamenány ve ° Brix. Měření bylo také provedeno vždy u každého vzorku třikrát ($n = 3$).

7.4 Fyzikálně-chemická analýza

7.4.1 Stanovení hustoty a obsahu alkoholu

Přístrojem Alcolyzer Anton Paar (Anton Paar Alcolyzer Plus a Anton Paar DMA 4500 hustoměr, Anton Paar, Rakousko) byla změřena hustota vzorků a zároveň obsah alkoholu (v/v). Přístroj pracuje na principu selektivní absorpční metody, blízké infračervené spektroskopie (NIR). Další parametry jako je skutečný extrakt a reálný stupeň prokvašení byly dopočteny pomocí jeho zabudovaného softwaru. Vzorky byly před samotným měřením odplyněny na centrifuze při 6000 otáčkách/min po dobu 10 minut. Měření bylo pro každý vzorek provedeno třikrát ($n = 3$).

7.5 Turbidimetrické stanovení zákalu

Stanovení zákalu ve vzorcích bylo provedeno pomocí přístroje HI88173 turbidimetr (Hanna Instruments Czech s.r.o., CZ). Měření zákalu se vyjadřuje nefelometricky v jednotkách zákalu (NTU – Nephelometric Turbidity Units). Měření bylo provedeno pro každý vzorek ve třech opakováních ($n = 3$).

7.6 Spektrofotometrické stanovení barvy

Pomocí spektrofotometru Ultrascan PRO (HunterLab, USA) bylo provedeno měření barvy vzorků v trojrozměrném prostoru CIE $L^*a^*b^*$. Každý vzorek byl proměřen třikrát ($n = 3$).

Pro stanovení barvy vzorků se často využívá barevný prostor CIE $L^*a^*b^*$. Tento systém reprezentuje barvu jako bod v trojrozměrném prostoru, kde L^* označuje světlost barvy (od 0 = černá po 100 = bílá), a^* vyjadřuje barevný rozsah od zelené ($-a^*$) po červenou ($+a^*$) a b^* určuje rozsah od modré ($-b^*$) po žlutou ($+b^*$). Osy a^* a b^* leží v horizontální rovině, zatímco L^* v rovině vertikální.

7.7 Sledování produkce CO₂

Měření produkce CO₂ probíhalo tak, že bylo na začátku fermentace v čase 0 h odebráno malé množství vzorků do sterilních zkumavek, do vzorku s kulturou vodního keříru a GBP bylo přidáno ekvivalentní množství polysacharidových zrn k objemu odebraných vzorků. V časech 0 h, 24 h, 48 h a 72 h* (*kvas) byly pak tyto zkumavky váženy a následně byl pozorován úbytek hmotnosti zkumavek, který je nepřímě úměrný příbytku CO₂ (dle Ogawa et al., 2022).

7.8 Sledování nárůstu biomasy

Měření nárůstu biomasy bylo provedeno pouze u vzorků s kulturou vodního kefiru a GBP. U žitného kvasu měření nárůstu biomasy neprobíhalo, protože tato kultura netvoří zrna. Samotné měření probíhalo tak, že bylo vždy zváženo množství polysacharidových zrn, které se umísťovalo do jednotlivých lahví v čase 0 h. Na konci fermentace, tedy po uplynulých 48 h, bylo opět množství kultur z příslušných lahví odebráno a zváženo. Byl počítán rozdíl hmotností v čase 0 h a 48 h, který znázorňuje nárůst biomasy.

7.9 Mikrobiologický rozbor

Ve výše uvedených časových intervalech (0 h, 24 h, 48 h a 72 h* (*kvas)) byl proveden mikrobiologický rozbor jednotlivých vzorků všech druhů fermentovaných nápojů. Použita byla metoda roztěru odpovídajícího ředění vzorku v objemu 100 μ l.

K rozborům byla použita tato kultivační média:

Acetobacter Agar

Živné médium Acetobacter Agar (dále jen AA) je určeno pro kultivaci glukóza pozitivních druhů rodu *Acetobacter*. Kultivace probíhala aerobně v termostatu při 30 °C po dobu 48 hodin. Cílem bylo sledovat celkový počet AAB, konkrétně rodu *Acetobacter*, které jsou aerobními mikroorganismy (HiMedia Laboratories, 2019).

Sabouraud Dextrose Agar

Živné médium Sabouraud Dextrose Agar (dále jen SAB) je určeno pro kultivaci kvasinek, plísní a acidotolerantních bakterií. Kultivace probíhala aerobně při pokojové teplotě 25 °C po dobu 48 hodin, přičemž se tvořily smetanově bílé kolonie mikroorganismů (Odds, 1991).

M17 Agar

Médium M17 slouží k detekci mléčných streptokoků (*Streptococcus lactis*, *Streptococcus cremoris*, *Streptococcus diacetylactis*) a podporuje také růst laktokoků. Jakýkoliv zaznamenaný nárůst lze tedy označit jako růst mléčných koků. Kultivace probíhala aerobně v termostatu při 30 °C po dobu 48 hodin, přičemž mléčné koky tvořily bílé diskovité kolonie (Frantzen et al., 2016).

MRS Agar

Médium MRS je určeno pro kultivaci bakterií rodu *Lactobacillus*. Kultivace probíhala anaerobně v termostatu při 30 °C po dobu 48 hodin, přičemž bakterie *Lactobacillus* tvořily kolonie bílé až krémové barvy (Laref et al., 2013).

Mannitol Salt Agar

Selektivní růstové médium Mannitol Salt Agar (dále jen MSA) se běžně využívá k detekci patogenních zástupců rodu *Staphylococcus*. Kultivace probíhala aerobně v termostatu při 37 °C po dobu 24 hodin, jelikož *Staphylococcus* je mezofilní, fakultativně anaerobní a aerobní rod bakterií. Pokud byly přítomny bakterie schopné fermentovat obsažený D-mannitol, tvořily se žluté kolonie (Shields, 2006).

Slanetz-Bartley Agar

Médium Slanetz-Bartley Agar (dále jen SB) je určeno k detekci a stanovení enterokoků. Kultivace probíhala aerobně v termostatu při 37 °C po dobu 24 hodin. Bakterie rodu *Enterococcus* patří mezi mléčné bakterie běžně se vyskytující v trávicím traktu lidí i zvířat. Jsou fakultativně anaerobní, což jim umožňuje růst jak v prostředí s nízkým, tak s vyšším obsahem kyslíku. Zvolené podmínky tedy byly pro jejich růst vhodné. Enterokoky tvoří červené kolonie (Niemi a Ahtiainen, 1995).

Endo Agar Base

Médium Endo Agar Base (dále jen ENDO) je určeno k detekci a rozlišení laktóza-pozitivních a laktóza-negativních koliformních bakterií. Kultivace probíhala aerobně v termostatu při 37 °C po dobu 24 hodin. U laktóza-pozitivních mikroorganismů vznikají tmavě růžové až středně červené kolonie s lesklým zelenošedým zabarvením média. U laktóza-negativních mikroorganismů se vytvářejí světle růžové kolonie bez zabarvení média (Abu-Sini et al., 2023).

7.10 Senzorická analýza

Testované senzorické parametry pro hodnocení vzorků byly: chuť, vůně, barva, perlivost a celkový dojem. Hodnocení se zúčastnilo celkem 12 školených hodnotitelů. Vzorky byly podávány ve skleněných nádobách v náhodném pořadí při kontrolované teplotě $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Senzorické hodnocení probíhalo v laboratoři pro senzorickou analýzu. Výše zmíněné parametry byly hodnoceny pomocí 5 bodové škály kvality výrobku (1 – nevyhovující až po 5 – výborná/ý). Kompletní vzor senzorického dotazník viz Příloha I.

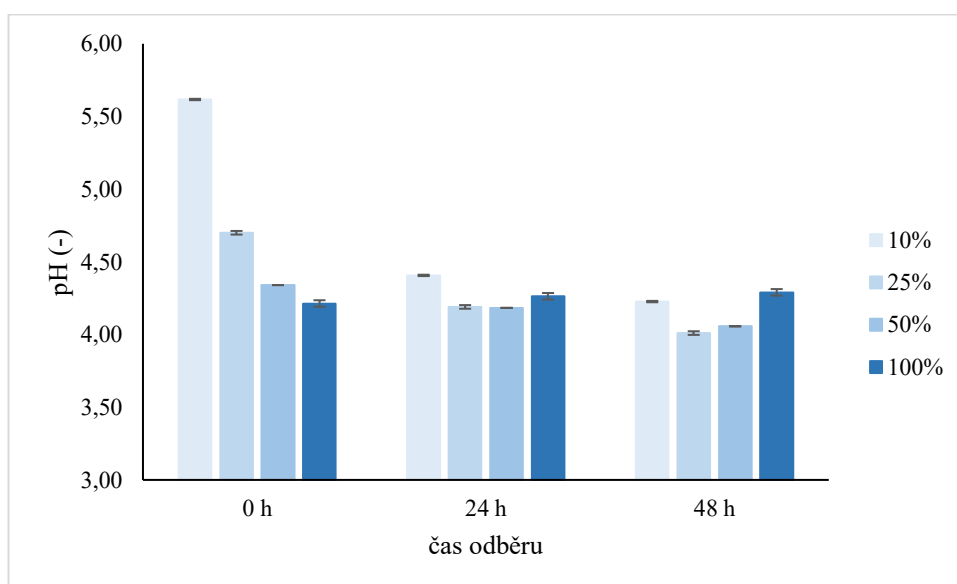
8 VÝSLEDKY A DISKUZE

V rámci této bakalářské práce byly vyrobeny tři řady vzorků o stejných koncentracích za použití tří různých symbiotických kultur. Byly to kultury vodního keříru, kvasu a kultura pro výrobu GB. Vzorky vodního keříru a GB byly fermentovány po dobu 48 h. Na rozdíl od vzorků s kulturou žitného kvasu, které byly ponechány fermentaci o den déle, tedy po dobu 72 h. Bylo tak učiněno, aby všechny tři kultury fermentovaly do zhruba stejného obsahu alkoholu v konečných produktech a mohly tak být jejich fermentační procesy lépe porovnatelné. U všech vzorků byla provedena již výše zmíněné měření, mikrobiologický rozbor a senzorická analýza. Jejich výsledky jsou podrobně popsány v následujících podkapitolách.

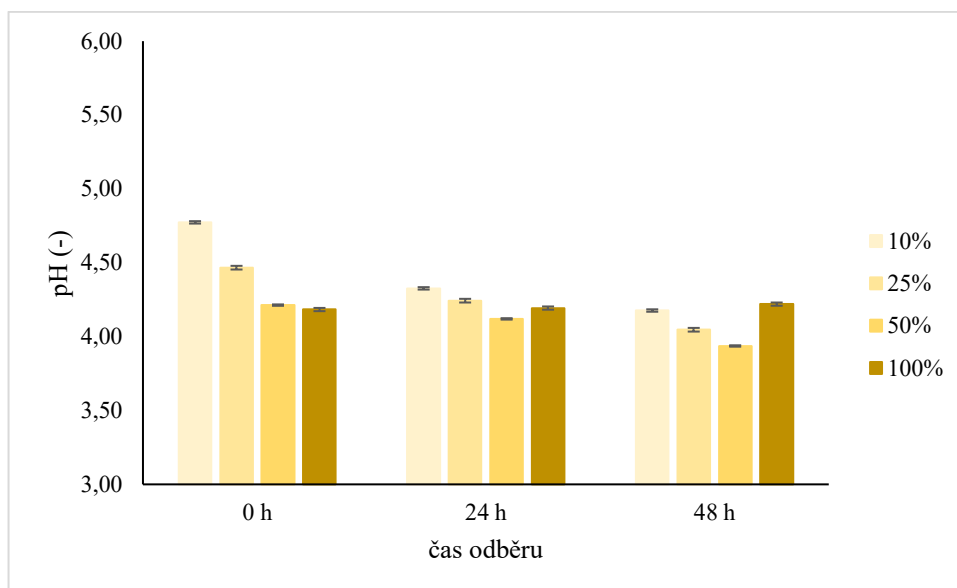
8.1 Vyhodnocení chemické analýzy

8.1.1 Výsledky stanovení pH

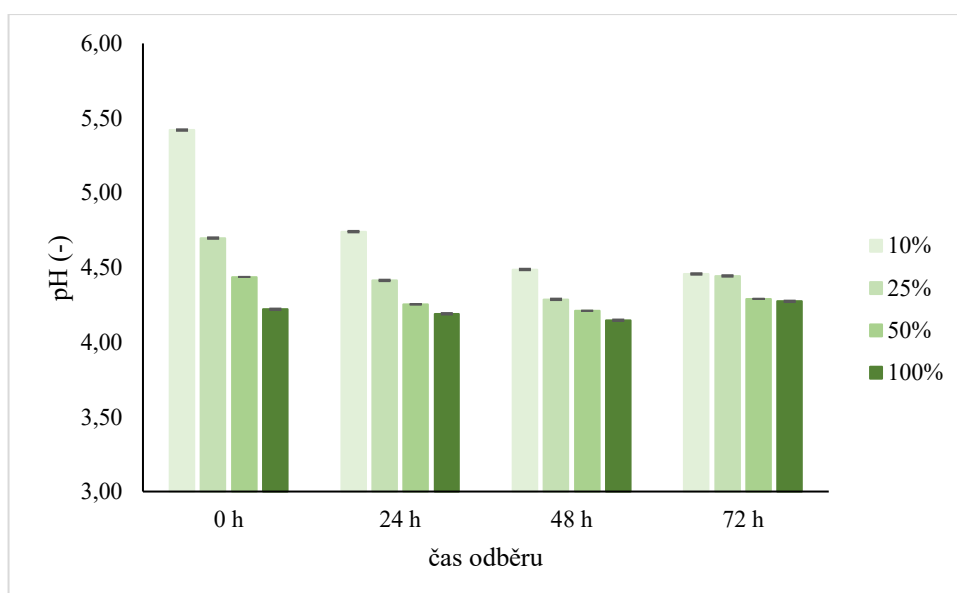
Vzorky byly v časech 0 h, 24 h, 48 h a 72 h* (*pro kulturu kvasu) podrobeny stanovení pH vpichovým pH-metrem. Naměřené hodnoty všech tří typů vzorků jsou uvedeny, viz Obrázek 11, 12 a 13.



Obrázek 11 Vývoj pH v čase pro kulturu vodního keříru v různě zředěné hruškové šťávě



Obrázek 12 Vývoj pH v čase pro kulturu GBP v různě zředěné hruškové šťávě



Obrázek 13 Vývoj pH v čase pro kulturu kvasu v různě zředěné hruškové šťávě

Z grafů lze vyčíst, že pH během fermentace klesalo nebo se v některých případech výrazněji neměnilo. Největší pokles je zřejmý u všech kultur při nejvyšším ředění HŠ, tedy ve vzorcích s koncentrací 10 % HŠ. Důvodem by mohla být menší činnost kvasinek, kvůli nízkému obsahu zkvasitelných cukrů. V těchto vzorcích naopak dominovaly kyselinotvorné bakterie, které svými produkty snižovaly pH (na rozdíl od ethanol produkujících kvasinek). U vzorků

s vyšší koncentrací HŠ, pak nejspíš naopak docházelo k vyšší produkci alkoholu, kterým se kompenzovaly vznikající organické kyseliny, a nedocházelo tak k viditelnému poklesu pH.

Laureys a De Vuyst (2017) ve své studii uvedli, že pH u vodního kefiru na začátku fermentace dosahovalo hodnot $4,82 \pm 0,02$. Po 48 h fermentace pH vzorků klesalo pod pH 3,5. Tyto hodnoty jsou nižší než ty, které byly naměřeny v této práci. Důvodem je rozdílné prostředí, kterým ve studii byly různě koncentrované cukerné roztoky (110 g/l, 90 g/l a 60 g/l). Nezředěná HŠ obsahovala na počátku fermentace zhruba 100 g/l zkvasitelných cukrů. Kultura v HŠ produkovala v čase ale větší množství alkoholu, než je uvedeno ve studii, tím tedy nedocházelo k tak výraznému poklesu hodnot pH. Dále je možné, že ve vzorcích HŠ probíhalo využití i jiných zdrojů uhlíku, jako jsou například bílkoviny, jejichž produkty neovlivňovaly tak významně pH.

Iara Gomes de Oliveira et al. (2024) provedli výzkum zaměřený na produkci GB. Po 48 h probíhající fermentaci naměřili pH $4,45 \pm 0,10$. Tato hodnota je vyšší než pH GB fermentovaného po stejný čas v HŠ ($\text{pH} \approx 4$). Pravděpodobně byla nižší hodnota pH u vzorků v HŠ způsobena tím, že kulturu zázvorového piva neovlivňovaly silice a jiné látky obsažené v zázvoru, který se při tradiční výrobě GB běžně používá, ale v analyzovaných vzorcích s HŠ přítomný nebyl.

Pisponen a Andreson (2024) zkoumali ve své studii význam poměru kvasinek a LAB při fermentaci kvasu. Své vzorky nechali fermentovat po dobu 16 h. Ve vzorcích s poměrem kvasinek a LAB 1:1 zaznamenali po 16 h pH $3,79 \pm 0,04$. U vzorků pouze s přítomností kvasinek bylo po 16 h uvedeno pH $4,59 \pm 0,02$. Mikrobiologickým složením vzorků se těm v HŠ více podobají ty se zastoupením jak kvasinek, tak i LAB (v poměru 1:1). Hodnoty pH se ale výrazně liší. Už po 16 h fermentaci vzorky ze studie dosáhly nižších hodnot pH než vzorky různě ředěné HŠ. I tady by důvodem mohlo být bohatší nutriční složení substrátu, které mohlo více podporovat činnost kvasinek produkujících ethanol a tím alkalizovat pH.

8.1.2 Výsledky stanovení TDS

Vzorky byly v časech 0 h, 24 h, 48 h a 72 h* (*pro kulturu kvasu) podrobeny stanovení TDS (Total Dissolved Solids) konduktometrem. Naměřené hodnoty všech tří typů vzorků jsou v jednotkách ppt uvedeny, viz Tabulky 2, 3 a 4.

Tabulka 2 Výsledky měření hodnot TDS v čase pro kulturu vodního kefíru v různě zředěné hruškové šťávě

TDS [ppt]			
VODNÍ KEFÍR			
koncentrace HŠ	0 h	24 h	48 h
10 %	0,86 ± 0,01	0,79 ± 0,01	0,84 ± 0,01
25 %	1,23 ± 0,04	1,17 ± 0,01	1,27 ± 0,01
50 %	1,75 ± 0,01	1,62 ± 0,09	1,63 ± 0,03
100 %	2,66 ± 0,04	2,53 ± 0,05	2,59 ± 0,03

Tabulka 3 Výsledky měření hodnot TDS v čase pro kulturu GBP v různě zředěné hruškové šťávě

TDS [ppt]			
GINGER BEER			
koncentrace HŠ	0 h	24 h	48 h
10 %	0,87 ± 0,01	0,75 ± 0,01	0,80 ± 0,01
25 %	1,33 ± 0,01	1,12 ± 0,01	1,17 ± 0,04
50 %	1,74 ± 0,02	1,26 ± 0,05	1,66 ± 0,02
100 %	2,47 ± 0,01	1,82 ± 0,04	2,43 ± 0,01

Tabulka 4 Výsledky měření hodnot TDS v čase pro kulturu kvasu v různě zředěné hruškové šťávě

TDS [ppt]				
KVAS				
koncentrace HŠ	0 h	24 h	48 h	72 h
10 %	0,92 ± 0,01	0,82 ± 0,01	0,79 ± 0,01	0,83 ± 0,03
25 %	1,39 ± 0,01	1,31 ± 0,09	1,38 ± 0,01	1,32 ± 0,09
50 %	1,97 ± 0,02	1,72 ± 0,01	1,88 ± 0,01	1,86 ± 0,09
100 %	2,92 ± 0,01	2,55 ± 0,03	2,78 ± 0,01	2,68 ± 0,02

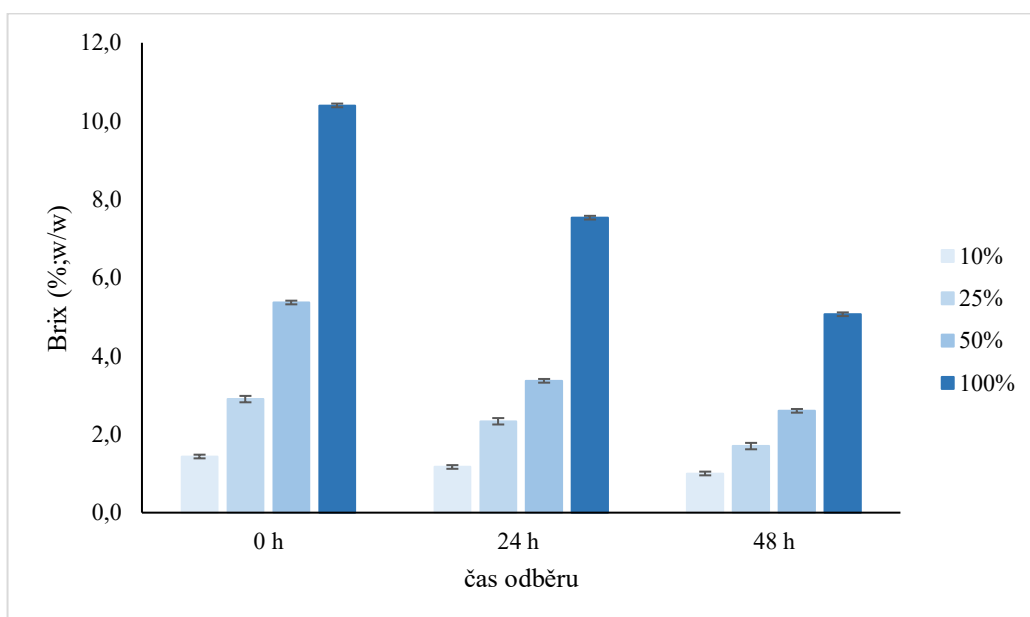
Celkový obsah rozpuštěných látek neboli TDS, rostl úměrně se zvyšující se koncentrací HŠ. V čase se pak ale hodnota TDS ve všech fermentovaných nápojích příliš neměnila, spíše pouze kolísala. Rozdíly hodnoty jsou ale zanedbatelné.

V porovnání s Rejdlová et al. (2023), která testovala vybrané fyzikálně-chemické, reologické a senzorické vlastnosti nápoje z mrkvové šťávy obohacené syrovátkou fermentovaného mléčnými nebo vodními keřirovými zákysovémi kulturami při skladování, byly naměřené hodnoty TDS v uvedené studii vyšší než hodnoty vodního keřiru v HŠ. Po 48 h fermentace kulturou vodního keřiru uvedla Rejdlová et al. (2023) pro vzorek s obsahem pouze mrkvové šťávy, tedy nejpodobnější substrátu HŠ, hodnotu TDS 6.61 ± 0.08 ppt. Hodnota vzorku 100 % HŠ byla několika násobně nižší. Důvodem je pravděpodobně vyšší obsah minerálních látek v mrkvi, které přijímá z půdy do kořene. Na rozdíl od hrušky, u níž reguluje příjem minerálních látek rostlina (NZIP, 2023a; NZIP, 2023b).

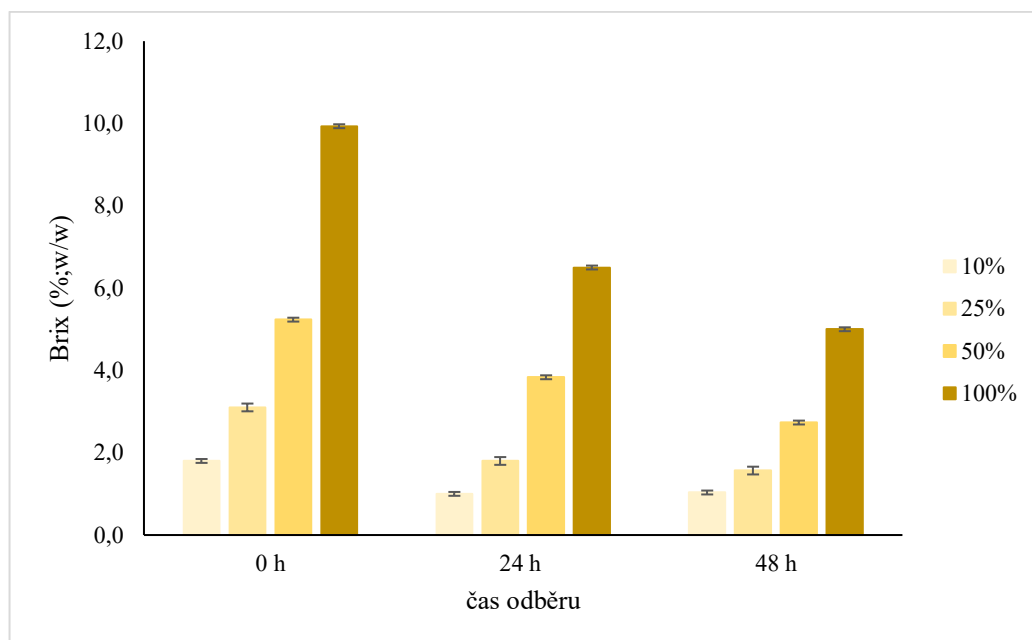
Pro vzorky s kulturou GBP a kvas nebylo nalezeno žádné srovnání. Z dostupných zdrojů nebyla nalezena žádná studie, která by jakkoliv zdokumentovala vývoj TDS v čase.

8.1.3 Výsledky stanovení refraktometrické sušiny

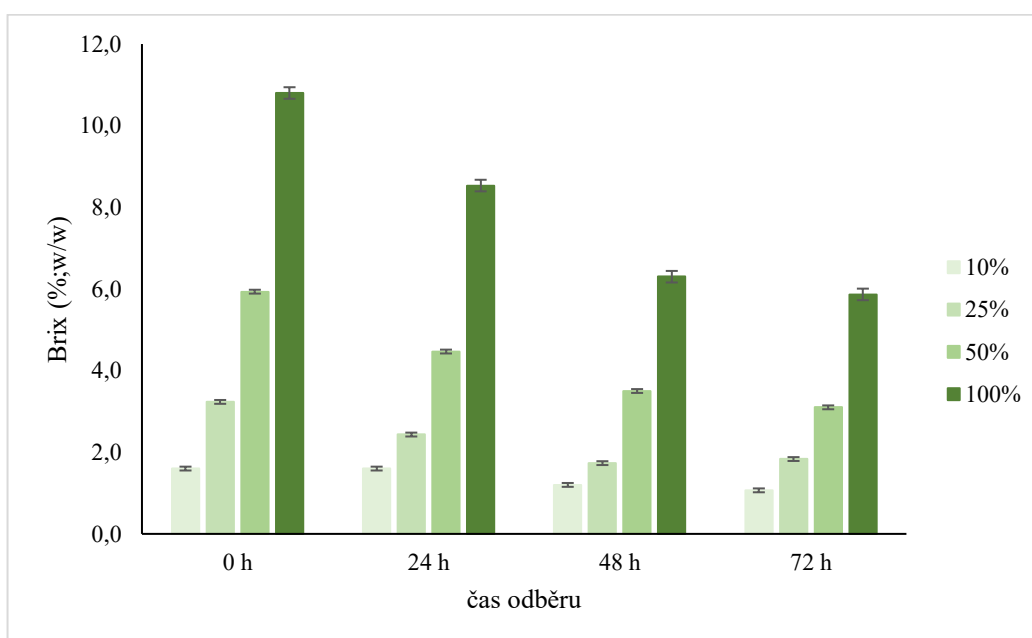
Vzorky byly v časech 0 h, 24 h, 48 h a 72 h* (*pro kulturu kvasu) podrobeny stanovení refraktometrické sušiny pomocí digitálního refraktometru. Refraktometrická sušina je veličina, která se běžně udává ve stupních Brix, kdy 1 Brix odpovídá 1 g sacharózy na 100 g roztoku. Naměřené hodnoty všech tří typů vzorků jsou uvedeny níže, viz Obrázek 14, 15 a 16.



Obrázek 14 Vývoj refraktometrické sušiny v čase pro kulturu vodního keřiru v různě zředěné hruškové šťávě



Obrázek 15 Vývoj refraktometrické sušiny v čase pro kulturu GBP v různě zředěné hruškové šťávě



Obrázek 16 Vývoj refraktometrické sušiny v čase pro kulturu kvasu v různě zředěné hruškové šťávě

Pokles hodnoty Brix byl rychlejší u vodního keфіru (Obr. 14) a HŠ zaočkované kulturou GBP (Obr. 16). Podobných hodnot dosáhl kvas až po 72 hodinách. Pokles hodnot rozpustné sušiny byl pak nejrychlejší ve vzorcích s vyšší koncentrací cukrů, což souvisí s rozvojem kvasicí

kultury. Tam, kde bylo více zkvasitelných cukrů, došlo k rychlejšímu rozvoji kvasinek a tím i k vyšší spotřebě cukrů.

Sin et al. (2024) uvedli hodnotu Brix pro vodní kefir po 48 h fermentace $6,5 \pm 0,2$ °. Tato hodnota je vyšší než hodnota vodního kefiru v HŠ. Rozdíl může být způsoben prostředím jako takovým, kterým byl ve studii pouze roztok hnědého třtinového cukru a palmového cukru (5% (w/v) roztok hnědého cukru a 2,5% (w/v) roztok palmového cukru v poměru 2:1). Tyto koncentrace byly nižší než ty v HŠ. Ve 100% HŠ byla koncentrace cukru až 10 % (w/v).

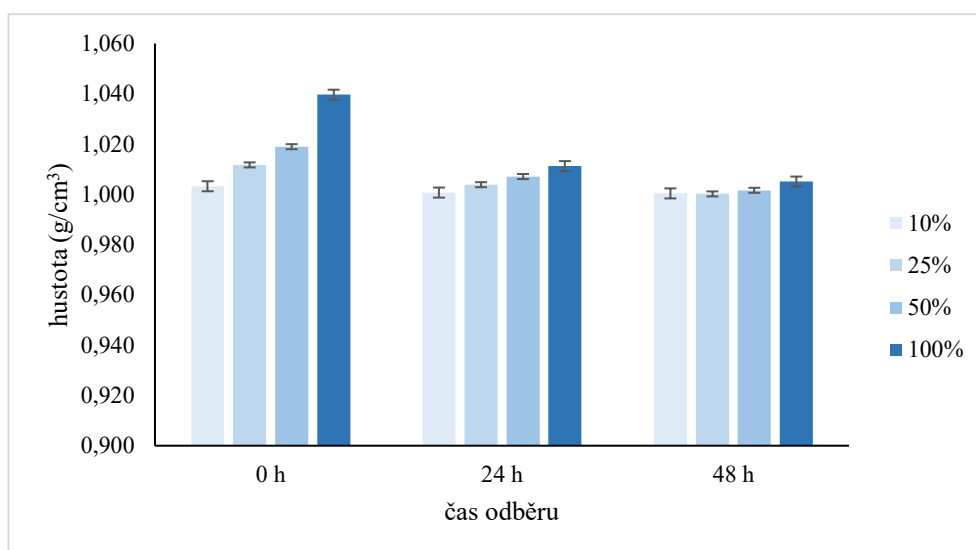
Studie Iara Gomes de Oliveira et al. (2024) zjistila, že v GB fermentovaném po dobu sedmi dní se hodnota Brix nezměnila a zůstala na hodnotě $13,00 \pm 0,00$ °. Mírně klesla až v měření prováděném po 14 dnech fermentace. Kultura GBP vykazovala při fermentaci v HŠ bouřlivější průběh kvašení, které by mohlo způsobit výraznější a rychlejší pokles hodnot Brix.

Starčević (2024) ve své práci uvedl hodnotu Brix po 72 hodinách fermentace kvasu $2,81 \pm 0,88$ °. Hodnota je výrazně nižší než naměřená hodnota kvasu v HŠ. Pravděpodobně opět způsobeno odlišností prostředí obou fermentací.

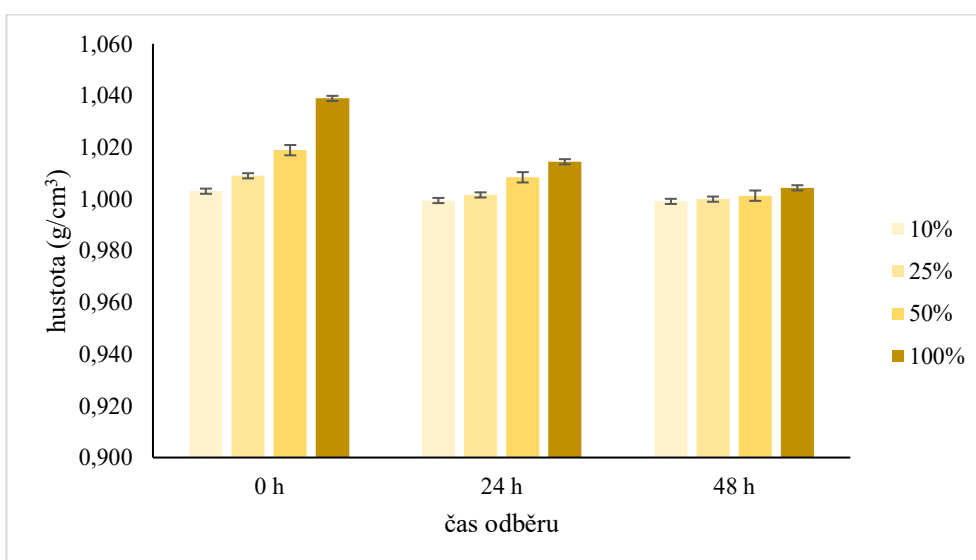
8.2 Vyhodnocení fyzikálně-chemické analýzy

8.2.1 Výsledky stanovení hustoty a obsahu alkoholu

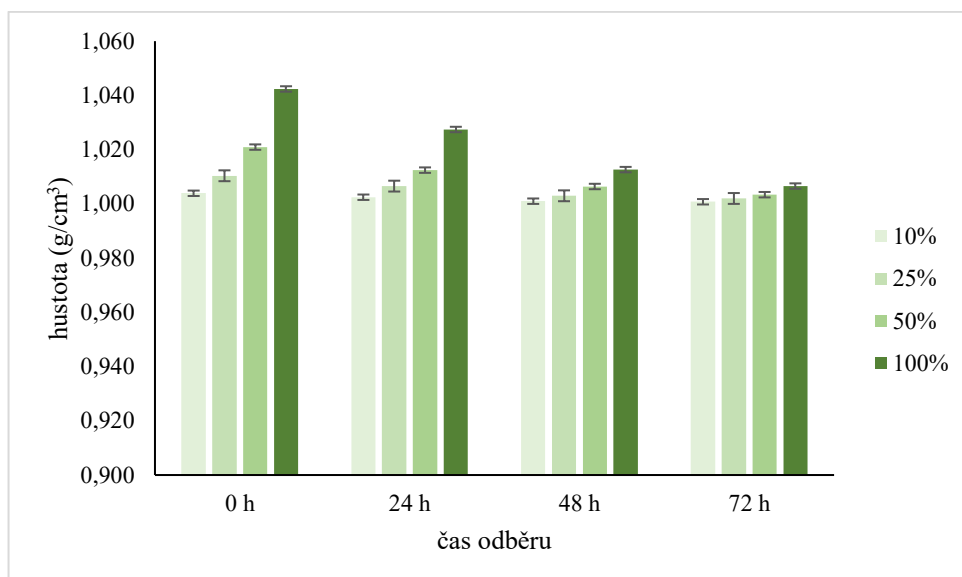
Vzorky byly v časech 0 h, 24 h, 48 h a 72 h* (*pro kulturu kvasu) podrobeny stanovení hustoty a obsahu alkoholu pomocí přístroje Alcolyzer Anton Paar. Naměřené hodnoty všech tří typů vzorků jsou uvedeny pro hustotu (g/cm^3) viz Obrázek 17, 18, 19; pro obsah alkoholu (%; v/v), viz Obrázek 20, 21 a 22.



Obrázek 17 Vývoj hustoty v čase pro kulturu vodního kefiru v různě zředěné hruškové šťávě

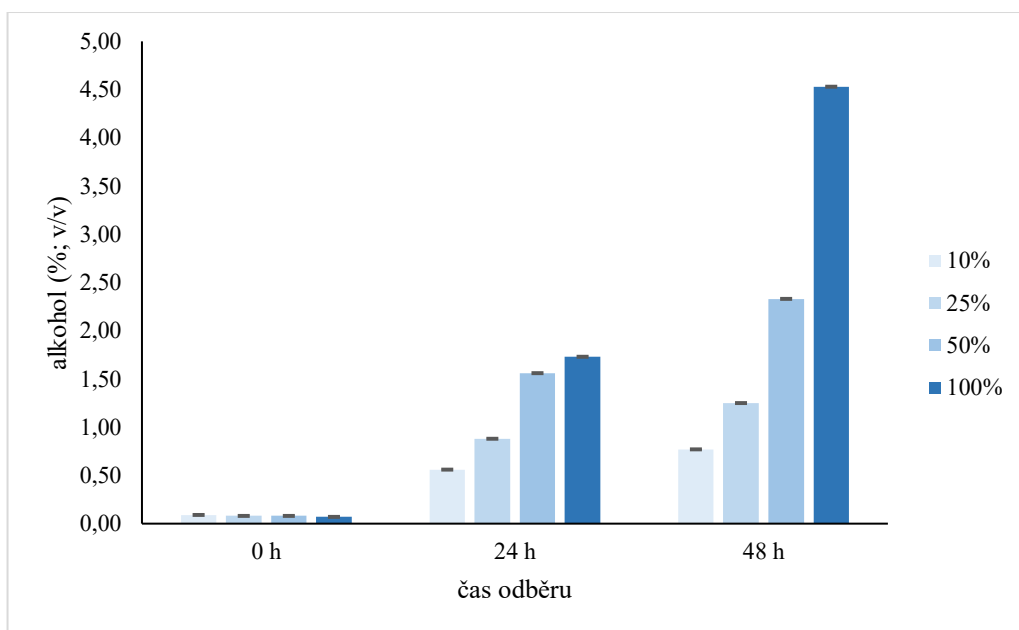


Obrázek 18 Vývoj hustoty v čase pro kulturu GBP v různě zředěné hruškové šťávě

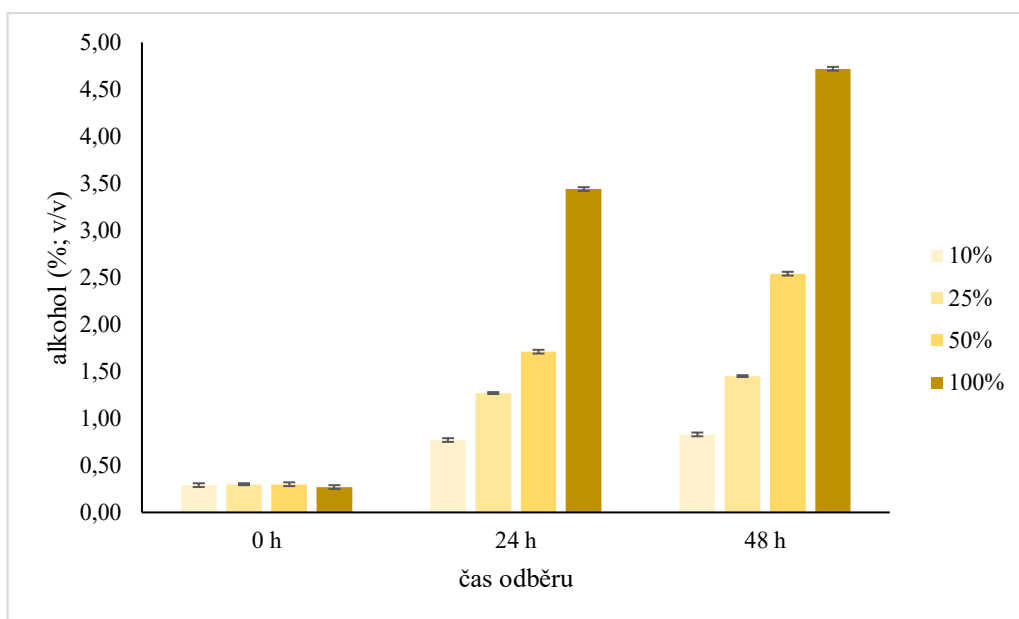


Obrázek 19 Vývoj hustoty v čase pro kulturu kvasu v různě zředěné hruškové šťávě

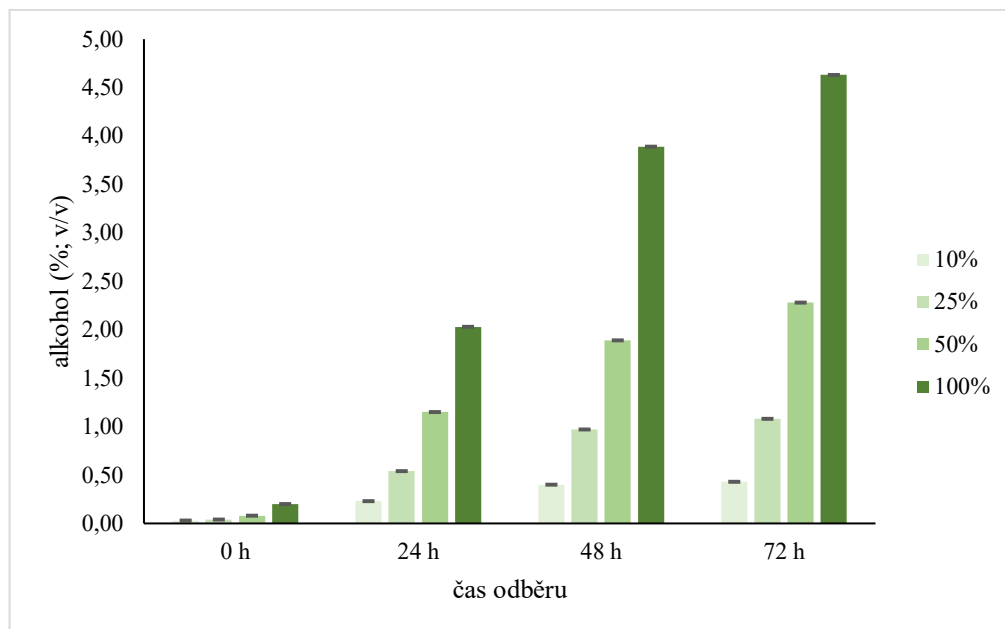
Z výše uvedených grafů (Obr. 17-19) je patrný mírný či nepatrný pokles hustoty vzorků. S rostoucí koncentrací HŠ byl pokles hustoty v čase více viditelný. U vzorků s nejnižším obsahem HŠ (10 %) jsou hodnoty hustoty u všech tří kultur přibližně konstantní se zanedbatelnou odchylkou. Tyto výsledky mohou souviset s metabolismem cukrů. Při fermentaci jsou přeměňovány jiné látky, které mohou způsobit změnu hustoty nápoje. Jedná se mimo další o kyselinu mléčnou, kyselinu octovou, oxid uhličitý a alkohol. Tento vývoj hustoty zcela určitě souvisí zásadně s produkcí alkoholu (viz Obrázek 20, 21 a 22 níže) o hustotě $0,789 \text{ g/cm}^3$ (National Library of Medicine, 2024), který nepřímo úměrně svým příbytkem snižuje hodnoty hustoty většiny vzorků. Tedy k nejvýraznějším poklesům hustoty zároveň s nejvyššími nárůsty obsahu alkoholu došlo u vzorků neředěné HŠ u všech tří symbiotických kultur.



Obrázek 20 Vývoj obsahu alkoholu v čase pro kulturu vodního kefiru v různě zředěné hruškové šťávě



Obrázek 21 Vývoj obsahu alkoholu v čase pro kulturu GBP v různě zředěné hruškové šťávě



Obrázek 22 Vývoj obsahu alkoholu v čase pro kulturu kvasu v různě zředěné hruškové šťávě

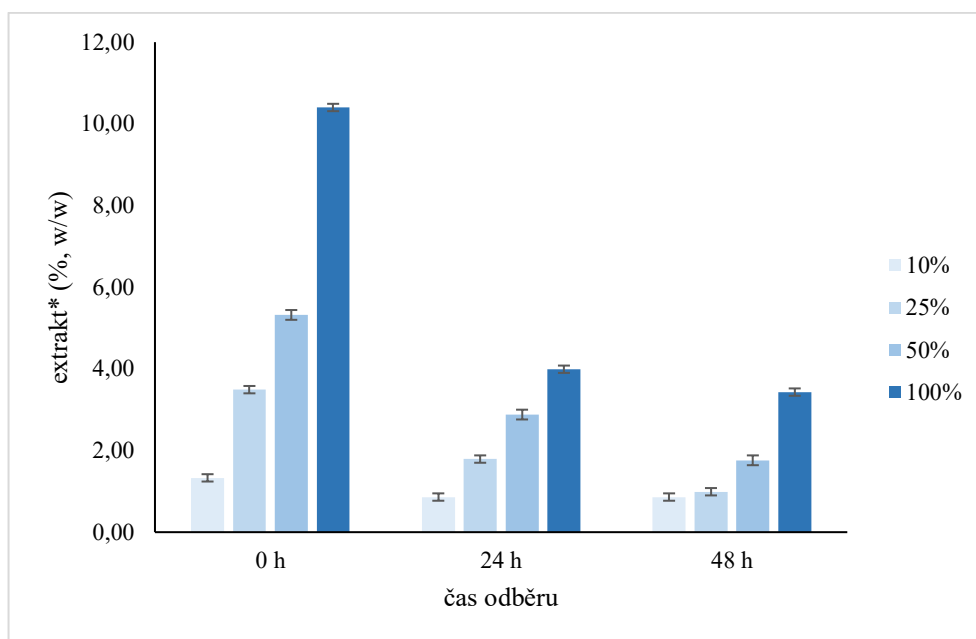
Minimální obsahy alkoholu v čase 0 h u všech vzorků jsou zapříčiněny zaočkováváním vzorků již připravenými startéry o daných koncentracích. V těchto startérech již byl přítomný alkohol, který se inokulací přesunul do vzorků a projevil se v následném měření.

Čím byla vyšší koncentrace HŠ a tím i vyšší koncentrace zkvasitelných cukrů ve vzorku, tím intenzivněji narůstal obsah alkoholu v čase.

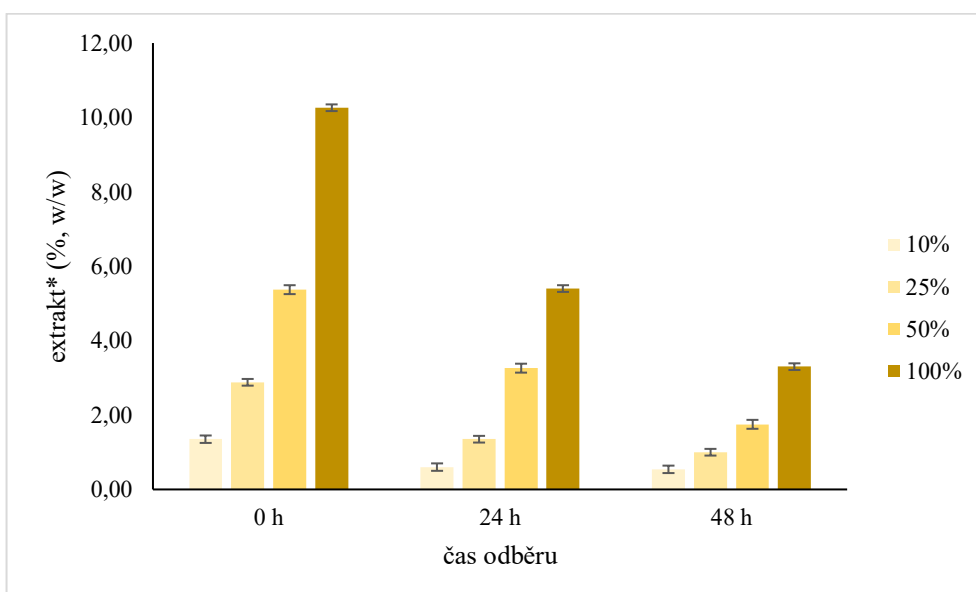
Velmi pozoruhodné je to, že všechny kultury vytvořily už po 48 h při nejvyšší koncentraci HŠ nad 4 % (v/v) alkoholu, což je více, než uvádí zdroje (Ameh et al., 2014; Moretti et al., 2022; Iara Gomes de Oliveira et al., 2024) u těchto druhů nápojů. Symbiotické kultury, které byly použity jako startéry pro fermentované nápoje, byly již na dané prostředí adaptované a předpokládáme, že chemické složení prostředí jim vyhovovalo. Na rozdíl od pouhých cukerných roztoků je totiž HŠ poměrně nutričně bohatým prostředím.

Hampton et al. (2021) zkoumali vhodnost hruškového pyré jako substrátu pro fermentaci pomocí zrn vodního kefiru. Po 72 h fermentace při 23 °C naměřili obsah alkoholu 0,01 % (v/v). Tento nízký obsah alkoholu zdůvodňují možným odpařením alkoholu v průběhu fermentace v otevřeném systému. Dále například ve studii Iara Gomes de Oliveira et al. (2024) nedosáhli tak vysokých hodnot obsahu alkoholu ve vzorcích GB ani po sedmi dnech fermentace. V práci Starčević (2024) byl uveden obsah alkoholu v kvasu po 72 h fermentace $1,75 \pm 0,36$ % (v/v). Této hodnoty dosáhl vzorek K4 (100 % HŠ) již po 24 h fermentace.

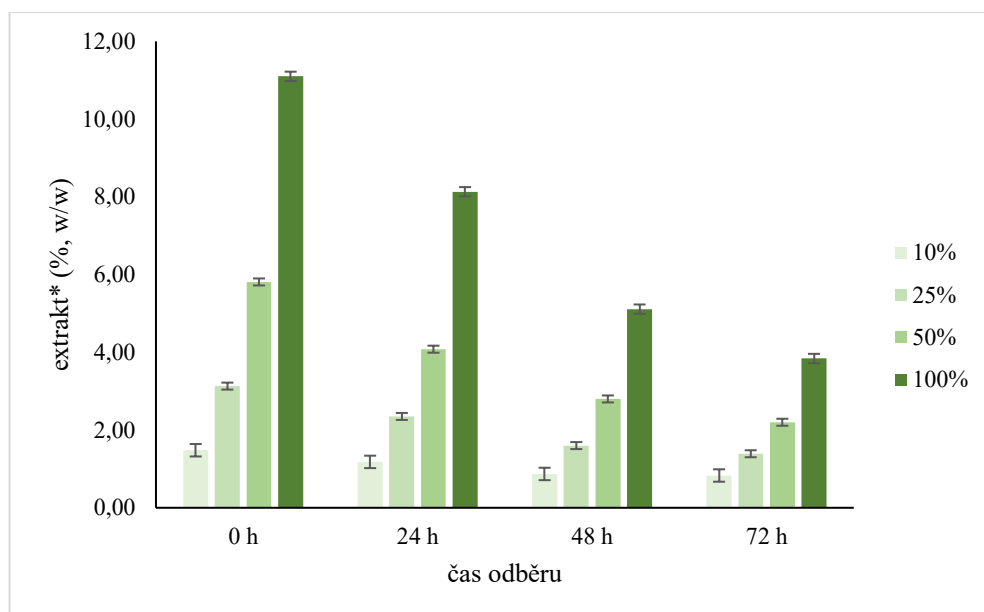
Na základě hodnot obsahu alkoholu a hustoty jednotlivých vzorků byly pomocí softwaru přístroje Alcolyzer Anton Paar vypočteny hodnoty skutečného extraktu a reálného stupně prokvašení v čase. Tyto hodnoty byly zaznamenány do grafů. Pro vývoj skutečného extraktu viz Obrázky 23, 24 a 25 a pro vývoj reálného stupně prokvašení viz Obrázky 26, 27 a 28.



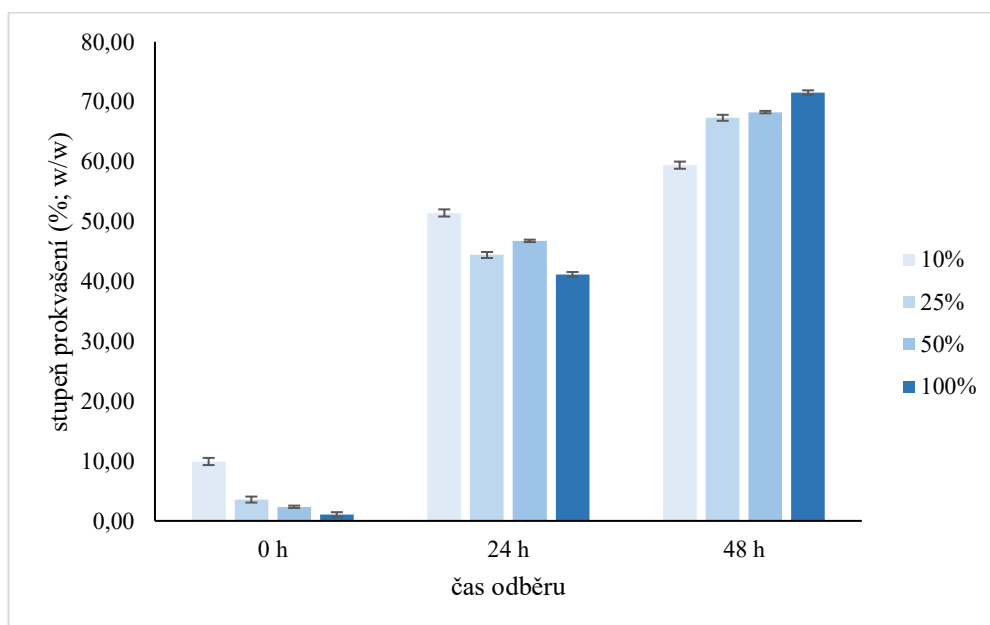
Obrázek 23 Vývoj skutečného* extraktu v čase pro kulturu vodního kulturu v různě zředěné hruškové šťávě



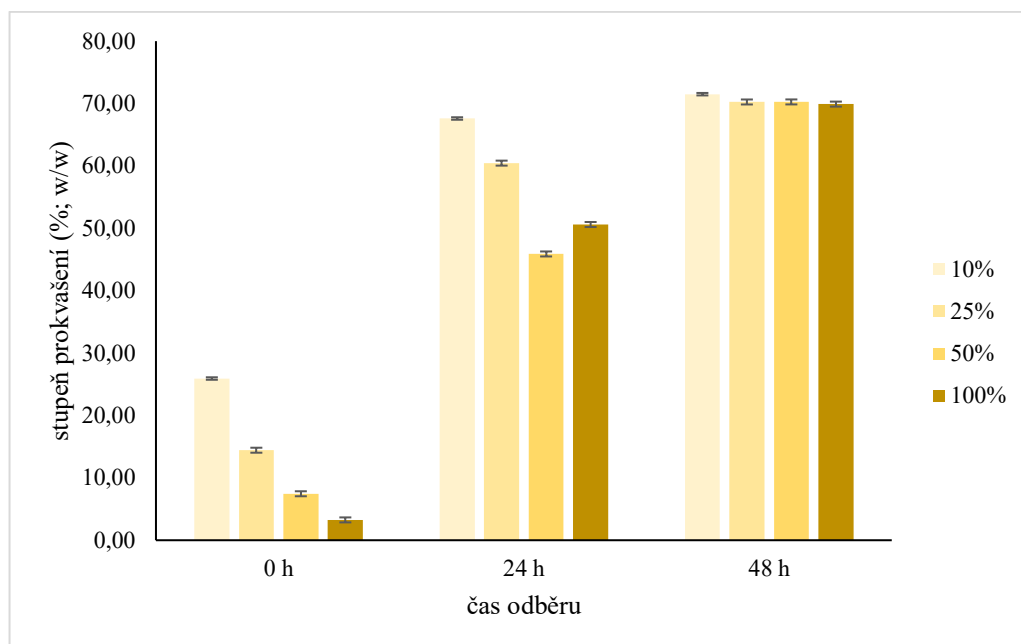
Obrázek 24 Vývoj skutečného* extraktu v čase pro kulturu GBP v různě zředěné hruškové šťávě



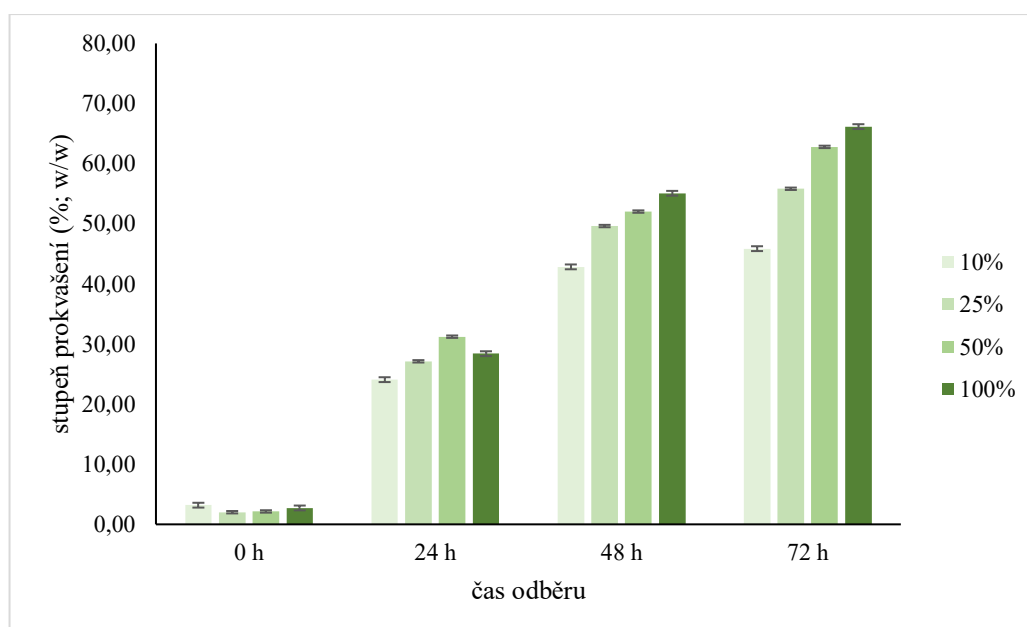
Obrázek 25 Vývoj skutečného* extraktu v čase pro kulturu kvasu v různě zředěné hruškové šťávě



Obrázek 26 Vývoj reálného stupně prokvašení v čase pro kulturu vodního kefiru v různě zředěné hruškové šťávě



Obrázek 27 Vývoj reálného stupně prokvašení v čase pro kulturu GBP v různě zředěné hruškové šťávě



Obrázek 28 Vývoj reálného stupně prokvašení v čase pro kulturu kvasu v různě zředěné hruškové šťávě

Hodnoty vývoje extraktu a stupně prokvašení spolu vzájemně souvisí a mají opačný trend. S časem skutečný extrakt klesá a reálný stupeň prokvašení roste. Stejný trend uvedla i ve své práci Kopečková (2021), kde zkoumala mimo jiné právě i skutečný extrakt a reálný stupeň

fermentace vodního kefiru v ovocných a zeleninových šťávách. Její vzorky v jablečné šťávě, která je velmi podobným prostředím jako HŠ, dosahovaly velmi podobných hodnot.

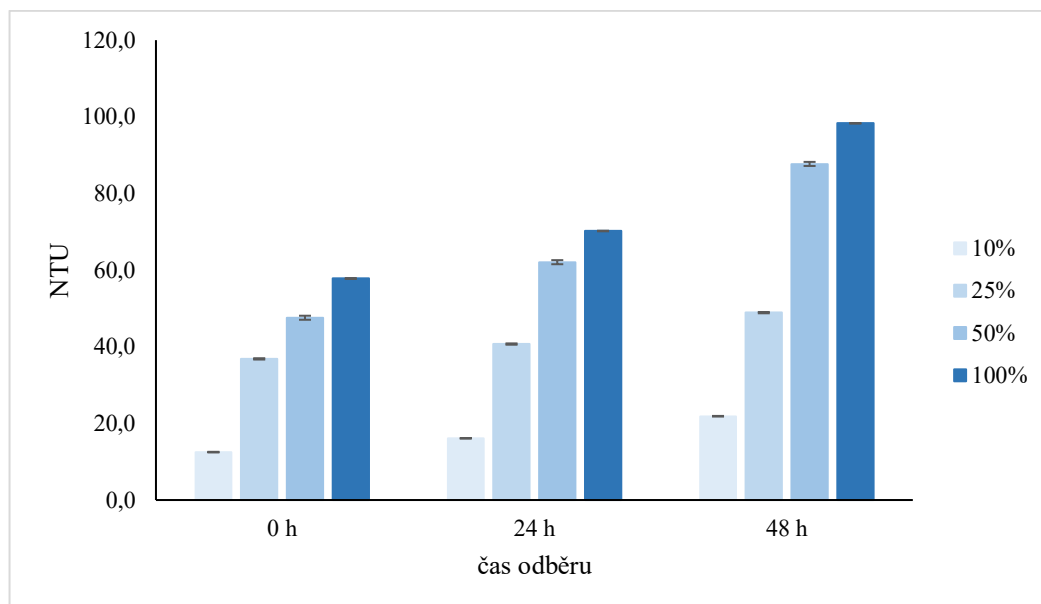
Největší rozdíly v hodnotách vývoje skutečného extraktu (viz Obr. 23, 24 a 25) mezi časy 0 h a 48 h (72 h pro kvas) jsou pozorovatelné u neředěné HŠ u všech tří kultur. Se snižující se koncentrací HŠ ve vzorku vykazovaly hodnoty tedy pozvolněji klesající trend.

Reálný stupeň prokvašení (viz Obr. 26, 27 a 28) naopak s délkou fermentace rostl. Nejvyšších hodnot dosahovala po 48 h kultura vodního kefiru a kultura GBP. Dosahovaly hodnot kolem 70 % (w/w). U kultury GBP je pozorovatelné vyrovnaní všech ředění HŠ v čase 48 h do konstantních hodnot se zanedbatelnými odchylkami. Tento jev by mohl mít souvislost s hodnotami hustoty u kultury GBP v HŠ (viz Obr. 18), které měly analogickou tendenci vývoje, tzn. že v čase fermentace 48 h projevily také téměř konstantní hodnoty pro všechna ředění. Hodnoty stupně prokvašení u kultury kvasu v HŠ dosahovaly v čase 72 h nižších hodnot oproti kulturám vodního kefiru a GBP v čase 48 h. Maximální hodnota pro kulturu kvasu byla $66,16 \pm 0,02$ % pro neředěnou HŠ v čase 72 h.

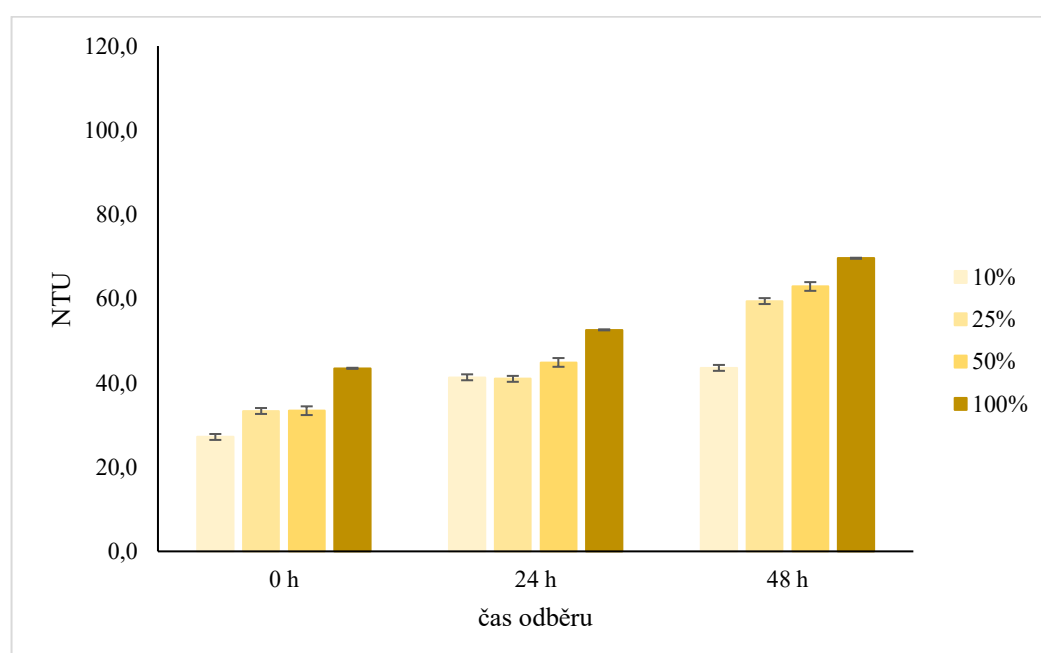
Jak uvádí Kopečková (2021), tyto parametry jsou zásadními hlavně při výrobě fermentovaných nápojů, jako jsou hlavně pivo a víno, kde jsou také náležitě sledovány. Nelze ale hodnoty vzorků symbioticky fermentovaných nápojů s hodnotami právě piva či vína srovnávat, jelikož se jedná o naprosto odlišné matrice a technologie výroby.

8.3 Vyhodnocení turbidimetrického stanovení zákalu

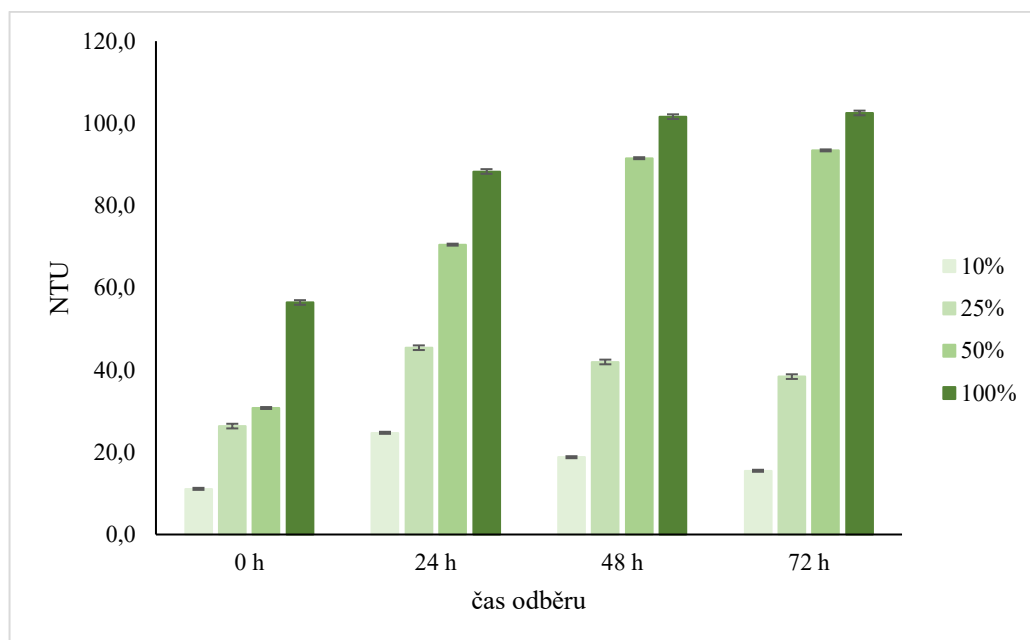
Vzorky byly v časech 0 h, 24 h, 48 h a 72 h* (*pro kulturu kvasu) podrobeny turbidimetrickému stanovení zákalu. Naměřené hodnoty všech tří typů vzorků jsou uvedeny v jednotkách NTU, viz Obrázek 29, 30 a 31.



Obrázek 29 Vývoj NTU v čase pro kulturu vodního kefiru v různě zředěné hruškové šťávě



Obrázek 30 Vývoj NTU v čase pro kulturu GBP v různě zředěné hruškové šťávě



Obrázek 31 Vývoj NTU v čase pro kulturu kvasu v různě zředěné hruškové šťávě

Zákal u vzorků rostl přímo úměrně s časem. Nejvyšší hodnoty zákalu vykazovaly vzorky s největším podílem HŠ u kultury vodního keříru a kvasu. Kultura GBP fermentovaná v HŠ disponovala nejnižšími hodnotami NTU.

Rejdlová et al. (2023) uvedla pro vzorek mrkvové šťávy fermentované pomocí kultury vodního keříru po 48 h fermentace hodnotu 882 ± 1 NTU, což je několika násobně vyšší hodnota, než jakou vykazovaly vzorky jakékoliv kultury fermentované v HŠ. Důvodem byl nejspíš fakt, že zákal mrkvové šťávy bez zaočkování byl sám o sobě vyšší, než byl u ředěných/neředěných vzorků HŠ.

8.4 Vyhodnocení spektrofotometrického stanovení barvy

Vzorky byly v časech 0 h, 24 h, 48 h a 72 h* (*pro kulturu kvasu) podrobeny spektrofotometrickému stanovení barvy v trojrozměrném prostoru CIE L*a*b*. Naměřené hodnoty všech tří typů vzorků jsou uvedeny po jednotlivých parametrech, viz Tabulka 5, 6, 7. Vysvětlení významů jednotlivých parametrů najdete v kapitole 7.6.

Tabulka 5 Naměřené hodnoty parametru L* v čase pro jednotlivé vzorky v různě zředěné hruškové šťávě

	parametr L*			
	průměry			
vzorek	0 h	24 h	48 h	72 h
V1	89,22 ± 0,01	88,92 ± 0,01	89,18 ± 0,01	-
V2	84,70 ± 0,01	82,70 ± 0,01	83,40 ± 0,01	-
V3	79,13 ± 0,01	66,74 ± 0,11	73,72 ± 0,01	-
V4	67,51 ± 0,01	59,82 ± 0,02	57,86 ± 0,03	-
G1	89,27 ± 0,01	89,27 ± 0,01	89,30 ± 0,01	-
G2	84,89 ± 0,01	85,22 ± 0,04	85,72 ± 0,01	-
G3	81,38 ± 0,01	74,87 ± 0,01	78,53 ± 0,16	-
G4	72,00 ± 0,39	62,35 ± 0,06	67,26 ± 0,06	-
K1	89,44 ± 0,01	89,56 ± 0,01	89,36 ± 0,01	91,06 ± 0,01
K2	84,94 ± 0,01	83,06 ± 0,02	83,04 ± 0,01	86,57 ± 0,01
K3	78,57 ± 0,01	70,46 ± 0,03	70,46 ± 0,01	79,63 ± 0,02
K4	66,43 ± 0,01	58,37 ± 0,02	54,90 ± 0,04	66,07 ± 0,03

Tabulka 6 Naměřené hodnoty parametru a* v čase pro jednotlivé vzorky v různě zředěné hruškové šťávě

	parametr a*			
	průměry			
vzorek	0 h	24 h	48 h	72 h
V1	-1,09 ± 0,01	-0,88 ± 0,01	-0,90 ± 0,01	-
V2	-0,96 ± 0,01	-0,21 ± 0,01	-0,31 ± 0,01	-
V3	-0,39 ± 0,01	1,27 ± 0,01	0,69 ± 0,01	-
V4	1,05 ± 0,01	1,55 ± 0,01	1,62 ± 0,01	-
G1	-0,62 ± 0,01	-0,64 ± 0,01	-0,89 ± 0,01	-
G2	-0,48 ± 0,01	-0,43 ± 0,01	-0,72 ± 0,01	-
G3	-0,11 ± 0,01	0,49 ± 0,01	0,00 ± 0,01	-
G4	1,01 ± 0,02	0,90 ± 0,01	1,17 ± 0,01	-
K1	-1,00 ± 0,01	-0,66 ± 0,01	-0,65 ± 0,01	-0,56 ± 0,01
K2	-0,70 ± 0,01	-0,14 ± 0,01	-0,13 ± 0,01	-0,24 ± 0,01
K3	-0,14 ± 0,01	0,62 ± 0,01	0,68 ± 0,01	0,48 ± 0,01
K4	1,55 ± 0,01	1,15 ± 0,01	0,66 ± 0,02	1,25 ± 0,02

Tabulka 7 Naměřené hodnoty parametru b^* v čase pro jednotlivé vzorky v různě zředěné hruškové šťávě

vzorek	parametr b^*			
	průměry			
	0 h	24 h	48 h	72 h
V1	5,42 $\pm 0,01$	6,43 $\pm 0,01$	6,04 $\pm 0,01$	-
V2	12,11 $\pm 0,01$	14,41 $\pm 0,01$	13,58 $\pm 0,01$	-
V3	21,99 $\pm 0,01$	29,78 $\pm 0,02$	25,61 $\pm 0,02$	-
V4	36,54 $\pm 0,01$	39,27 $\pm 0,01$	43,73 $\pm 0,07$	-
G1	6,51 $\pm 0,01$	6,18 $\pm 0,01$	4,95 $\pm 0,01$	-
G2	12,11 $\pm 0,01$	11,56 $\pm 0,01$	11,56 $\pm 0,01$	-
G3	17,97 $\pm 0,01$	22,39 $\pm 0,01$	20,63 $\pm 0,02$	-
G4	28,44 $\pm 0,01$	36,68 $\pm 0,04$	35,96 $\pm 0,01$	-
K1	6,23 $\pm 0,01$	6,88 $\pm 0,01$	6,95 $\pm 0,01$	5,88 $\pm 0,01$
K2	13,21 $\pm 0,01$	14,29 $\pm 0,01$	14,25 $\pm 0,01$	11,94 $\pm 0,01$
K3	21,91 $\pm 0,01$	22,88 $\pm 0,01$	23,05 $\pm 0,01$	19,35 $\pm 0,01$
K4	38,39 $\pm 0,01$	38,69 $\pm 0,01$	39,66 $\pm 0,02$	29,20 $\pm 0,02$

Světlost se s časem u vzorků výrazně neměnila. Lze tedy tvrdit, že vzorky HŠ v procesu fermentace netmavly. Došlo pouze ke změně odstínu barvy u parametru a^* z nazelenalé do načervenalé u vzorků V4, G3 a K3.

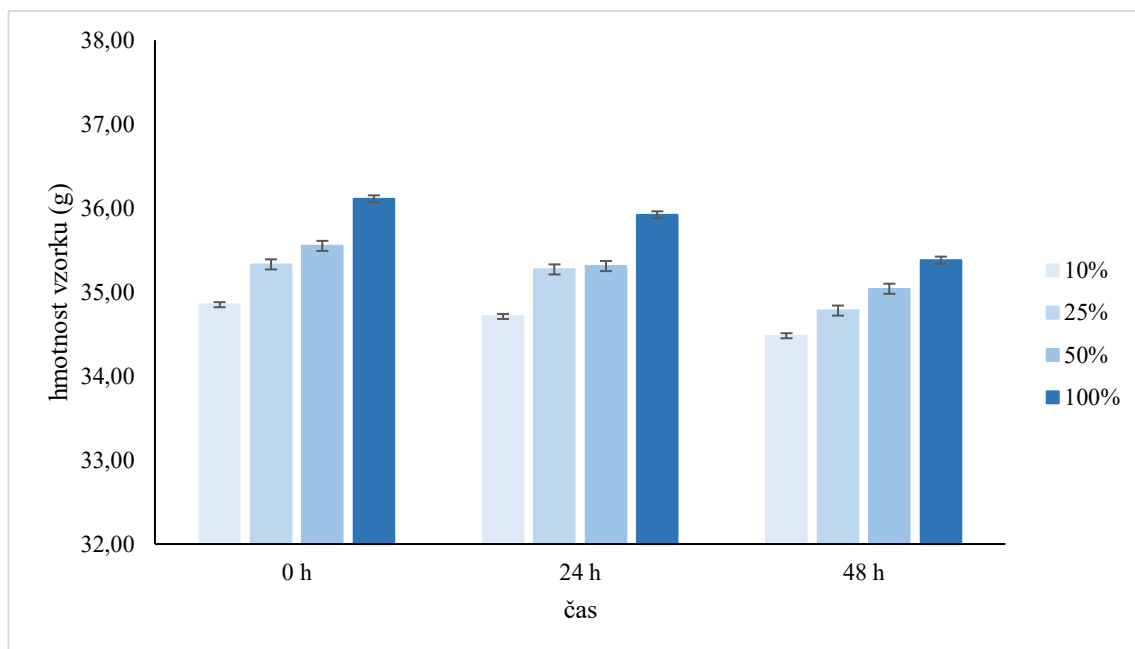
Při porovnání se studií Rejdlová et al. (2023) u vzorků s podobným složením, mrkvová šťáva fermentovaná kulturou vodního keříru, byla naměřena nižší světlost o hodnotě parametru L^* $15,41 \pm 0,02$. Dále vzorky ze studie vykazovaly vyšší hodnoty parametru a^* , přesněji $35,44 \pm 0,02$, tzn. že barva vzorků byla výrazně červenější. Parametr b^* byl vyhodnocen ve studii na $26,56 \pm 0,03$. Hodnoty nelze zcela srovnat kvůli výraznější odlišnosti prostředí.

Studie Tireki (2024) zkoumala změny barevných parametrů (L^* , a^* , b^*) vodních keřírů v prostředí složeném z vody, sacharózy a sušených fíků během 72hodinové fermentace. Hodnota L^* (světlost) se během fermentace snižovala. Hodnota a^* (červenost/zelenost) zůstala většinou stabilní, přičemž všechny vzorky měly záporné hodnoty (zelené odstíny). Parametr b^* (žlutost/modrost) se postupem času snižoval. Rozdíly oproti vzorkům ve HŠ jsou způsobeny složením fermentačního média.

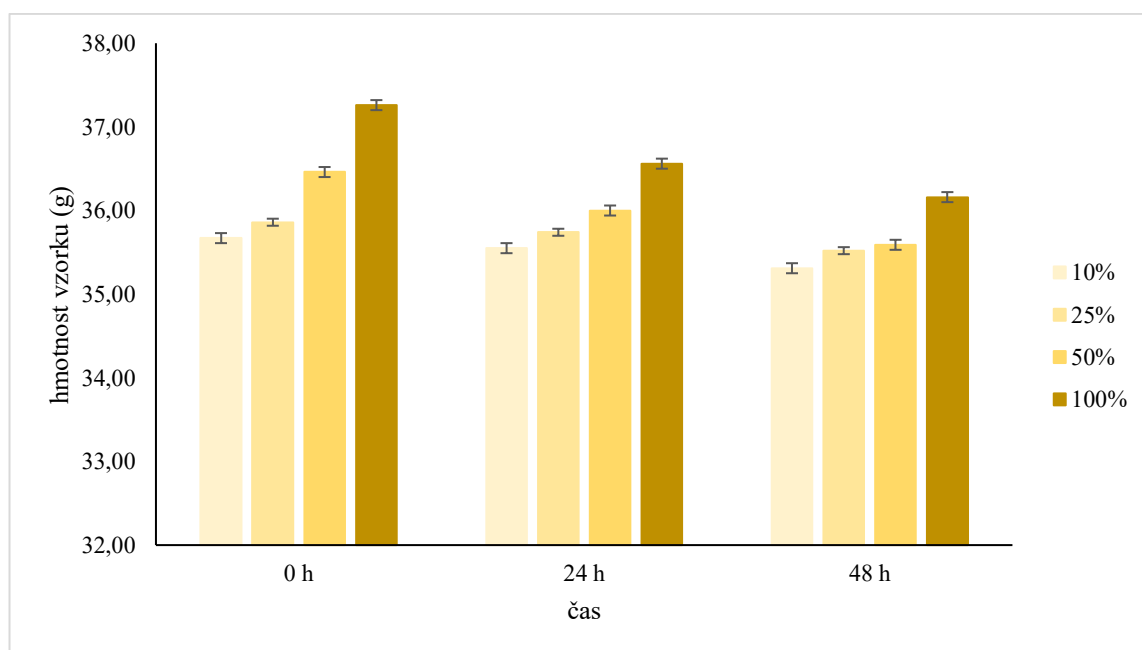
Pro kulturu GBP a kulturu kvasu nebyla nalezena v dostupné literatuře žádná možnost srovnání.

8.5 Vyhodnocení produkce CO₂

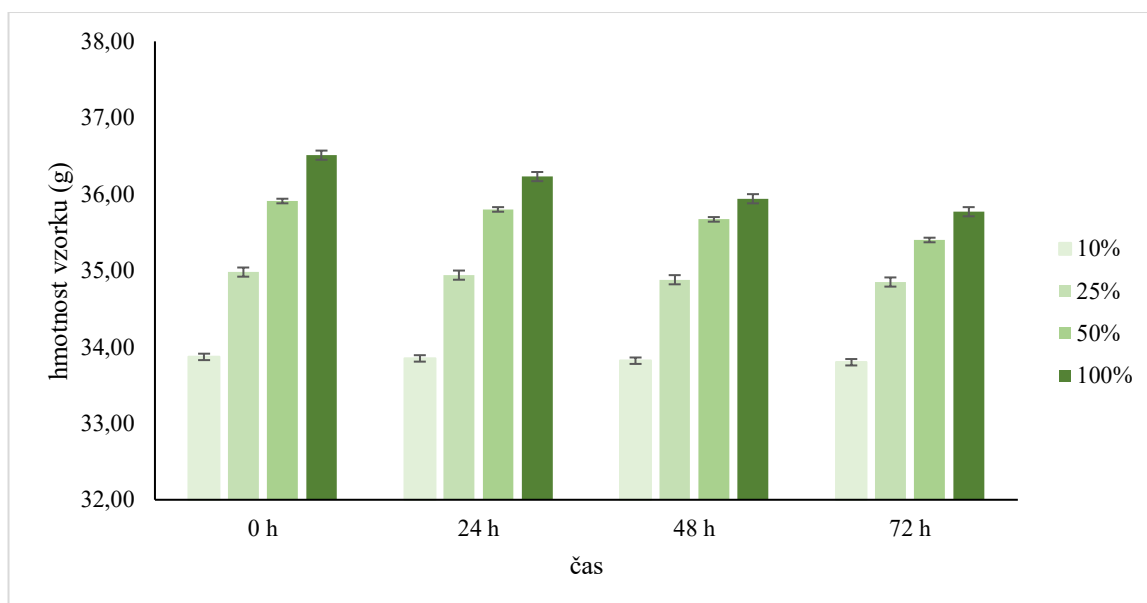
Vázkovou metodou dle Ogawa et al. (2022) byly vzorky v čase 0 h, 24 h, 48 h a 72 h* (*pro kulturu kvasu) podrobeny měření produkce oxidu uhličitého danými kulturami. Výsledky jsou uvedeny níže viz Obrázek 32, 33 a 34.



Obrázek 32 Vývoj CO₂ pro kulturu vodního kefiru v různě zředěné hruškové šťávě



Obrázek 33 Vývoj CO₂ pro kulturu GBP v různě zředěné hruškové šťávě



Obrázek 34 Vývoj CO₂ pro kulturu kvasu v různě zředěné hruškové šťávě

Během fermentace vzniká převážně díky kvasinkám mnoho látek. V rámci kvašení to je např. právě ethanol a CO₂, organické kyseliny a glycerol (Ogawa et al., 2022). Vzorky proto podléhaly úbytku hmotnosti v důsledku uvolňování CO₂. Nejvyššími úbytky hmotnosti, a tedy i největší tvorbou CO₂, disponovaly vzorky koncentrované HŠ (100 %) u všech tří kultur, jinak řečeno vzorky obsahující největší množství zkvasitelných cukrů. U nich byla, pravděpodobně právě díky bohatému substrátu, fermentace nejintenzivnější a kultura tedy produkovala i nejvíce CO₂. Největšími úbytky hmotnosti disponovaly vzorky s kulturou GBP. Kultura pro výrobu zázvorového piva tedy vyprodukovala největší množství CO₂. Nárůst CO₂ byl po 48 h u vzorku neředěné HŠ $2,95 \pm 0,06$ g/100 ml. Paredes et al. (2022) ve své studii při fermentování směsné šťávy z ovoce a zeleniny pomocí zrn vodního keříru pozorovali produkci CO₂ po 48 h $4,09 \pm 0,01$ g/100 ml. Měření prováděli taktéž nepřímou vážkovou metodou. Tato hodnota je několikanásobně vyšší než hodnota vodního keříru v HŠ, přestože počáteční hodnoty zkvasitelných cukrů byly stejné se zanedbatelnou odchylkou. Důvodem mohla být kondice kultury ovlivněná různými externími a interními faktory včetně diverzity prostředí.

8.6 Vyhodnocení nárůstu biomasy

Vzorky s kulturami vodního keřfu a GBP byly podrobeny sledování nárůstu biomasy v čase. Vážení proběhlo v časech 0 h a 48 h. Výsledné rozdíly hmotností jsou uvedeny jako procentuální nárůst biomasy níže, viz Tabulka 8 a 9.

Tabulka 8 Výsledky sledování nárůstu biomasy po 48 h pro kulturu vodního keřfu v různě zředěné hruškové šťávě

nárůst [%]	
VODNÍ KEFÍR	
10 %	14,25 ± 2,78 %
25 %	17,02 ± 5,17 %
50 %	18,84 ± 2,29 %
100 %	21,85 ± 1,13 %

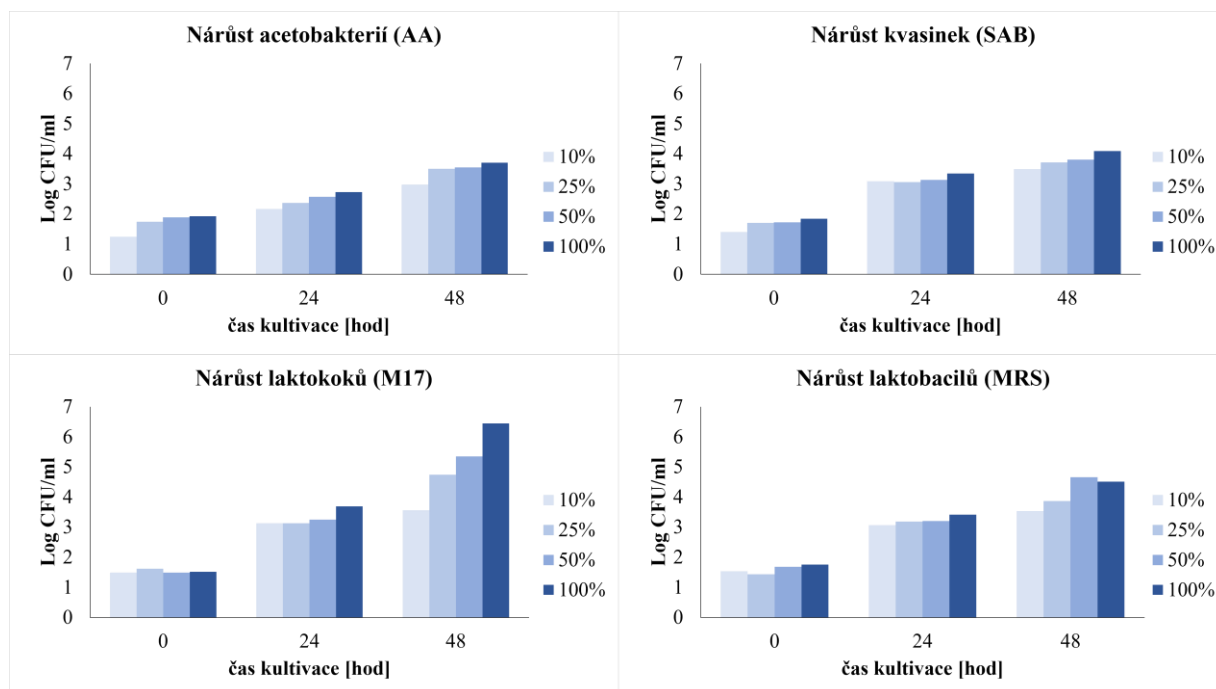
Tabulka 9 Výsledky sledování nárůstu biomasy po 48 h pro kulturu GBP v různě zředěné hruškové šťávě

nárůst [%]	
GINGER BEER	
10 %	2,91 ± 1,69 %
25 %	3,43 ± 0,01 %
50 %	4,59 ± 0,26 %
100 %	7,20 ± 0,02 %

Nárůst biomasy koreloval s koncentrací HŠ ve vzorku. Tedy v případě obou kultur tvořících extracelulární polysacharidy byl nárůst biomasy tím výraznější, čím vyšší byl podíl HŠ ve vzorku. Důvodem je pravděpodobně nutričně bohatý substrát, kterým HŠ rozhodně je. Méně zředěné vzorky obsahovaly tedy více nutrientů, kterou mohly mikroorganismy produkující polysacharidy spotřebovávat (Ameh et al., 2014; Cufaoglu a Erdinc, 2023b). Kultura vodního keřfu vykazovala dokonce třikrát vyšší nárůst biomasy než kultura GBP.

8.7 Vyhodnocení mikrobiologického rozboru

Vzorky byly v časech 0 h, 24 h, 48 h a 72 h* (*pro kulturu kvasu) podrobeny mikrobiologickému rozboru. Výsledné počty detekovaných mikroorganismů na půdách AA, SAB, M17 a MRS jsou uvedeny níže, viz Obrázek 35, 36 a 37, počty CFU/ml jsou uvedeny v logaritmickém měřítku.



Obrázek 35 Výsledky mikrobiologického rozboru vzorků s kulturou vodního keříru v čase

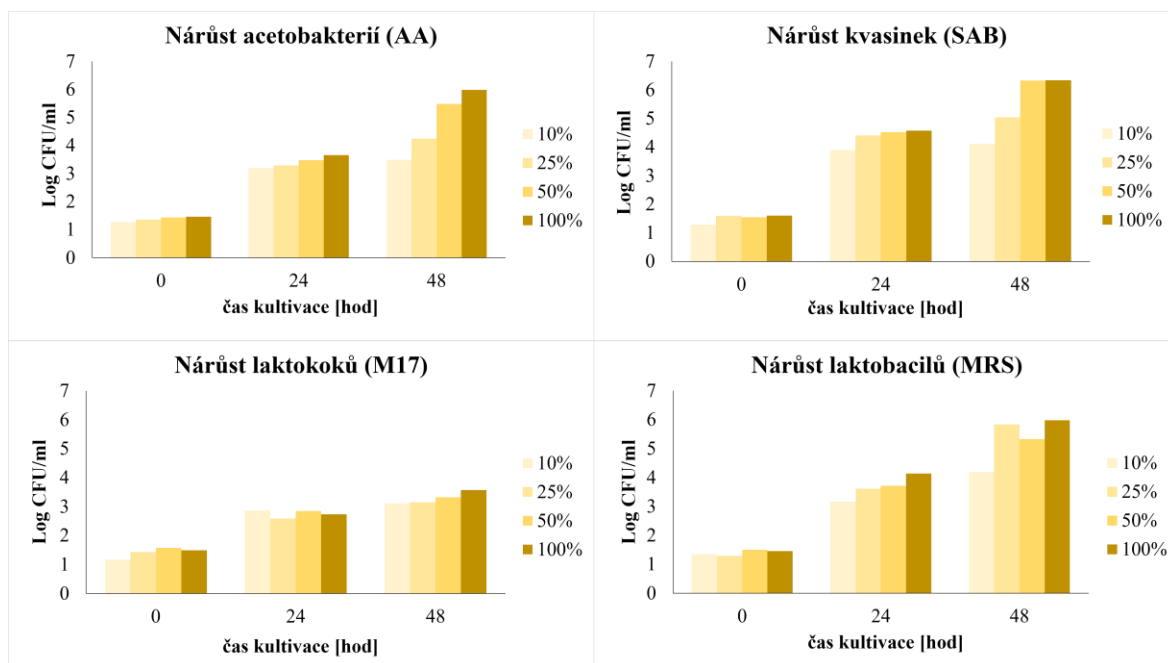
Výsledky mikrobiologického rozboru HŠ fermentované kulturou vodního keříru ukázaly přítomnost AAB, dále byly detekovány kvasinky na půdě SAB, mléčné koky na půdě M17 a laktobacily na půdě MRS (viz Obr. 35). Na ostatních půdách nebyl pozorován žádný nárůst (ENDO, MSA, SB). Právě půdy ENDO, MSA a SB jsou selektivně diagnostické půdy, které dokazují přítomnost patogenů (viz Kapitola 7.9). Vzorky lze tedy považovat za bezpečné ke konzumaci. Nejvyšší hodnoty CFU/ml vykazovaly mléčné koky, které dosáhly v čase 48 h u vzorku vodního keříru v neředěné HŠ až na $2,75 \cdot 10^6$ CFU/ml. Celkově trend nárůstu počtů jednotlivých druhů mikroorganismů odpovídal trendu rostoucí koncentrace HŠ a prodlužující se délce času fermentace. Tedy vzorky s vyšší koncentrací HŠ dosahovaly vyšších hodnot CFU/ml a naopak. V čase fermentace pak docházelo také k početnímu nárůstu detekovaných CFU.

Mikrobiologický rozbor vzorků vodního keříru provedla ve své diplomové práci Kopečková (2021). Zkoumala nárůsty mikroorganismů u vzorků kultury vodního keříru fermentované v prostředí jablečné šťávy na půdách AA, SAB, MRS a M17. Ve své práci uvedla nejvyšší

nárůsty u kvasinek na půdě SAB a laktobacilů na půdě MRS. Po 48 h byly hodnoty CFU vyšší než ty v rozboru vodního keфіru v HŠ. Tomuto trendu se vymykaly pouze hodnoty laktokoků na půdě M17, které byly nižší než ty detekované v HŠ.

Moretti et al. (2022) uvedli ve své studii hodnoty stanovených skupin mikroorganismů ve vodním keфіru v maximálních dosažených hodnotách na $9,0 \cdot 10^7$ CFU/ml pro LAB, $3,22 \cdot 10^6$ CFU/ml pro AAB a $4,8 \cdot 10^7$ CFU/ml pro kvasinky. Žádná z těchto hodnot nebyla se vzorky kultury vodního keфіru v HŠ zcela srovnatelná. Všechny pozorované skupiny mikroorganismů v dané studii dosáhly vyšších hodnot než ty pro vodní keфіr v prostředí HŠ.

Mikrobiologický rozbor vodního keфіru provedli i Gulitz et al. (2011). Mikrobiální diverzitu zkoumali u třech kultur vodního keфіru různých původů. Fermentace probíhala 48 h a koncentrace sacharózy v původním roztoku činila 100 g/l. Tato koncentrace je shodná s koncentrací zkvasitelných cukrů u vzorku neředěné HŠ (100 %). Pozorovanými skupinami mikroorganismů byly ve studii AAB, LAB a kvasinky. Dosahovaly pak až dvojnásobně vyšších hodnot než vzorky fermentované v HŠ.

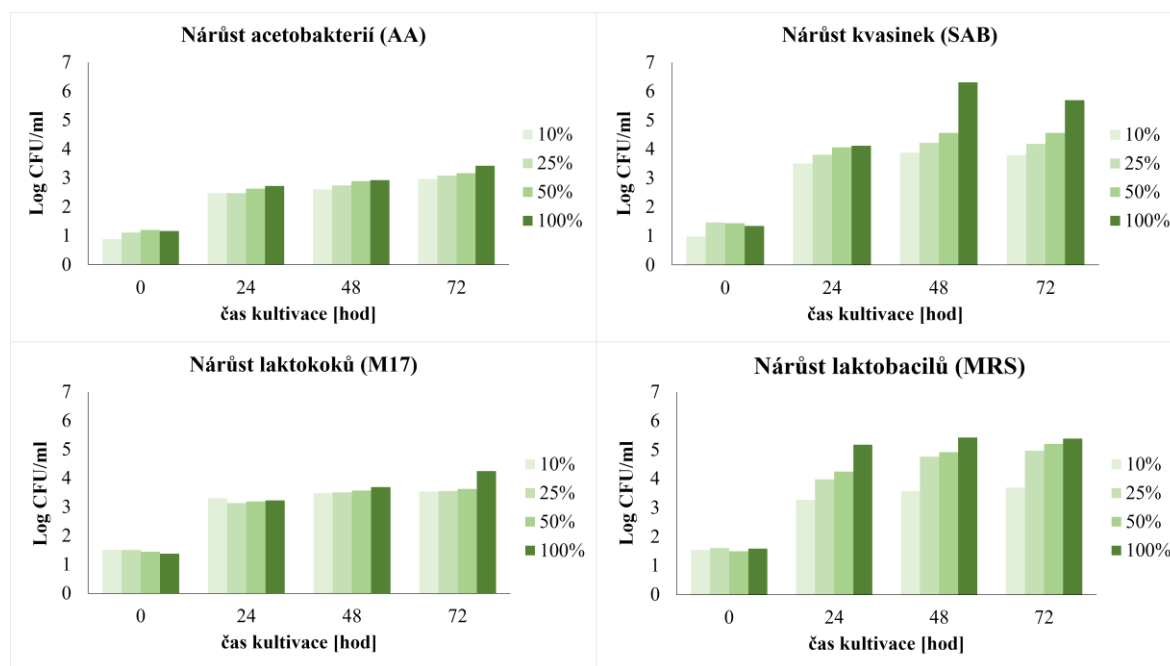


Obrázek 36 Výsledky mikrobiologického rozboru vzorků s kulturou GBP v čase

Počty mikroorganismů ve vzorcích s kulturou GBP měly stejný trend jako ty s kulturou vodního keфіru (viz Obr. 35). Vyšší koncentrace HŠ podporovaly nárůst kvasinek, acetobakterií, laktobacilů i laktokoků (viz Obr. 36). Intenzivnější nárůst, vyšší počty CFU/ml v porovnání s ostatními skupinami sledovaných mikroorganismů, měly kvasinky (půda SAB). Nejvyšší počty kvasinek byly sledovány ve vzorcích koncentrované HŠ. V čase 48 h

více jak $2,18 \cdot 10^6$ CFU/ ml. AAB a laktobacily měly stejný trend růstu v čase. Nejméně zastoupenou skupinou mikroorganismů byly u těchto vzorků mléčné koky. Dosahovaly po 48 h fermentace u vzorku 100 % HŠ) maximální hodnoty $3,75 \cdot 10^3$ CFU/ml. Stejně jako vzorky s kulturou vodního keříru se dají tyto vzorky s kulturou GBP považovat za zdravotně nezávadné, protože ani u nich nebyl detekován žádný nárůst na půdách MSA, SB a ENDO.

Počty kvasinek u GBP v HŠ převýšily hodnoty, které uvádí Dwiloka et al. (2020) ve své studii o zázvorových pivech (GB). Dosáhly zde hodnot $1,97 \cdot 10^6$ CFU/ml. Nižší počet kvasinek uváděný ve studii, je pravděpodobně způsoben tím, že byl GB fermentovaný v prostředí roztoku bílého cukru s palmovým cukrem, zázvorem a citrusem. Zázvor mohl ovlivnit a zpomalit činnost kvasinek, z důvodu obsahu látek, které obsahuje včetně právě těch antimikrobních (Nutakor et al., 2020).



Obrázek 37 Výsledky mikrobiologického rozboru vzorků s kulturou kvasu v čase

Mikrobiologický rozbor HŠ fermentované kulturou žitného kvasu potvrdil i zde přítomnost všech čtyř skupin stanovovaných mikroorganismů (viz Obr. 37). Největší zastoupení měly ve vzorcích kvasinky s maximální hodnotou u vzorku neředěné HŠ $2,05 \cdot 10^6$ CFU/ml po 48 h fermentace. Po této době začaly hodnoty kvasinek mírně klesat, což dokazuje odběr v čase 72 h u vzorku neředěné HŠ s hodnotou $4,95 \cdot 10^5$ CFU/ml. Podobný trend vykazoval vzorek stejný vzorek (100 % HŠ) i u stanovení laktobacilů na půdě MRS, kdy po 48 h

fermentace začal počet laktobacilů mírně klesat. Důvodem by mohl být pro tyto skupiny mikroorganismů příliš rychlý nárůst metabolitů, který pro ně mohl mít inhibiční účinek.

Ostatní vzorky mají stejný trend nárůstu jako vzorky předešlých dvou kultur, tedy s narůstající koncentrací HŠ se zvyšovaly i počty stanovovaných mikroorganismů. S rostoucí délkou fermentace a rostoucí koncentrací HŠ počty jednotlivých skupin mikroorganismů rostly. AAB a mléčné koky byly ve vzorcích zastoupeny v nižších počtech. Pro AAB byla maximální hodnota nárůstu pro vzorek neředěné HŠ v čase 72 h $2,65 \cdot 10^3$ CFU/ml a pro mléčné koky pro stejný vzorek i čas $1,79 \cdot 10^4$ CFU/ml.

Vzorky s kulturou žitného kvasu se, stejně jako vzorky s kulturou vodního kefiru či GBP, dají považovat za mikrobiologicky bezpečné. Ani u nich totiž nebyl detekován nárůst bakterií rodu *Staphylococcus*, enterokoků a ani koliformních bakterií.

U vzorků vodního kefiru v HŠ celkově dominoval laktokoků. Na rozdíl od vzorků s kulturou GBP a kvasu, kde byly počty CFU/ml u laktokoků nejnižší ze všech stanovovaných skupin mikroorganismů. Naopak nejvyšších hodnot u vzorků s kulturou GBP a kvasu dosahovaly kvasinky stanovované na půdě SAB a laktobacily na půdě MRS. U kultury GBP v HŠ dosahovaly stejně vysokých hodnot i AAB, které naopak u kultury vodního kefiru a kvasu disponovaly hodnotami nižšími.

Provedený mikrobiologický rozbor koreloval detekovanými skupinami mikroorganismů s těmi uváděnými ve studiích Dlusskaya et al. (2008), Moretti et al. (2022), Bozkiro et al. (2024) a Iara Gomes de Oliveira et al. (2024).

8.8 Vyhodnocení senzorické analýzy

Podrobné výsledky senzorické analýzy jsou uvedeny v příloze (viz Příloha P II). Vzorky byly hodnoceny v časech 0 h, 24 h, 48 h a 72 h* (* pro kulturu kvasu). Každý vzorek hodnotilo 12 proškolených hodnotitelů dle senzorického dotazníku (viz Příloha P I). Na základě získaných výsledků byly vytvořeny souhrnné grafy pro jednotlivé časy odběrů.

Prvním hodnoceným parametrem byla chuť. Ta po 24 h fermentace byla nejčastěji hodnocena posuzujícími jako příjemná. Při dalším odběrovém čase, tedy ve 48 h se ale již začala chuť vzorků s kulturou vodního kefiru a GBP zhoršovat. Naopak vzorku s kulturou kvasu byly po 48 h nejchutnější a začaly se zhoršovat až při odběru po 72 h fermentace. Lépe hodnoceny byly vždy vzorky s vyšším podílem HŠ.

Dalším kritériem senzorického hodnocení byla vůně. Po 24 h bylo možné parametr vůně z průměru dostupných výsledků hodnotit jako nejpříjemnější v rámci všech hodnocených vzorků. V čase 48 h se ale začala citelně zhoršovat. U vzorku V4 klesla hodnota vůně až na nejnižší možné hodnocení 1, což je zároveň nejnižší hodnota ze všech vzorků od všech tří kultur.

Barva byla hodnocena pozitivně po celou dobu fermentace. Nejlépe hodnoceny byly v souvislosti s barvou vzorky s kulturou GBP a kvasu. Vzorky s kulturou vodního kefiru byly hodnoceny hůře.

Perlivost v čase u všech vzorků rostla. Na konci fermentace pro HŠ s kulturou GBP (po 48 h fermentace) dokonce průměrně dosahovaly hodnoty 5. Což značí velmi kvalitní perlení vzorků. Kvas naopak perlil podle posuzovatelů na konci fermentace nejméně.

Poslední hodnocený parametr byl celkový dojem ze vzorku. Ten pro většinu vzorků zůstával po celou dobu konstantní. U nejvíce zředěných vzorků u všech tří kultur (V1, G1, K1 o koncentraci HŠ 10 %) se po 24 h fermentace mírně zlepšil, dále se pak již neměnil. Neředitelné vzorky hruškových šťáv (V4, G4, K4) zaznamenaly ale opačný trend výsledků. V posledním odběrovém čase byly obecně hůře hodnoceny než po 24 h fermentace.

Nejchutnějšími vzorky byly vzorky fermentované kulturou GBP, následované vodním kefirem. Nejméně chutným byl pak vzorek kvašený žitným kvasem. Všechny vzorky byly požitelné a čím vyšší koncentrace ovocné šťávy obsahovaly, tím lépe byly hodnotiteli přijímány.

ZÁVĚR

Práce se zabývala vybranými vlastnostmi nízkoalkoholických fermentovaných nápojů vyráběných pomocí různých symbiotických kultur.

V teoretické části byla shrnuta problematika symbiotických kultur a následně i jednotlivých druhů fermentovaných nápojů (kombucha, vodní kefir, Ginger Beer a kvas). Podrobně popsáno bylo mikrobiální osídlení kultur, technologie výroby a důležité potenciální zdravotní benefity jednotlivých druhů nápojů. Popsáno bylo prostředí hruškové šťávy, které bylo v praktické části použito pro fermentaci vybraných nápojů. Pozornost byla v rámci literární rešerše věnována i průzkumu současného trhu s těmito výrobky.

Praktická část zahrnovala výsledky časového sledování modelových vzorků pomocí rozsáhlého souboru chemických a fyzikálně-chemických metod. Na základě provedených analýz bylo zjištěno následující:

V průběhu fermentace pH pozvolna klesalo nebo se příliš neměnilo. Důvodem byl vznik ethanolu, který svým pH alkalizoval prostředí.

Podobný trend mohl být pozorován u hodnot TDS u všech tří kultur, které úměrně klesaly pouze se snižující se koncentrací HŠ ve vzorku. V průběhu jednotlivých měření v čase hodnoty TDS ve vzorcích pouze zanedbatelně kolísaly.

Refraktometrická sušina klesala přímo úměrně s klesající koncentrací HŠ ve vzorku. Další pokles bylo pak možné sledovat u všech vzorků s rostoucí dobou fermentace.

Obsah alkoholu v čase rostl. Nejrychlejší nárůst obsahu alkoholu byl pozorován u kultury GBP. Stejných hodnot, kterých kultury vodního kefiru a GBP dosáhly již po 48 h fermentace, kvas z HŠ získal až po 72 h. Hustota jednotlivých vzorků vykazovala opačné trendy u všech tří kultur v porovnání s vývojem obsahu alkoholu v čase.

Turbidimetricky stanovovaný zákal s časem fermentace rostl. Nejvyšších hodnot dosahovaly vzorky s nejvyšším podílem HŠ.

Světlost vzorků se v průběhu fermentace neměnila, vzorky tedy netmavly. Barva vzorků se v průběhu fermentace také významně neměnila.

Nejvýznamnější vývoj CO₂ byl pozorován u kultury GBP.

Nárůst biomasy byl intenzivnější s narůstající koncentrací HŠ ve vzorcích vodního kefiru a GB.

Všechny modelové vzorky byly mikrobiologickým rozbořem vyhodnoceny jako bezpečné ke konzumaci. Nebyla v nich potvrzena přítomnost patogenních mikroorganismů. Naopak na diagnostických půdách byla prokázána přítomnost očekávaných skupin mikroorganismů, zástupců fermentující kultury.

Senzorická analýza ukázala, že chuť, vůně, barva, perlivost a celkový dojem vzorků se v průběhu fermentace lišily podle použité kultury a koncentrace hruškové šťávy. Nejlépe hodnoceny byly celkově vzorky s kulturou GBP, zejména při vyšší koncentraci šťávy. Perlivost se zvyšovala v čase u všech vzorků, nejvíce však u GBP. Naopak chuť a vůně se po 48 h často zhoršovaly, zejména u vodního kefiru a GBP, zatímco kvas měl nejlepší chuť po 48hodinové fermentaci. Všechny vzorky zůstaly po celou dobu fermentace požitelné, přičemž vyšší koncentrace šťávy vedla k lepšímu hodnocení.

Tato bakalářská práce doplňuje mezeru v literatuře o použití hruškové šťávy jakožto vhodného substrátu pro fermentaci nápojů pomocí symbiotických kultur. Výjimečná je tato práce také tím, že porovnává fermentační procesy různých symbiotických kultur v jednom prostředí za stejných podmínek a zahrnuje poměrně mnoho měřených parametrů, kterými jsou zmíněné fermentační procesy popsány. Vzhledem k potenciálu dalších ovocných šťáv je možné oblast aplikace symbiotických kultur a zkoumání jejich fermentačních procesů rozvíjet i dále, v rámci budoucích experimentů.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ABU-SINI, Mohammad K.; MAHARMAH, Rafeef A.; ABULEBDAH, Dina H. a AL-SABI, Mohammad N. S., 2023. Isolation and Identification of Coliform Bacteria and Multidrug-Resistant *Escherichia coli* from Water Intended for Drug Compounding in Community Pharmacies in Jordan. Online. *Healthcare*. Roč. 11, č. 3. ISSN 2227-9032. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/healthcare11030299>. [cit. 2025-04-03].

AMEH, Sunday J.; IBEKWE, Nneka N. a EBESHI, Benjamin U., 2014. Essential Oils in Ginger, Hops, Cloves, and Pepper Flavored Beverages—A Review. Online. *Journal of Dietary Supplements*. 2014-08-28, roč. 12, č. 3, s. 241-260. ISSN 1939-0211. Dostupné z: <https://doi.org/10.3109/19390211.2014.952858>. [cit. 2025-02-06].

BASCHALI, Aristeia; TSAKALIDOU, Effie; KYRIACOU, Adamantini; KARAVASILOGLOU, Nena a MATALAS, Antonia-Leda, 2017. Traditional low-alcoholic and non-alcoholic fermented beverages consumed in European countries: a neglected food group. Online. *Nutrition Research Reviews*. Roč. 30, č. 1, s. 1-24. ISSN 0954-4224. Dostupné z: <https://doi.org/10.1017/S0954422416000202>. [cit. 2025-03-01].

BASINSKIENE, Loreta; JUODEIKIENE, Grazina; VIDMANTIENE, Daiva; TENKANEN, Maija; MAKARAVICIUS, Tomas et al., 2016. Non-Alcoholic Beverages from Fermented Cereals with Increased Oligosaccharide Content. Online. *Food Technology and Biotechnology*. Roč. 54, č. 1. ISSN 13309862. Dostupné z: <https://doi.org/10.17113/ftb.54.01.16.4106>. [cit. 2025-02-06].

BATISTA, Patrícia; PENAS, Maria Rodrigues; PINTADO, Manuela a OLIVEIRA-SILVA, Patrícia, 2022. Kombucha: Perceptions and Future Prospects. Online. *Foods*. Roč. 11, č. 13. ISSN 2304-8158. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods11131977>. [cit. 2025-03-15].

BIOOO. *Captain Kombucha*. Online. In: Biooo. Dostupné z: https://www.biooo.cz/znacky/captain_kombucha/ [cit. 2025-03-09].

BISHOP, Peyton; PITTS, Eric R.; BUDNER, Drew a THOMPSON-WITRICK, Katherine A., 2022. Kombucha: Biochemical and microbiological impacts on the chemical and flavor profile. Online. *Food Chemistry Advances*. Roč. 1. ISSN 2772753X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100025>. [cit. 2024-12-21].

BOZKIR, Eda; YILMAZ, Birsan; SHARMA, Heena; ESATBEYOGLU, Tuba a OZOGUL, Fatih, 2024. Challenges in water kefir production and limitations in human consumption: A comprehensive review of current knowledge. Online. *Heliyon*. Roč. 10, č. 13. ISSN 24058440. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33501>. [cit. 2025-01-30].

CANAKAPALLI, Sushumna Sri, 2019. *Analysis of the Microbiome of Homebrewed Ginger Beer for Detection of Probiotics and Determination of Safety*. Bakalářské práce. Corvallis, Oregon, USA: Oregon State University.

CARDELLO, Armand V.; LLOBELL, Fabien; GIACALONE, Davide; CHHEANG, Sok L. a JAEGER, Sara R., 2022. Consumer Preference Segments for Plant-Based Foods: The Role of Product Category. Online. *Foods*. Roč. 11, č. 19. ISSN 2304-8158. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods11193059>. [cit. 2025-04-05].

COELHO, Raquel Macedo Dantas; ALMEIDA, Aryelle Leite de; AMARAL, Rafael Queiroz Gurgel do; MOTA, Robson Nascimento da a SOUSA, Paulo Henrique M. de, 2020. Kombucha: Review. Online. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. Roč. 22. ISSN 1878450X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100272>. [cit. 2025-01-29].

(a)CUFAOGLU, Gizem a ERDINC, Ayse Nur, 2023. An alternative source of probiotics: Water kefir. Online. *Food Frontiers*. Roč. 4, č. 1, s. 21-31. ISSN 2643-8429. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/fft2.200>. [cit. 2025-01-31].

(b)CUFAOGLU, Gizem a ERDINC, Ayse Nur, 2023. Comparative analyses of milk and water kefir: Fermentation temperature, physicochemical properties, sensory qualities, and metagenomic composition. Online. *Food Bioscience*. Roč. 55. ISSN 22124292. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.103079>. [cit. 2025-02-03].

ČESKÁ TELEVIZE. *Co naše babičky uměly a na co my zapomněli – Chlebový kvas*. Online. In: iVysílání © ČT. Dostupné z: <https://www.ceskatelevize.cz/porady/12059685760-co-nase-babicky-umely-a-na-co-my-jsme-zapomneli/11098-recepty/9050-chlebovy-kvas/> [cit. 2025-03-02].

DA ANUNCIAÇÃO, Talita Andrade; GUEDES, Juan Diego Silva; TAVARES, Pedro Paulo Lordelo Guimarães; DE MELO BORGES, Fernando Elias; FERREIRA, Danton Diego et al., 2024. Biological Significance of Probiotic Microorganisms from Kefir and Kombucha: A Review. Online. *Microorganisms*. Roč. 12, č. 6. ISSN 2076-2607. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/microorganisms12061127>. [cit. 2025-02-03].

DAS CHAGAS, Eduardo Galvão Leite; ZAMARIAN, Felipe Coelho; DE SOUZA, Handray Fernandes; KAMIMURA, Eliana Setsuko; BOFFO, Elisangela Fabiana et al., 2024. Extraction of polyphenols and antioxidant compounds from SCOBY, as a by-product of Kombucha, using different types of extraction. Online. *Discover Food*. Roč. 4, č. 1. ISSN 2731-4286. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s44187-024-00106-7>. [cit. 2024-11-01].

DE OLIVEIRA, Patricia Viera; DA SILVA JÚNIOR, Afonso Henrique; DE OLIVEIRA, Carlos Rafael Silva; ASSUMPÇÃO, Carolina Fagundes a OGEDA, Cláudia Hernandes, 2023. Kombucha benefits, risks and regulatory frameworks: A review. Online. *Food Chemistry Advances*. Roč. 2. ISSN 2772753X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100288>. [cit. 2025-03-08].

DLUSSKAYA, Elena; JÄNSCH, André; SCHWAB, Clarissa a GÄNZLE, Michael G., 2008. Microbial and chemical analysis of a kvass fermentation. Online. *European Food Research and Technology*. Roč. 227, č. 1, s. 261-266. ISSN 1438-2377. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00217-007-0719-4>. [cit. 2025-02-17].

DWILOKA, Bambang; BUDI PRAMONO, Yoyok; ZALIANI, Anqi; ETZA SETIANI, Bhakti a DWI PUSPITOASIH, Anggun, 2020. PH Value, Total Microbes, Alcohol Content and Overall Hedonic Characteristic of Ginger Ale. Online. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020-09-01, roč. 518, č. 1. ISSN 1755-1307. Dostupné z: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/518/1/012065>. [cit. 2025-04-03].

ESATBEYOGLU, Tuba; FISCHER, Annik; LEGLER, Alessandra D.S.; ONER, Manolya E.; WOLKEN, Henrik F. et al., 2023. Physical, chemical, and sensory properties of water kefir produced from Aronia melanocarpa juice and pomace. Online. *Food Chemistry: X*. Roč. 18. ISSN 25901575. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100683>. [cit. 2025-02-03].

ESHOP NEMLEKO. *Bacilli*. Online. In: Eshop Nemleko. Dostupné z: <https://eshop.nemleko.cz/bacilli/> [cit. 2025-03-09].

FRANTZEN, Cyril; KLEPPEN, Hans Petter a HOLO, Helge, 2016. Use of M17 and a milk-based medium enables isolation of two distinct and diverse populations of *Lactococcus lactis* strains from undefined mesophilic starter cultures. Online. *International Dairy Journal*. Roč. 53, s. 45-50. ISSN 09586946. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2015.09.005>. [cit. 2025-04-03].

GAMBUŠ, Halina; MICKOWSKA, Barbara; BARTOŃ, Henryk; AUGUSTYN, Grażyna; ZIEĆ, Gabriela et al., 2015. HEALTH BENEFITS OF KVAŠS MANUFACTURED FROM RYE WHOLEMEAL BREAD. Online. *Journal of microbiology, biotechnology and food sciences*. 2015-02-02, roč. 4, č. special 3 (Food Sciences), s. 34-39. ISSN 1338-5178. Dostupné z: <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2015.4.special3.34-39>. [cit. 2025-03-09].

GINGER BEER PLANT. *General FAQ*. Online. In: Ginger Beer Plant. Dostupné z: <https://gingerbeerplant.net/faq.html>. [cit. 2025-03-15].

GÖKIRMAKLI, Çağlar; GÜN, İlhan; KARTAL, Mehmet Onur a GÜZEL-SEYDİM, Zeynep Banu, 2025. Antioxidant capacity, volatile compounds, microbial, chemical and sensory properties of plum (*Prunus domestica*) juice water kefir. Online. *Discover Food*. Roč. 5, č. 1. ISSN 2731-4286. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s44187-025-00297-7>. [cit. 2025-04-09].

GOLDEN BAKERY. *Obolon Kvas Chlebový I I*. Online. In: Golden Bakery. Dostupné z: <https://www.gbshop.cz/obolon-kvas-chlebovy-11/> [cit. 2025-03-02].

GULITZ, Anna; STADIE, Jasmin; WENNING, Mareike; EHRMANN, Matthias A. a VOGEL, Rudi F., 2011. The microbial diversity of water kefir. Online. *International Journal of Food Microbiology*. Roč. 151, č. 3, s. 284-288. ISSN 01681605. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.09.016>. [cit. 2025-04-09].

GUZEL-SEYDİM, Zeynep B.; GÖKIRMAKLI, Çağlar a GREENE, Annel K., 2021. A comparison of milk kefir and water kefir: Physical, chemical, microbiological and functional properties. Online. *Trends in Food Science & Technology*. Roč. 113, s. 42-53. ISSN 09242244. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.04.041>. [cit. 2025-03-14].

HAMPTON, Jessica; TANG, Cindy; JAYASREE SUBHASH, Athira a SERVENTI, Luca, 2021. Assessment of pear juice and puree as a fermentation matrix for water kefir. Online. *Journal of Food Processing and Preservation*. Roč. 45, č. 3. ISSN 0145-8892. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/jfpp.15223>. [cit. 2025-03-30].

HE, Wenjia; LAAKSONEN, Oskar; TIAN, Ye; HAIKONEN, Tuuli a YANG, Baoru, 2022. Chemical Composition of Juices Made from Cultivars and Breeding Selections of European Pear (*Pyrus communis* L.). Online. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2022-04-27, roč. 70, č. 16, s. 5137-5150. ISSN 0021-8561. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.2c00071>. [cit. 2025-02-19].

HEATHER. *How To Make A Ginger Bug for Homemade Soda*. Online. In: MommyPotamus. 28. 3. 2020. Dostupné z: <https://mommypotamus.com/how-to-make-a-ginger-bug-for-homemade-soda/> [cit. 2025-03-02].

HiMedia Laboratories Pvt. Ltd. *Acetobacter Agar (Glucose) M238*. Online. In: Mumbai: HiMedia Laboratories, 2019. Dostupné z: <https://www.himedialabs.com/media/TD/M238.pdf> [cit. 2025-04-03].

HONG, Sung-Yong; LANSKY, Ephraim; KANG, Sam-Sog a YANG, Mihi, 2021. A review of pears (*Pyrus* spp.), ancient functional food for modern times. Online. *BMC Complementary Medicine and Therapies*. Roč. 21, č. 1. ISSN 2662-7671. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s12906-021-03392-1>. [cit. 2025-02-21].

CHONG, Ann Qi; LAU, Siew Wen; CHIN, Nyuk Ling; TALIB, Rosnita A. a BASHA, Roseliza Kadir, 2023. Fermented Beverage Benefits: A Comprehensive Review and Comparison of Kombucha and Kefir Microbiome. Online. *Microorganisms*. Roč. 11, č. 5. ISSN 2076-2607. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/microorganisms11051344>. [cit. 2024-11-02].

IARA GOMES DE OLIVEIRA, Louise; KAROLINE ALMEIDA DA COSTA, Whyara; DE CANDIDO DE OLIVEIRA, Fernanda; FRANÇA BEZERRIL, Fabrícia; PRISCILA ALVES MACIEL EIRELI, Luana et al., 2024. Ginger beer derived from back-slopping: Volatile compounds, microbial communities on activation and fermentation, metabolites and sensory characteristics. Online. *Food Chemistry*. Roč. 435. ISSN 03088146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137640>. [cit. 2025-02-04].

(a) JAYABALAN, Rasu; MALBAŠA, Radomir V.; LONČAR, Eva S.; VITAS, Jasmina S. a SATHISHKUMAR, Muthuswamy, 2014. A Review on Kombucha Tea—Microbiology, Composition, Fermentation, Beneficial Effects, Toxicity, and Tea Fungus. Online. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Roč. 13, č. 4, s. 538-550. ISSN 1541-4337. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12073>. [cit. 2025-03-01].

(b) JAYABALAN, Rasu; MALBAŠA, Radomir V. a SATHISHKUMAR, Muthuswamy, 2016. Kombucha. Online. In: *Reference Module in Food Science*. Elsevier. ISBN 9780081005965. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.03032-8>. [cit. 2025-02-17].

JIANG, Gui-Hun; KIM, Young-Min; NAM, Seung-Hee; YIM, Sun-Hee a EUN, Jong-Bang, 2016. Enzymatic browning inhibition and antioxidant activity of pear juice from a new cultivar of asian pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai cv. Sinhwa) with different concentrations of ascorbic acid. Online. *Food Science and Biotechnology*. Roč. 25, č. 1, s. 153-158. ISSN 1226-7708. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10068-016-0023-9>. [cit. 2025-03-08].

KAMPEN, Willem H., 2014. Nutritional Requirements in Fermentation Processes. Online. In: *Fermentation and Biochemical Engineering Handbook*. Elsevier, s. 37-57. ISBN 9781455725533. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-2553-3.00004-0>. [cit. 2025-03-14].

KARADENİZ, Feryal, 1999. A Research on the Chemical Composition of Pear Juice. Online. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*: Vol. 23: No. 3, Article 12. Dostupné z: <https://journals.tubitak.gov.tr/agriculture/vol23/iss3/12> [cit. 2025-03-14].

KITWETCHAROEN, Haruthairat; PHANNARANGSEE, Yupaporn; KLANRIT, Preekamol; THANONKEO, Sudarat; TIPPAYAWAT, Patcharaporn et al., 2024. Functional kombucha production from fusions of black tea and Indian gooseberry (*Phyllanthus emblica* L.). Online. *Heliyon*. Roč. 10, č. 24. ISSN 24058440. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40939>. [cit. 2024-12-20].

KOLNIAK-OSTEK, Joanna, 2016. Chemical composition and antioxidant capacity of different anatomical parts of pear (*Pyrus communis* L.). Online. *Food Chemistry*. Roč. 203, s. 491-497. ISSN 03088146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.02.103>. [cit. 2025-02-21].

KOPEČKOVÁ, Jana, *Vlastnosti vybraných netradičních fermentovaných nápojů*. Diplomová práce. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická. 2021.

KOZYROVSKA, Natalia; REVA, Oleg; PODOLICH, Olga; KUKHARENKO, Olga; ORLOVSKA, Iryna et al., 2021. To Other Planets With Upgraded Millennial Kombucha in Rhythms of Sustainability and Health Support. Online. *Frontiers in Astronomy and Space Sciences*. 2021-10-12, roč. 8. ISSN 2296-987X. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fspas.2021.701158>. [cit. 2025-01-27].

KŘÍŽKOVÁ, Johana. *Limonáda z tibi krystalů. Letní hit pro osvěžení i elixír zdraví*. Online. In: iDnes.cz. 12. 7. 2018. Dostupné z: https://www.idnes.cz/recepty/tibi-krystaly-napoj.A180628_164421_recepty_job [cit. 2025-03-02].

KULT KEFÍR. *Kult Kefír*. Online. In: Kult Kefír. Dostupné z: <https://www.kultkefir.com/> [cit. 2025-03-09].

LAREF, Nora; GUESSAS, Bettache a KIHALL, Mebrouk, 2013. Antifungal Compounds Production in Different Temperatures, pH and on Modified MRS Agar by *Lactobacillus* Strains. Online. *Journal of Biological Sciences*. 2013-2-1, roč. 13, č. 2, s. 94-99. ISSN 17273048. Dostupné z: <https://doi.org/10.3923/jbs.2013.94.99>. [cit. 2025-04-03].

LAUREYS, D. a DE VUYST, L., 2017. The water kefir grain inoculum determines the characteristics of the resulting water kefir fermentation process. Online. *Journal of Applied Microbiology*. Roč. 122, č. 3, s. 719-732. ISSN 13645072. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/jam.13370>. [cit. 2025-03-19].

LOKLOK. *Loklok*. Online. In: Loklok. Dostupné z: <https://loklok.cz/> [cit. 2025-03-09].

LYNCH, Kieran M.; WILKINSON, Stuart; DAENEN, Luk a ARENDT, Elke K., 2021. An update on water kefir: Microbiology, composition and production. Online. *International*

Journal of Food Microbiology. Roč. 345. ISSN 01681605. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109128>. [cit. 2025-02-03].

MAGU. M. Online. In: Magu. Dostupné z: <https://magu.co/cs/shop/m> [cit. 2025-03-02].

MARSH, Alan J.; HILL, Colin; ROSS, R. Paul a COTTER, Paul D., 2014. Fermented beverages with health-promoting potential: Past and future perspectives. Online. *Trends in Food Science & Technology*. Roč. 38, č. 2, s. 113-124. ISSN 09242244. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2014.05.002>. [cit. 2025-04-05].

MATEJČEKOVÁ, Zuzana a VALÍK, Ľubomír, 2025. Kefir alternatives, an innovative source of probiotics: Microbiological, technological, and therapeutical properties. Online. *Applied Food Research*. Roč. 5, č. 1. ISSN 27725022. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.100775>. [cit. 2025-03-02].

MORETTI, Ana Florencia; MOURE, María Candela; QUIÑOY, Florencia; ESPOSITO, Fiorella; SIMONELLI, Nicolás et al., 2022. Water kefir, a fermented beverage containing probiotic microorganisms: From ancient and artisanal manufacture to industrialized and regulated commercialization. Online. *Future Foods*. Roč. 5. ISSN 26668335. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100123>. [cit. 2025-01-30].

NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION. *Ethanol*. Online. In: Bethesda (MD): National Library of Medicine; 2024 Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Ethanol#section=Experimental-Properties> [cit. 2025-03-28].

NĚMECKÝ ESHOP. *Caribia Ginger Beer – zázvorová limonáda (24 × 330 ml)*. Online. In: Německý Eshop. Dostupné z: <https://www.nemeckyeshop.cz/limonady-a-ledove-cape/caribia-ginger-beer-zazvorova-limonada-24-x-330-ml/> [cit. 2025-03-09].

NIEMI, R. Maarit a AHTIAINEN, Jukka, 1995. Enumeration of intestinal enterococci and interfering organisms with Slanetz-Bartley agar, KF streptococcus agar and the MUST method. Online. *Letters in Applied Microbiology*. Roč. 20, č. 2, s. 92-97. ISSN 0266-8254. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.1995.tb01294.x>. [cit. 2025-04-03].

NUTAKOR, Christabel; ESSIEDU, Justice A.; ADADI, Parise a KANWUGU, Osman N., 2020. Ginger Beer: An Overview of Health Benefits and Recent Developments. Online. *Fermentation*. Roč. 6, č. 4. ISSN 2311-5637. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/fermentation6040102>. [cit. 2025-02-04].

NZIP. Hruška. Online. *Národní zdravotnický informační portál*. Praha: Ministerstvo zdravotnictví ČR, 2023a. Dostupné z: <https://www.nzip.cz/clanek/1007-hrusky>. [cit. 2025-04-07].

NZIP. Mrkev. Online. *Národní zdravotnický informační portál*. Praha: Ministerstvo zdravotnictví ČR, 2023b. Dostupné z: <https://www.nzip.cz/clanek/994-mrkev>. [cit. 2025-04-07].

ODDS, F.C., 1991. Sabouraud('s) agar. Online. *Medical Mycology*. Roč. 29, č. 6, s. 355-359. ISSN 1369-3786. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/02681219180000581>. [cit. 2025-04-03].

OGAWA, Minami; CARMONA-JIMÉNEZ, Pablo; GARCÍA-MARTÍNEZ, Teresa; JORRÍN-NOVO, Jesús Valentín; MORENO, Juan et al., 2022. Use of yeast biocapsules as a fungal-based immobilized cell technology for Indian Pale Ale-type beer brewing. Online. *Applied Microbiology and Biotechnology*. Roč. 106, č. 22, s. 7615-7625. ISSN 0175-7598. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00253-022-12239-9>. [cit. 2025-03-29].

OSIPOVA, M V, 2020. Use of clarifying agents in technological process of kvass production. Online. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020-12-01, roč. 613, č. 1. ISSN 1755-1307. Dostupné z: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/613/1/012100>. [cit. 2025-03-09].

PAREDES, Jorge Luís; ESCUDERO-GILETE, María Luisa a VICARIO, Isabel María, 2022. A new functional kefir fermented beverage obtained from fruit and vegetable juice: Development and characterization. Online. *LWT*. Roč. 154. ISSN 00236438. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112728>. [cit. 2025-03-29].

PIHUROV, Marina; PĂCULARU-BURADA, Bogdan; COTĂRLEȚ, Mihaela; GRIGORE-GURGU, Leontina; BORDA, Daniela et al., 2023. Kombucha and Water Kefir Grains Microbiomes' Symbiotic Contribution to Postbiotics Enhancement. Online. *Foods*. Roč. 12, č. 13. ISSN 2304-8158. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods12132581>. [cit. 2025-02-03].

PISPONEN, Anna a ANDRESON, Helena, 2024. *Agronomy research*. Tartu: Estonian University of Life Sciences. ISSN 2228-4907. Dostupné také z: http://sfx.knihovny.cz/sfxlcl3?url_ver=Z39.882004&ctx_ver=Z39.882004&ctx_enc=info:ofi/enc:UTF8&rft_id=info:sid/sfxit.com:opac_856&url_ctx_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:ctx&sfx.ignore_date_threshold=1&rft.object_id=1000000000017434&svc_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:sch_svc&sfx.institute=MSVK.

PUJIATI, Ani Sulistyarsi a Nur Fajri Prafitasari. *The Quality Test of Fermented Ginger Drink (Ginger Ale) Produced from Various Types of Indonesian Ginger*. In: *Advances in Social Science, Education and Humanities Research, volume 630: 2nd International Conference on Education and Technology (ICETECH 2021)*. Atlantis Press SARL, 2022. s. 152–159.

RÁJ DELIKATES. *Kvas Cornyj Klasický 1,5 l*. Online. In: Ráj Delikates. Dostupné z: <https://www.rajdelikates.cz/5833-kvas-cornyj-klasicky-1-5-l> [cit. 2025-03-09].

REJDLOVÁ, Anita; SALEK, Richardos Nikolaos; MÍŠKOVÁ, Zuzana; LORENCOVÁ, Eva; KŮROVÁ, Vendula et al., 2023. Physical Characterization of a Novel Carrot Juice Whey-Enriched Beverage Fermented with Milk or Water Kefir Starter Cultures. Online. *Foods*. Roč. 12, č. 18. ISSN 2304-8158. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods12183368>. [cit. 2025-03-22].

REJDLOVÁ, Anita; VAŠINA, Martin; LORENCOVÁ, Eva; HRUŽÍK, Lumír a SALEK, Richardos Nikolaos, 2024. Assessment of Different Levels of Blackcurrant Juice and

Furcellaran on the Quality of Fermented Whey-Based Beverages Using Rheological and Mechanical Vibration Damping Techniques. Online. *Foods*. Roč. 13, č. 12. ISSN 2304-8158. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods13121855>. [cit. 2025-03-15].

ROSSINI, Daniel a BOGSAN, Cristina, 2023. Is It Possible to Brew Non-Alcoholic Kombucha? Brazilian Scenario after Restrictive Legislation. Online. *Fermentation*. Roč. 9, č. 9. ISSN 2311-5637. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/fermentation9090810>. [cit. 2025-03-15].

SHAFAEI-CHERUSH, Zeinab; ARZANI, Kazem; AHMADI, Nima; MOKHTASSI-BIDGOLI, Ali; AYYARI, Mahdi et al., 2025. Improving pear (*Pyrus* spp.) harvest maturity assessment: Integration of color composite indicators and sophisticated multivariate analysis techniques. Online. *Journal of Agriculture and Food Research*. Roč. 19. ISSN 26661543. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101596>. [cit. 2025-02-19].

SHAO, Zhanmei; ZHONG, Jidong; FANG, Yuming; MA, Yongqiang a YE, Xiucui, 2022. Effect of Kvass on Improving Functional Dyspepsia in Rats. Online. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*. 2022-6-28, roč. 2022, s. 1-7. ISSN 1748-6718. Dostupné z: <https://doi.org/10.1155/2022/5169892>. [cit. 2025-02-06].

SHIELDS, Patricia; TSANG, Anne Y. *Mannitol salt agar plates protocols*. 2006. Online. Dostupné z: <https://asm.org/ASM/media/Protocol-Images/Mannitol-Salt-Agar-Plates-Protocols.pdf> [cit. 2025-04-03].

SIN, Phin Yin; TAN, Suat Hian; ASRAS, Mohd Fazli Farida; LEE, Chin Mei a LEE, Thong Chuan, 2024. Probiotic Growth Pattern and Physicochemical Evaluation of Water Kefir Fermentation. Online. *Malaysian Applied Biology*. 2024-06-30, roč. 53, č. 2, s. 21-30. ISSN 2462-151X. Dostupné z: <https://doi.org/10.55230/mabjournal.v53i2.2742>. [cit. 2025-03-22].

SINHA, Nirmal K.; SIDHU, Jiwan S.; BARTA, József; WU, James S. B. a CANO, M. Pilar (ed.), 2012. *Handbook of Fruits and Fruit Processing*. Online. Wiley. ISBN 9780813808949. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/9781118352533>. [cit. 2025-02-21].

SOJKA, Vláďa. *Kombucha Revival*. Online. In: Zkvašeno. 11. 5. 2018. Dostupné z: <https://www.zkvaseno.cz/kombucha-revival> [cit. 2025-03-02].

SREERAMULU, Guttapadu; ZHU, Yang a KNOL, Wieger, 2000. Kombucha Fermentation and Its Antimicrobial Activity. Online. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2000-06-01, roč. 48, č. 6, s. 2589-2594. ISSN 0021-8561. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/jf991333m>. [cit. 2024-11-02].

STARČEVIĆ, Iris, 2024. *Development and Shelf-Life Assessment of Kvass Beverage with Viable Microbial Flora*. Diplomová práce, vedoucí Åsa Håkansson. Lund, Sweden: Faculty of Engineering LTH, Lund University. Dostupné také z: <http://lup.lub.lu.se/student-papers/record/9162392>. [cit. 2025-03-22].

ŠIKIĆ-POGAČAR, Maja; TURK, Dušanka Mičetić a FIJAN, Sabina, 2022. Knowledge of fermentation and health benefits among general population in North-eastern Slovenia.

Online. *BMC Public Health*. Roč. 22, č. 1. ISSN 1471-2458. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s12889-022-14094-9>. [cit. 2025-04-05].

TIREKI, Suzan. Influence of Water Properties on the Physicochemical and Sensorial Parameters of Water Kefir. Online. 2024 *Journal of Culinary Science & Technology*. S. 1-21. ISSN 1542-8052. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/15428052.2024.2303002>. [cit. 2025-03-29].

VALERIA. *Russian Apple Kvass*. In: Beets & Bones. Online. 11. 9. 2015 Dostupné z: <https://www.beetsandbones.com/russian-apple-kvass/> [cit. 2025-02-28].

VISHWAKARMA, Ramsheela; GIDWANI, Bina; PANDEY, Ravindra Kumar a SHUKLA, Shiv Shankar, 2023. Analytical Method, Chemistry and Properties of Fructose, Sucrose and Ascorbic Acid in Pear Fruit Juice. Online. *International Journal of Pharmaceutical Research and Allied Sciences*. Roč. 12, č. 3, s. 28-45. ISSN 2277-3657. Dostupné z: <https://doi.org/10.51847/pM87lebo4e>. [cit. 2025-03-14].

VITALCOUNTRY. *Kombucha meduňka 2L*. Online. In: VitalCountry. Dostupné z: <https://www.vitalcountry.cz/kombucha-medunka-2l/> [cit. 2025-03-09].

VO, Hoai-Hieu; TRAN, Kim-Diep; LE-THI, Loan; NGUYEN-THI, Ngoc-Nhi; NGUYEN-VAN, Tu et al., 2024. The Effect of the Addition of Spirulina spp. on the Quality Properties, Health Benefits, and Sensory Evaluation of Green Tea Kombucha. Online. *Food Biophysics*. Roč. 19, č. 4, s. 911-922. ISSN 1557-1858. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s11483-024-09857-3>. [cit. 2024-12-21].

WATAWANA, Mindani I.; JAYAWARDENA, Nilakshi; GUNAWARDHANA, Chaminie B. a WAISUNDARA, Viduranga Y., 2015. Health, Wellness, and Safety Aspects of the Consumption of Kombucha. Online. *Journal of Chemistry*. Roč. 2015, s. 1-11. ISSN 2090-9063. Dostupné z: <https://doi.org/10.1155/2015/591869>. [cit. 2025-02-16].

XIE, Ding, et al. Nutritional and medicinal quality of pear juice: Next hotspot. *Food*, 2007, 1.1: 41-48.

YEMOOS NOURISHING CULTURES. *Ginger Beer Plant Guide* Online. In: Yemoos Nourishing Cultures. Dostupné z: <https://www.yemoos.com/pages/ginger-beer-plant-guide> [cit. 2025-03-08].

ZWEERS, S. K. T.; VENE, K. Odour-Active Compounds in Homemade Kvass. *EC Nutrition*, 2021, 16: 59-73.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AA	Acetobacter Agar
AAB	Bakterie octového kvašení (Acetic Acid Bacterias)
ENDO	Endo Agar
BUG	Ginger Bug
CFU	Kolonie tvořící jednotky (Colony-Forming Units)
GB	Ginger Beer
GBP	Ginger Beer Plant
HŠ	Hrušková šťáva
LAB	Bakterie mléčného kvašení (Lactic Acid Bacterias)
M17	M17 Agar
MSA	Mannitol salt agar
SAB	Sabouraud Dextrose Agar
SB	Medium Slanetz-Bartley
SCOBY	Symbiotic Culture Of Bacterias and Yeasts
TDS	Total Dissolved Solids

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Celulózový biofilm SCOPY (Sojka, 2018).....	14
Obrázek 2 Tibi krystaly vodního kefiru (Křížková, 2018)	18
Obrázek 3 Ginger Bug (Heather, 2020).....	20
Obrázek 4 Polysacharidová zrna – Ginger Beer Plant (Yemoos Nourishing Cultures, 2025)	21
Obrázek 5 Nízkoalkoholický nápoj kvas (Česká televize, 2025)	23
Obrázek 6 Ukázka produktů značky MAGU (zdroj: MAGU, 2025)	41
Obrázek 7 Ukázka kombuchy značek Stevikom, Captain Kombucha, LokLok a Bacilli (zdroj: VitalCountry, 2025; Biooo, 2025; Loklok, 2025; Eshop Nemleko, 2025)	42
Obrázek 8 Ukázka vodního kefiru značky KULT (zdroj: Kult Kefir, 2025).....	42
Obrázek 9 Ukázka GB značky Caribia (zdroj: Německý Eshop, 2025).....	43
Obrázek 10 Ukázka výrobků nápoje kvas (zdroj: Ráj Delikates, 2025; Golden Bakery, 2025)	44
Obrázek 11 Vývoj pH v čase pro kulturu vodního kefiru v různě zředěné hruškové šťávě	56
Obrázek 12 Vývoj pH v čase pro kulturu GBP v různě zředěné hruškové šťávě.....	57
Obrázek 13 Vývoj pH v čase pro kulturu kvasu v různě zředěné hruškové šťávě	57
Obrázek 14 Vývoj refraktometrické sušiny v čase pro kulturu vodního kefiru v různě zředěné hruškové šťávě.....	60
Obrázek 15 Vývoj refraktometrické sušiny v čase pro kulturu GBP v různě zředěné hruškové šťávě	61
Obrázek 16 Vývoj refraktometrické sušiny v čase pro kulturu kvasu v různě zředěné hruškové šťávě	61
Obrázek 17 Vývoj hustoty v čase pro kulturu vodního kefiru v různě zředěné hruškové šťávě	63
Obrázek 18 Vývoj hustoty v čase pro kulturu GBP v různě zředěné hruškové šťávě.....	63
Obrázek 19 Vývoj hustoty v čase pro kulturu kvasu v různě zředěné hruškové šťávě	64
Obrázek 20 Vývoj obsahu alkoholu v čase pro kulturu vodního kefiru v různě zředěné hruškové šťávě	65
Obrázek 21 Vývoj obsahu alkoholu v čase pro kulturu GBP v různě zředěné hruškové šťávě	65
Obrázek 22 Vývoj obsahu alkoholu v čase pro kulturu kvasu v různě zředěné hruškové šťávě.....	66
Obrázek 23 Vývoj skutečného* extraktu v čase pro kulturu vodního kulturu v různě zředěné hruškové šťávě	67
Obrázek 24 Vývoj skutečného* extraktu v čase pro kulturu GBP v různě zředěné hruškové šťávě.....	67

Obrázek 25 Vývoj skutečného* extraktu v čase pro kulturu kvasu v různě zředěné hruškové šťávě.....	68
Obrázek 26 Vývoj reálného stupně prokvašení v čase pro kulturu vodního kefíru v různě zředěné hruškové šťávě.....	68
Obrázek 27 Vývoj reálného stupně prokvašení v čase pro kulturu GBP v různě zředěné hruškové šťávě	69
Obrázek 28 Vývoj reálného stupně prokvašení v čase pro kulturu kvasu v různě zředěné hruškové šťávě	69
Obrázek 29 Vývoj NTU v čase pro kulturu vodního kefíru v různě zředěné	71
Obrázek 30 Vývoj NTU v čase pro kulturu GBP v různě zředěné hruškové šťávě	71
Obrázek 31 Vývoj NTU v čase pro kulturu kvasu v různě zředěné hruškové šťávě.....	72
Obrázek 32 Vývoj CO ₂ pro kulturu vodního kefíru v různě zředěné hruškové šťávě.....	75
Obrázek 33 Vývoj CO ₂ pro kulturu GBP v různě zředěné hruškové šťávě.....	75
Obrázek 34 Vývoj CO ₂ pro kulturu kvasu v různě zředěné hruškové šťávě	76
Obrázek 35 Výsledky mikrobiologického rozboru vzorků s kulturou vodního kefíru v čase	78
Obrázek 36 Výsledky mikrobiologického rozboru vzorků s kulturou GBP v čase.....	79
Obrázek 37 Výsledky mikrobiologického rozboru vzorků s kulturou kvasu v čase	80

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Výživové údaje na 100 ml hruškové šťávy značky Pfanner®	48
Tabulka 2 Výsledky měření hodnot TDS v čase pro kulturu vodního kefiru v různě zředěné hruškové šťávě	59
Tabulka 3 Výsledky měření hodnot TDS v čase pro kulturu GBP v různě zředěné hruškové šťávě.....	59
Tabulka 4 Výsledky měření hodnot TDS v čase pro kulturu kvasu v různě zředěné hruškové šťávě.....	59
Tabulka 5 Naměřené hodnoty parametru L^* v čase pro jednotlivé vzorky v různě zředěné hruškové šťávě	73
Tabulka 6 Naměřené hodnoty parametru a^* v čase pro jednotlivé vzorky v různě zředěné hruškové šťávě	73
Tabulka 7 Naměřené hodnoty parametru b^* v čase pro jednotlivé vzorky v různě zředěné hruškové šťávě	74
Tabulka 8 Výsledky sledování nárůstu biomasy po 48 h pro kulturu vodního kefiru v různě zředěné hruškové šťávě.....	77
Tabulka 9 Výsledky sledování nárůstu biomasy po 48 h pro kulturu GBP v různě zředěné hruškové šťávě	77

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Senzorický dotazník

Příloha P II: Výsledky senzorické analýzy

PŘÍLOHA P I: SENZORICKÝ DOTAZNÍK

SENZORICKÉ HODNOCENÍ NÍZKOALKOHOLICKÝCH FERMENTOVANÝCH NÁPOJŮ Z HRUŠKOVÉ ŠŤÁVY

(Vodní kefir, kvas, nápoj fermentovaný pomocí kultury ze zázvorového piva)

Vzorky budou hodnoceny pomocí pětibodové stupnice a níže zmíněných kritérií:

- Chuť
- Vůně
- Barva
- Perlivost
- Celkový dojem

Kdy stupnice byla určena od 1 do 5 jako:

- 1 Nevyhovující
- 2 Podprůměrná/ý
- 3 Dobrá/ý
- 4 Příjemná/ý, vyhovující
- 5 Výborná/ý

TYPICKÉ ZNAKY FERMENTOVANÝCH NÁPOJŮ:

VODNÍ KEFÍR: Chuť vodního kefiru je svěže nakyslá. Je možné pozorovat vůni sladkého citrónu s trochou octového nádechu. Může být patrná kvasnicová vůně. Dále vůni ovlivní použité suroviny. Nápoj je mírně perlivý.

KVAS: Chuť po žitném kvásku a použitých surovinách, kyselo-sladká. Vůně nakyslá a kvasničná. Barva po použitých surovinách. Nápoj je perlivý.

NÁPOJ FERMENTOVANÝ POMOCÍ KULTURY Z GINGER BEER:

Nápoj je chutí sladký, svěží. Vůně ovocná. Typická ostrost je potlačená absencí zázvoru. Barva typická po použitých surovinách. Nápoj je perlivý.

Tab. 1 Hodnocení vybraných charakteristik vodního kefiru (od 1 – nevyhovující až po 5 – výborná/ý)

Vzorek/ charakteristika	chuť	vůně	barva	perlivost	celkový dojem
A					
B					
C					
D					

Tab. 2 Hodnocení vybraných charakteristik kvasu (od 1 – nevyhovující až po 5 –výborná/ý)

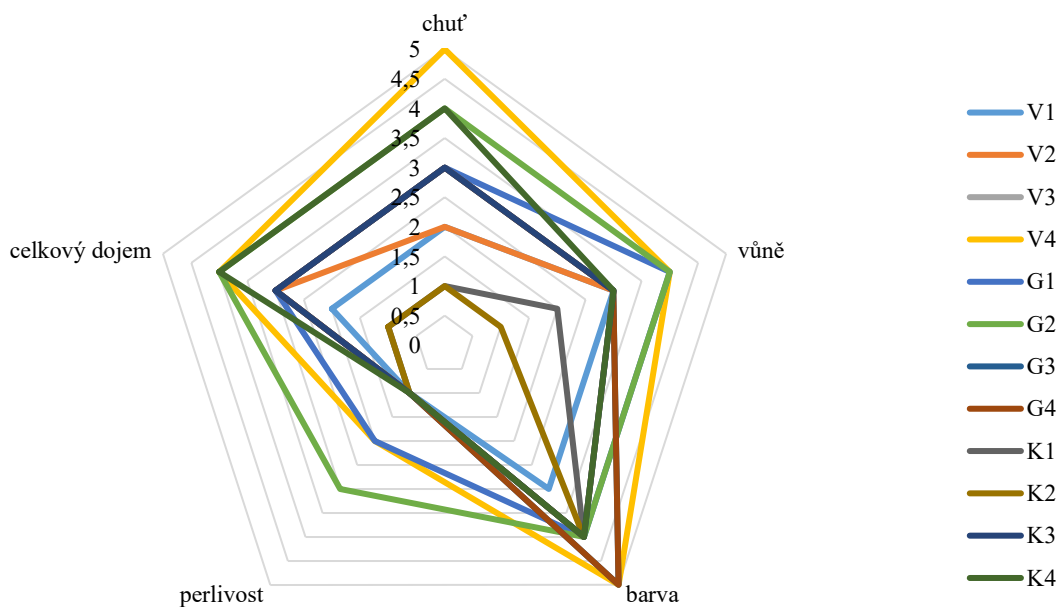
Vzorek/ charakteristika	chuť	vůně	barva	perlivost	celkový dojem
A					
B					
C					
D					

Tab. 3 Hodnocení vybraných charakteristik nápoje s kulturou ze zázvorového piva (od 1 – nevyhovující až po 5 –výborná/ý)

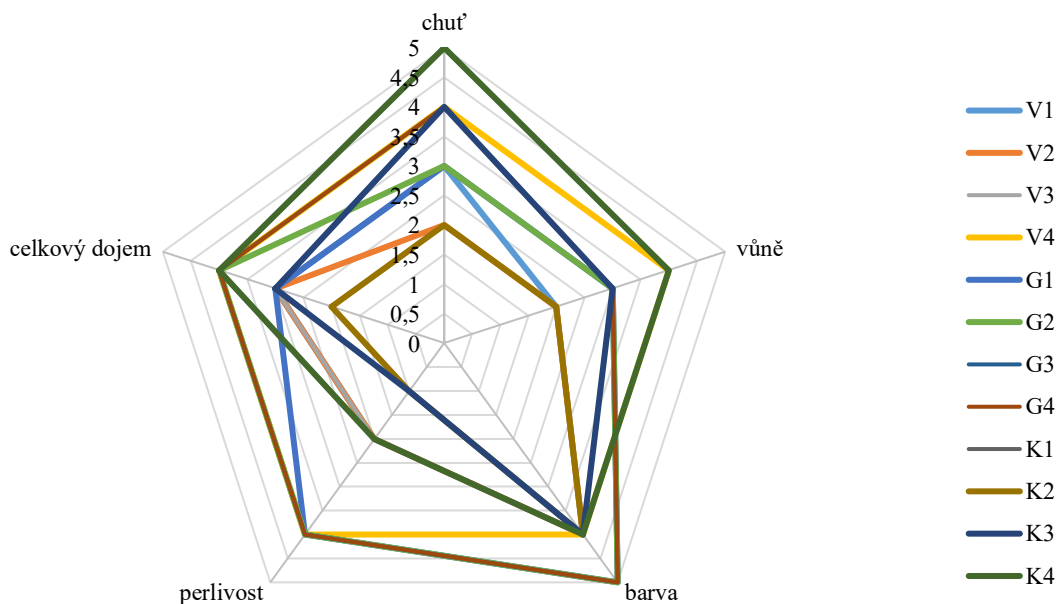
Vzorek/ charakteristika	chuť	vůně	barva	perlivost	celkový dojem
A					
B					
C					
D					

PŘÍLOHA P II: VÝSLEDKY SENZORICKÉ ANALÝZY

Senzorické hodnocení vzorků v čase 0 h

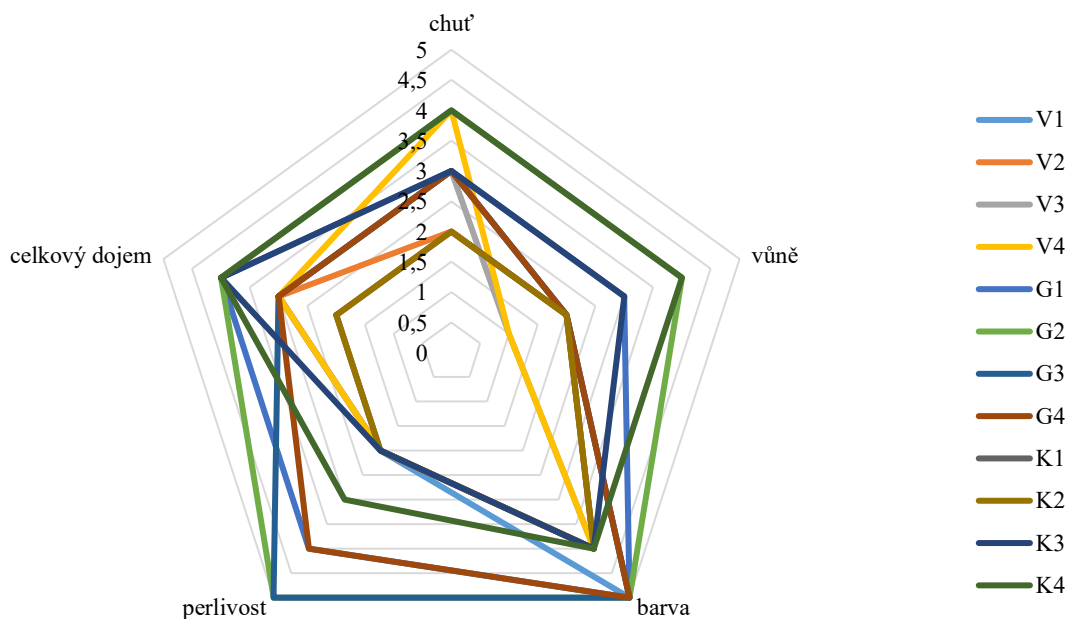


Senzorické hodnocení vzorků v čase 24 h

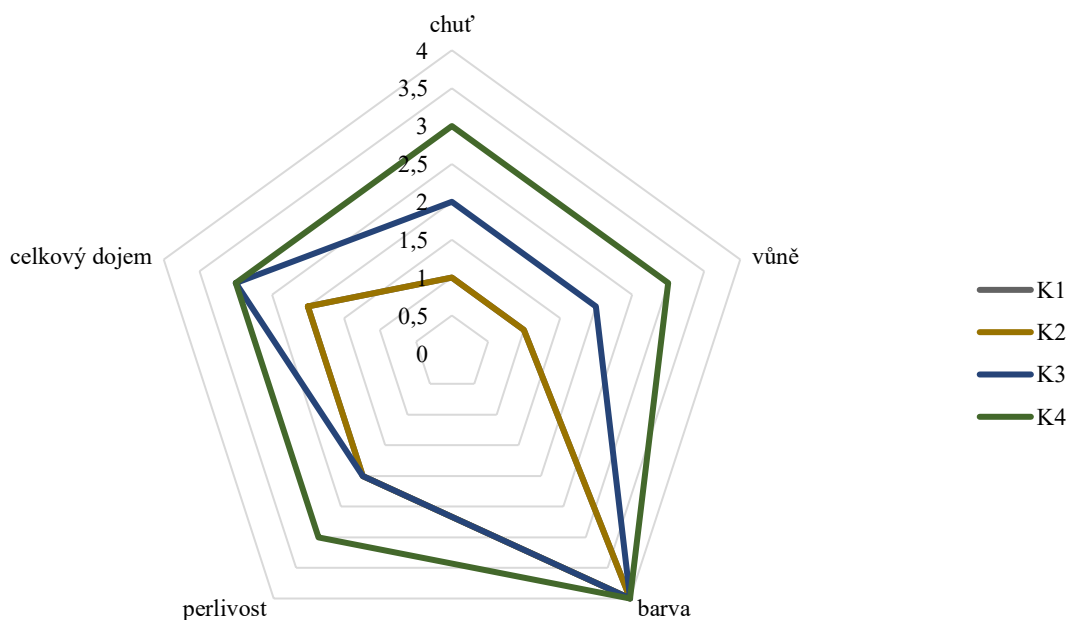


POZN.: V1 vodní kefir 10 % hruškové šťávy (HŠ), V2 25 % HŠ, V3 50 % HŠ, V4 100 % HŠ; G1 nápoj fermentovaný GBP kulturou s 10 % HŠ, G2 s 25 % HŠ, G3 s 50 % HŠ, G4 s 100 % HŠ; K1 kvas s 10 % HŠ, K2 kvas s 25 % HŠ, K3 kvas s 50 % HŠ, K4 kvas s 100 % HŠ

Senzorické hodnocení vzorků v čase 48 h



Senzorické hodnocení vzorků v čase 72 h



POZN.: V1 vodní kefir 10 % hruškové šťávy (HŠ), V2 25 % HŠ, V3 50 % HŠ, V4 100 % HŠ; G1 nápoj fermentovaný GBP kulturou s 10 % HŠ, G2 s 25 % HŠ, G3 s 50 % HŠ, G4 s 100 % HŠ; K1 kvas s 10 % HŠ, K2 kvas s 25 % HŠ, K3 kvas s 50 % HŠ, K4 kvas s 100 % HŠ