

Fermentované mléčné výrobky obohacené o netradiční rostlinné a živočišné komodity

Bc. et Bc. Magdaléna Zvonková

Diplomová práce
2022



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická
Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Magdaléna Zvonková**
Osobní číslo: **T20068**
Studijní program: **N0721A210004 Technologie potravin**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Fermentované mléčné výrobky obohacené o netradiční rostlinné a živočišné komodity**

Zásady pro vypracování

I. Teoretická část

1. Studium dostupné literatury a provedení literární rešerže na dané téma.
2. Popis technologie výroby pro fermentované mléčné výrobky a charakterizace jejich surovinové skladby.

II. Experimentální část

1. Příprava fermentovaných mléčných výrobků obohacených o netradiční rostlinné a živočišné komodity.
2. Analýza připravených výrobků pomocí termodynamických senzorů.
3. Zpracování výsledků a diskuze.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] Borkovcová, M., Bednářová, M., Fišer, V., Ocknecht, P. 2009. Kuchyně hmyzem zpestřená 1. Lynx. Brno. 135 s. ISBN 978-80-86787-37-4
- [2] FERNANDES, L., S. CASAL, J. A. PEREIRA, et al. Edible flowers: A review of the nutritional, antioxidant, antimicrobial properties and effects on human health. *Journal of Food Composition and Analysis* 2017, 60: 38 textendash50
- [3] CHENSOM, S., H. OKUMURA et T. MISHIMA. Primary screening of antioxidant activity, total polyphenol content, carotenoid content, and nutritional composition of 13 edible flowers from Japan. *Preventive Nutrition and Food Science* 2019. 24: 171 textendash178
- [4] Adamek, M. Adamkova, A., Mlcek, J., Vojackova, K., Famera, O., Buran, M., Hlobilova, V., Buckova, M., Baron, M., Sochor, J. 2020. Sensor Systems for Detecting Dough Properties Fortified with Grape Pomace and Mealworm Powders. *Sensors*. 20, 3569; doi:10.3390/s20123569

Vedoucí diplomové práce: **Ing. et Ing. Anna Adámková, Ph.D.**
Ústav analýzy a chemie potravin

Datum zadání diplomové práce: **31. prosince 2021**
Termín odevzdání diplomové práce: **13. května 2022**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

Ing. Robert Gál, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 18. února 2022

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

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

Prohlašuji,

- že jsem diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Předložená diplomová práce je zaměřena na obohacení fermentovaných mléčných výrobků o netradiční komodity rostlinného i živočišného původu. Záměrem teoretické části práce je shrnout základní poznatky o těchto výrobcích a komoditách a podrobněji naznačit benefity jejich konzumace. V rámci praktické části práce je uskutečněna pilotní studie monitoringu fermentace jogurtů obohacených o moučku z potemníka moučného (*Tenebrio molitor*) a sušených plodů kustovnice čínské (*Lycium chinense*) pomocí termodynamických senzorů. Přídavek kustovnice fermentaci ovlivnil kladně, při přidavku jedlého hmyzu se však pozitivní vliv nepodařilo prokázat. Praktická část práce je doplněna o stanovení vlákniny u různých kultivarů jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia*), rakytníku řešetlákového (*Hippophae rhamnoides*) a stanovení chitinu v larvách a svlecích potemníka moučného. Díky nezanedbatelnému obsahu těchto substancí jsou tyto komodity vhodnými kandidáty pro fortifikaci fermentovaných mléčných výrobků.

Klíčová slova: fermentované mléčné výrobky, fermentace, jedlý hmyz, netradiční druhy ovoce, termodynamické senzory, neutrálně detergentní vláknina, chitin

ABSTRACT

Presented diploma thesis is focused on enrichment of fermented dairy products with non-traditional animal and plant commodities. The aim of the theoretical part is to summarize basic knowledge about these products and commodities, in particular the benefits of their consumption. In the experimental part of the thesis there is a pilot study of monitoring the fermentation of yogurt conducted using thermodynamic sensors. Yogurts were enriched with flour from mealworms (*Tenebrio molitor*) and dried goji berry (*Lycium chinense*). The addition of goji berry had a positive effect on fermentation, but the addition of edible insects failed to show a positive effect. The experimental part of the work also consists of the determination of neutral detergent fiber in various cultivars of rowanberry (*Sorbus aucuparia*), sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) and the determination of chitin in mealworm larvae and exuviae. Due to significant content of these substances, mentioned commodities are suitable candidates for the fortification of fermented dairy products.

Keywords: fermented dairy products, fermentation, edible insects, non-traditional fruits, thermodynamic sensors, neutral detergent fibre, chitin

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí mé diplomové práce Ing. et Ing. Anně Adámkové, Ph.D. nejen za její odborné vedení a cenné rady, ale také i za její pozitivní přístup a neutuchající vášeň pro vědu a objevování nového. Od srdce děkuji také za výzkumné příležitosti, které mi během mého studia a zpracovávání této práce spolu s jejím manželem Ing. Martinem Adámkem, Ph.D. poskytli. Ráda bych také poděkovala Ing. Lence Fojtíkové a Renatě Zelinové za pomoc při práci v laboratoři.

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

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 FERMENTOVANÉ MLÉČNÉ VÝROBKY	12
1.1 HISTORIE	15
1.2 SUROVINOVÁ SKLADBA A TECHNOLOGIE VÝROBY	17
1.3 POTENCIÁLNÍ BENEFITY KONZUMACE FERMENTOVANÝCH MLÉČNÝCH VÝROBKŮ	21
2 NETRADIČNÍ ROSTLINNÉ A ŽIVOČISNÉ KOMODITY	23
2.1 RAKYTNÍK.....	23
2.2 JEŘABINA	24
2.3 ARONIE	25
2.4 KDOULE	26
2.5 KUSTOVNICE	27
2.6 JOSTA	28
2.7 JEDLÉ KVĚTY.....	29
2.8 JEDLÝ HMYZ.....	30
II PRAKTICKÁ ČÁST	33
3 CÍLE PRÁCE	34
4 POUŽITÝ MATERIÁL A METODIKA	35
4.1 PŘÍPRAVA VZORKŮ.....	35
4.1.1 Příprava vzorků potemníka moučného.....	35
4.1.2 Příprava vzorků netradičních druhů ovoce.....	35
4.1.3 Příprava jogurtů.....	36
4.2 METODA TERMODYNAMICKÝCH SENZORŮ	36
4.3 POUŽITÉ PŘÍSTROJE A CHEMIKÁLIE.....	38
4.4 STANOVENÍ NEUTRÁLNĚ DETERGENTNÍ VLÁKNINY	38
4.4.1 Příprava roztoků	38
4.4.2 Postup stanovení neutrálně detergentní vlákniny	39
4.5 STANOVENÍ CHITINU.....	40
4.5.1 Příprava roztoků	40
4.5.2 Postup stanovení chitinu.....	41
5 VÝSLEDKY A DISKUZE	42
5.1 MONITOROVÁNÍ FERMENTACE TERMODYNAMICKÝMI SENZORY	42
5.2 NEUTRÁLNĚ DETERGENTNÍ VLÁKNINA	45
5.3 CHITIN.....	47

ZÁVĚR	50
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	51
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	67
SEZNAM OBRÁZKŮ	68
SEZNAM TABULEK.....	69
SEZNAM PŘÍLOH.....	70

ÚVOD

Fermentace je jednou nejstarších úprav potravin, která je lidstvu známa – její obrovský význam historicky tkví zejména v konzervaci a produkci potravin. S nástupem alternativních konzervačních postupů je fermentace cestou především ke zlepšení nejen sensorických, ale i technologických vlastností dané potravin. V případě fermentovaných mléčných výrobků však stále fermentace zastává i konzervační schopnost, bakterie mléčného kvašení svou činností totiž omezují růst nežádoucí mikroflóry. Fermentované mléčné výrobky jsou nedílnou součástí racionální výživy a zejména díky přítomnosti probiotických bakterií mohou mít profylaktický efekt na rozvoj některých onemocnění. Je předpokládáno, že trend jejich spotřeby je rostoucí i díky prezentovaným zdravotním benefitům, přestože jsou mléčné výrobky obecně mnohdy zatracovány vlivem nepravdivých mýtů.

Přestože jsou fermentované mléčné výrobky nutričně velmi hodnotné z hlediska vhodného poměru makronutrientů i obsahem některých mikronutrientů, ve své neochucené formě jsou ochuzeny o nutričně velmi významné látky jako je např. vláknina či látky s antioxidační aktivitou. V běžné tržní síti jsou samozřejmě dostupné fermentované mléčné výrobky obohacené ovocnou složkou nebo cereáliemi s obsahem vlákniny či jiných látek, které přináší potenciální benefity pro lidské zdraví. Zvýšit zastoupení vlákniny i antioxidantů a dalších ochranných látek ve výživě je však dlouhodobě doporučováno nejen pro českou populaci. Vzhledem k navrhovanému cílovému množství vlákniny, na které by bylo vhodné její zastoupení v potravě navýšit, je tedy obohacení o cereálie či ovoce spíše otázkou rozšíření sortimentu a oslovení širší skupiny potenciálních zákazníků. Fortifikace vhodnými druhy a vhodnou formou netradičních komodit by mohla přinést nové zajímavé možnosti pro zlepšení jídelníčku.

Nutriční obohacení by však nemělo negativně ovlivnit míru probíhající fermentace, aby nebyla narušena kvalita výsledného produktu. K monitoringu fermentace mohou být využity např. biosenzory pro detekci metabolitů vznikajících při fermentaci, elektronický nos, ale také termodynamické senzory použité v praktické části předložené práce. Jedná se o metodu, která je nenáročná, levná a rychlá, což určuje její široké potenciální využití.

I. TEORETICKÁ ČÁST

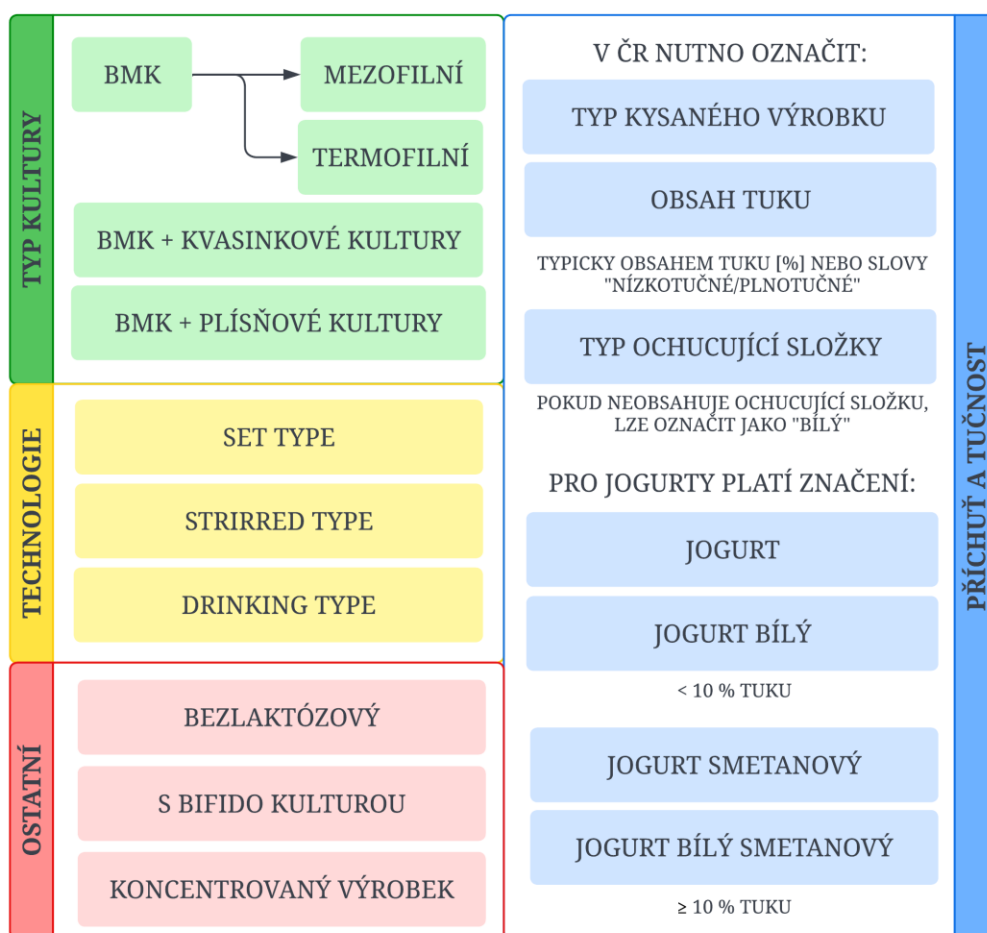
1 FERMENTOVANÉ MLÉČNÉ VÝROBKY

Charakteristika fermentovaných mléčných výrobků je v české legislativě uvedena ve vyhlášce č. 397/2016 Sb. v aktuálním znění vyhlášky č. 274/2019 Sb., o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy, jedlé tuky a oleje. Dle této vyhlášky je zakysaný mléčný výrobek získán kysáním mléka, smetany, podmáslí, syrovátky či jejich směsi za použití uvedených mikroorganismů (Tabulka 1) a takto připravený výrobek po kysacím procesu není tepelně ošetřený. U jogurtu je navíc definováno, že zvýšit sušinu lze pouze přidávkem mléčné bílkoviny, sušeného nebo zahuštěného mléka, nebo odebráním syrovátky. (vyhláška č. 397/2016 Sb.; vyhláška č. 274/2019 Sb.).

Tabulka 1 Požadavky na mikroorganismy použité při výrobě fermentovaných mléčných výrobků (upraveno dle vyhlášky č. 397/2016 Sb. a vyhlášky č. 274/2019)

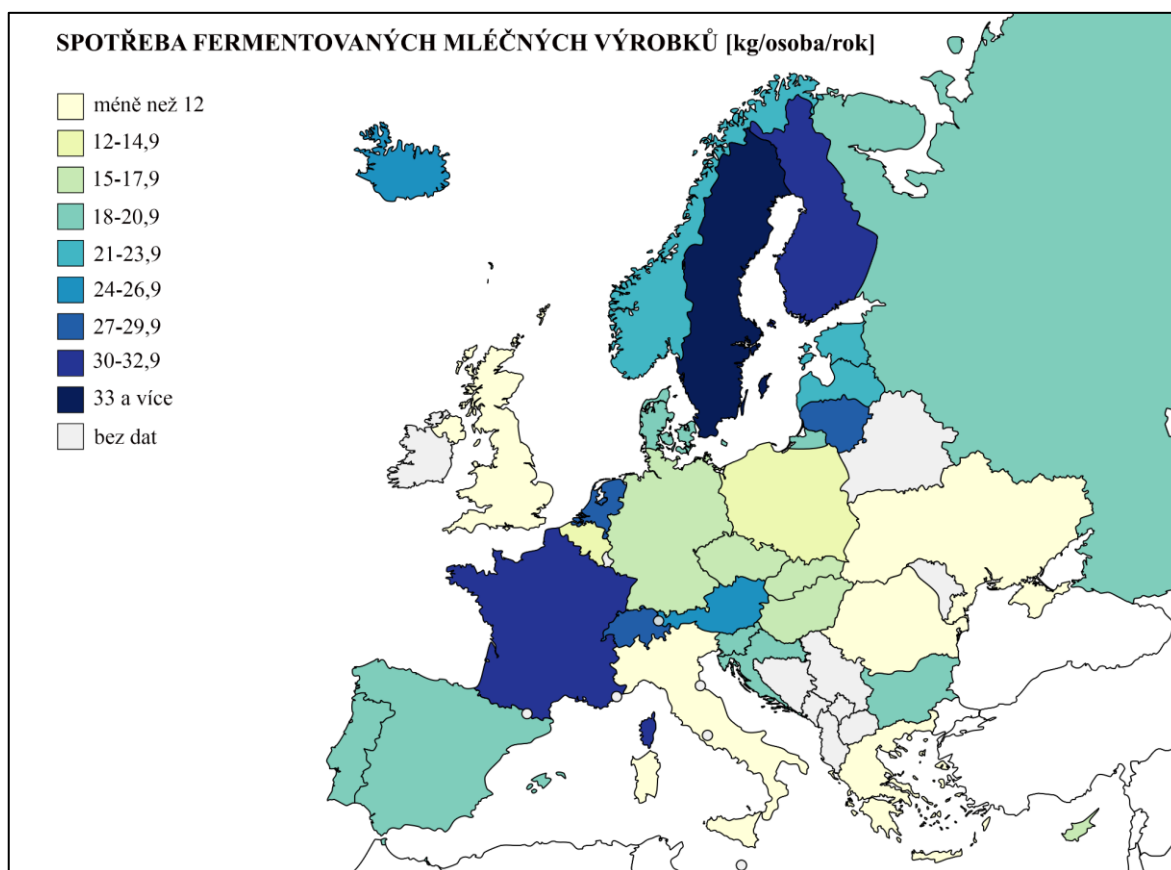
VÝROBEK	POUŽITÉ MIKROORGANISMY	MLÉČNÁ MIKROFLÓRA [1 g VÝROBKU]
kysané či zakysané mléčné výrobky (kysané mléko, smetanový zákys, zakysané podmáslí, zakysaná smetana, kysané mléčné nápoje)	monokultury nebo směsné kultury bakterií mléčného kysání (BMK)	10 ⁶
acidofilní mléko	<i>Lactobacillus acidophilus</i> a další mezofilní (popř. termofilní) kultury BMK	10 ⁶ <i>Lactobacillus acidophilus</i>
jogurty a jogurtová mléka	symbiotická směs <i>Streptococcus thermophilus</i> a <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	10 ⁷
kefir	směs kvasinek zkvašujících i nezkašujících laktózu a mezofilních a termofilních BMK rostoucích ve vzájemném společenství	10 ⁷
kefírové mléko	symbiotická směs kvasinek a mezofilních a termofilních BMK rostoucích ve vzájemné symbióze	10 ⁶ BMK a 10 ² kvasinky
kysaný mléčný výrobek s bifidokulturou	<i>Bifidobacterium</i> sp. v kombinaci s mezofilními a termofilními BMK	10 ⁶ bifidobakterie

Typicky lze kysané výrobky z mléka klasifikovat (Obrázek 1) dle toho, jaká je pro jeho výrobu použita mikroflóra. Dalšími možnostmi je klasifikace dle použité technologie, obsahu tuku či dle přídavku ochucujících složek (Tamime a Robinson, 2007). Autoři dělí fermentované mléčné výrobky na základě tučnosti do tří skupin (s nízkým, středním a vysokým obsahem tuku), což ale legislativa ČR nerozeznává a nařizuje pouze označit obsah tuku výrobku. Jsou také definovány zvláštní produkty jako koncentrované mléčné výrobky, u nichž byl navýšen obsah mléčných bílkovin před fermentací nebo po fermentaci na nejméně 5,6 %. Jedná se např. o řecký jogurt či islandský skyr, u kterých je po fermentaci odstraňována syrovátka, čímž se zvyšuje sušina výrobku, případně jogurt řeckého typu, do kterého byly bílkoviny přidány za účelem navýšení jejich obsahu (Kopáček, 2018). Mezi speciální produkty patří také bezlaktózové fermentované výrobky, které jsou vyráběny přídavkem enzymu laktázy do mléka po jeho tepelném ošetření. Během několika dní dochází k úplné hydrolyze laktózy na glukózu a galaktózu (Walstra, Wouters a Geurts, 2006).



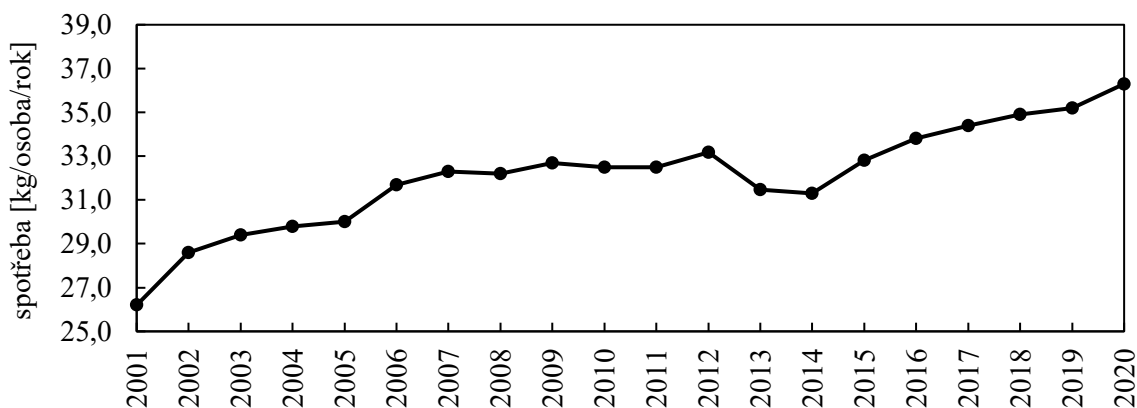
Obrázek 1 Klasifikace fermentovaných mléčných výrobků dle použitých kultur, technologie, tučnosti a příchuti (upraveno podle vyhlášek č. 397/2016 Sb. a 274/2019 Sb.; Tamime a Robinson, 2007)

Fermentované mléčné výrobky jsou v dnešní době běžně zastoupeny ve stravě spotřebitelů na celém světě a jejich konzumace se zejména díky jejich přínosu pro lidské zdraví neustále zvyšuje. To je způsobeno nejen jejich charakteristickou chutí, ale také jejich zásadním významem pro lidskou výživu (García-Burgos et al., 2020). Velká část populace však stále nekonzumuje dostatek mléčných produktů, aby pokryla doporučenou denní dávku vápníku odpovídající 1000 mg vápníku pro dospělé osobu (Fisberg a Machado, 2015; Referenční hodnoty pro příjem živin, 2011). Konzumace zakysaných výrobků z mléka v jednotlivých zemích světa se poměrně liší. Průměrná spotřeba těchto výrobků v členských státech Evropské Unie (EU) v roce 2016 odpovídala 19,2 kg/osoba/rok. Data pro jednotlivé státy a také další evropské státy nepatřící do EU jsou graficky znázorněna níže (Obrázek 2). V celosvětovém měřítku je pak konzumace fermentovaných mléčných výrobků na ostatních kontinentech spíše nižší než v Evropě (Kopáček, 2018). Mezi faktory ovlivňující konzumaci kysaných mléčných výrobků pak patří především dostupnost mléka v dané oblasti, stravovací návyky, socioekonomické faktory a širší sortimentu výrobků (Tamime a Robinson, 2007).



Obrázek 2 Průměrná konzumace fermentovaných mléčných výrobků v evropských zemích v roce 2016 (data převzata z Kopáček, 2018)

Dle dat shromážděných Českým statistickým úřadem (ČSÚ) je trend spotřeby ostatních mléčných výrobků¹ v letech 2001-2020 obecně rostoucí (Obrázek 3). Předpokládá se, že mírný pokles ve spotřebě těchto výrobků mohl být ovlivněn některými zkreslujícími mýty o mléčných výrobcích (Kopáček, 2018). Graficky vyjádřený trend koresponduje také s trendem celkové spotřeby mléka a mléčných výrobků v hodnotě mléka bez másla (ČSÚ, ©2021).



Obrázek 3 Spotřeba ostatních mléčných výrobků v ČR v letech 2001-2020 (data převzata z ČSÚ, ©2021)

1.1 Historie

Mnoho významných historických objevů vzniklo pouhou náhodou či chybou – předpokládá se, že v případě přípravy fermentovaných výrobků byla situace podobná a první fermentované výrobky mohly vzniknout pouze skladováním nadbytečného mléka v podmínkách vhodných pro rozvoj přítomné mikroflóry a zejména vlivem zvýšené teploty poté došlo ke spontánní fermentaci syrového mléka (Kopáček, 2018). Spolu se sušením patří fermentace k nejstarším metodám konzervace potravin, je tedy nelehké přesně datovat moment, kdy začala být lidmi využívána cíleně, ať už pro konzervaci potravin nebo jejich kulinární úpravu. Produkty fermentace totiž neslouží pouze ke konzervaci potravin, ale obohacují fermentované potraviny o nové chutě či vůně (Prajapati a Nair, 2008).

Archeologické nálezy ukazují na to, že např. sumerské, babylonské či indické civilizace byly velmi pokrokové v zemědělství obecně a lze tedy uvažovat, že pokud

¹ Samostatná skupina pro fermentované výrobky není definována, dle ČSÚ (ČSÚ, ©2021) skupina ostatních mléčných výrobků „zahrnuje průmyslově vyráběné výrobky, u kterých je bezprostřední surovinou pro výrobu kravské mléko (např. jogurty, podmásli a mražené mléčné výrobky). Nezahrnuje konzumní mléko, přírodní sýry, mléčné konzervy (sušené a zahuštěné výrobky z mléka), tvaroh (konzumní a chuťově upravený), mlékárenské výrobky pro technické účely (kasein).“

v příslušné době a v dané oblasti byla domestikována dojná zvířata, s vysokou pravděpodobností tehdejší lidé dokázali vyrobit také fermentované výrobky z mléka (Tamime, 2002). Nejstarší dochované zmínky o různých druzích fermentovaných výrobků z mléka se objevovaly v některých lokalitách již od roku 6000 př. n. l. Předpokládá se, že přibližně v této době lidé v Indii začali vyrábět produkt dahi, který měl vzhled i konzistenci analogické dnešnímu jogurtu. Okolo 3. tisíciletí př. n. l. zase nomádské kmeny na území euroasijských stepích používaly pro přenos a skladování mléka vaky z kozích a ovčích kůží, odkud se do mléka dostávaly bakterie způsobující jeho sražení. Přestože tyto výrobky podobné jogurtu byly vyráběny již v mnoha starověkých civilizacích, za kolébku jogurtu takového, jak jej známe dnes, je považována asijská část Turecka. V této oblasti se přibližně v 8. st. n. l. začal vyrábět produkt zvaný „yoghurut“ (z tureckého *yoğurt* – volně přeloženo jako srazit se či zhoustnout). Od dob starověkých byl však téměř každým národem vytvořen tradiční fermentovaný mléčný výrobek typický pro daný kraj či stát. Je také důležité zmínit, že zásadními příspěvky pro porozumění samotnému procesu fermentace byly práce A. Van Leeuwenhoekera či L. Pasteura. (Prajapati a Nair, 2008).

Ve 20. st. zažily fermentované výrobky z mléka období rozkvětu zejména díky tomu, že v meziválečném období začaly být poprvé komerčně vyráběny jogurty firmou Danone založenou v Barceloně lékařem I. Carassem. Důvodem byl ale také zájem vědců o tyto potraviny a popis benefitů pro lidské zdraví při jejich konzumaci – ruský imunolog I. Mečnikov věřil, že laktobacily v jogurtech jsou důvodem dlouhověkosti bulharské populace. Jeho poznatkům předcházel samotný objev bakterie pojmenované *Bacillus bulgaricus* (dnes *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) bulharským studentem medicíny S. Grigorovem (Mečnikov, 1906; Fisberg a Machado, 2015). Výzkum a vývoj fermentovaných mléčných výrobků byl však zpomalen první i druhou světovou válkou. Po druhé světové válce se zájem o tyto výrobky znovu obnovil jak u výrobců a spotřebitelů, tak u vědců (Kroger, Kurmann a Rasic, 1992).

Zásadní vliv na rozšíření kysaných mléčných výrobků do téměř všech domácností na celém světě mělo několik faktorů. Prvním je zejména všeobecný technologický rozvoj, díky kterému za použití lednice bylo možno značně prodloužit trvanlivost výrobků z mléka. Neméně důležitým se stalo také rozvíjení samotného produktu – díky přidavku nemléčných složek byly získány nové, spotřebitelsky přitažlivé chutě (Tamime, 2002). Výroba fermentovaných mléčných produktů se tak během mnoha tisíců let změnila z náhodného kysání mléka nedefinovanými kulturami až k dnešnímu technologickému postupu, kdy je

díky získaným znalostem možno ovlivnit výrobek surovinovou skladbou, použitou kulturou a podmínkami výroby tak, že můžeme velmi dobře odhadovat jeho výsledné vlastnosti. V poslední době je snaha obohacovat mléčné výrobky o komodity, které by jim přidávaly hodnotu – ať už se jedná o nutriční či zdravotní hledisko nebo pouze rozšíření nabídky výrobků (Aryana a Olson, 2017).

1.2 Surovinová skladba a technologie výroby

Základní surovinou pro výrobu jogurtů a jiných fermentovaných mlék je kravské mléko o různé tučnosti či smetana. Pro výrobu kvalitních produktů je nezbytné dbát na to, aby mléko pocházelo od zdravých dojníc chovaných v čistém prostředí. Je také nutné se vyvarovat toho, aby v mléce byly obsaženy rezidua antibiotik po залечení dojníc a prostředků používaných k sanitaci povrchů i nástrojů. Tyto inhibiční látky ovlivňují negativně kvalitu mléka a v případě jeho použití pro výrobu fermentovaných výrobků mohou inhibovat růst BMK. Kritéria jakosti mléka jsou definována v legislativě, jmenovitě se jedná o nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu. Toto nařízení je do národní legislativy zapracováno vyhláškou č. 289/2007 Sb. v aktuálním znění vyhlášky č. 181/2020 Sb. (Chandan a O'Rell, 2013a; nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004; vyhláška č. 289/2007 Sb.; vyhláška č. 181/2020 Sb.). K výrobě fermentovaných výrobků lze použít také mléka jiných savců. Jedná se např. o kozí a ovčí mléko, které jsou v České republice běžně dostupné v tržní síti, ale také buvolí nebo velbloudí mléko, které zde tradici nemají (Tamime a Robinson, 2007).

Druhou důležitou surovinou, bez které by fermentovaná mléka nebylo možné vyrábět, je směs bakteriálních a případně i kvasinkových či plísňových kultur. U bakteriálních kultur posuzujeme pro jejich uplatnění ve výrobě fermentovaných mléčných výrobků zejména jejich teplotní optimum a také škálu produktů, které jsou mikroorganismy schopné vytvořit zkvašováním laktózy. Dle teplotního optima bakteriálních kultur lze rozlišovat kultury mezofilní a kultury termofilní. Mezofilní kultury (*Lactococcus* sp., *Leuconostoc* sp., *Pediococcus* sp.) se používají pro výrobu smetanového zákysu, zakysaného podmásli či zakysané smetany. Jejich teplotní optimum je zhruba 25-30 °C, u termofilních kultur je to přibližně 37-45 °C. Termofilní kultury (*Streptococcus* sp. a *Lactobacillus* sp.) jsou využívány zejména pro výrobu jogurtů. Speciální skupinu tvoří probiotické kultury, které se do zakysaných výrobků přidávají především díky potenciálním benefitům pro lidské

zdraví – k probiotickým kulturám náleží především bakterie rodů *Lactobacillus* a *Bifidobacterium* (Fernandes, 2009). Mikroflóra fermentovaných výrobků se zásadně podílí nejen na konzistenci a specifické chuti, ale také na jejich vyšší udržitelnosti. Díky výslednému velmi nízkému pH (4,6-4,0) těchto produktů dochází k eliminaci většiny patogenních mikroorganismů, které nejsou schopny při těchto hodnotách přežít (Walstra, Wouters a Geurts, 2006). Svůj podíl na inhibici růst patogenů mají také bakteriociny, což jsou peptidy s antimikrobním účinkem produkované BMK (Yang et al., 2012).

Dle produktů metabolismu daných mikroorganismů jsou pro potřeby výroby fermentovaných výrobků z mléka rozlišovány dvě skupiny fermentačních procesů:

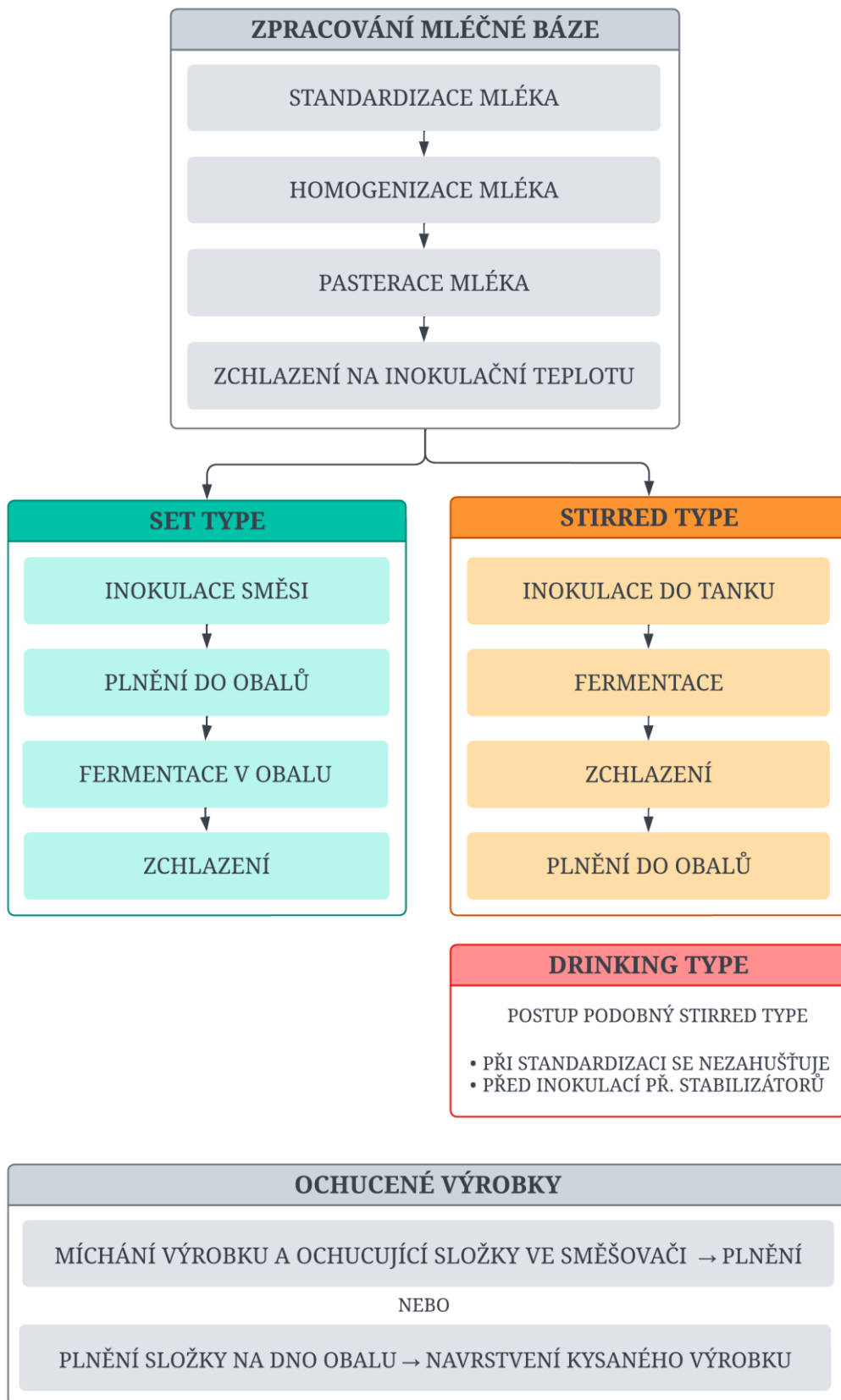
- homofermentativní procesy – zkvašování laktózy probíhá kompletně Embden-Meyerhof-Parnasovou glykolytickou drahou za vzniku kyseliny mléčné,
- heterofermentativní procesy – zkvašování laktózy vznikají mimo kyselinu mléčnou i další produkty, např. oxid uhličitý, ethanol a kyselina octová, acetaldehyd či diacetyl (Baglio, 2014; Walstra, Wouters a Geurts, 2006).

V případě potřeby lze při výrobě použít také přídatné látky jako např. sladidla, barviva nebo stabilizátory (Baglio, 2014).

Příprava mléčné báze pro výrobu fermentovaných výrobků se skládá z několika kroků. Prvním krokem je standardizace tuku a tukuprosté sušiny mléka. Cílem zvýšení obsahu tukuprosté sušiny je zvýšení viskozity výsledného produktu – u produktů, které slouží k pití (např. jogurtová mléka) tedy standardizace nemusí být použita. Mléčnou bázi lze standardizovat přidávkem sušeného mléka nebo jejím zahuštěním pomocí odpařování za vakua, popř. membránovou filtrací. U jogurtů set a stirred type se obsah tukuprosté sušiny obvykle pohybuje kolem 15 % zatímco u drinking type jogurtů je žádoucí, aby obsah tukuprosté sušiny byl pod 11 % (Fernandes, 2009). Následuje homogenizace, jejímž cílem je roztříštit tukové kuličky mléka na co nejmenší velikost pro jejich rovnoměrnou distribuci v tekutině, čímž se optimalizuje konzistence výrobku a omezí se vyvstávání smetany v tučnějších výrobcích. Principem je průchod mléka malým otvorem homogenizéru za vysokého tlaku (20 MPa) po dobu 10-17 minut (Kaur et al., 2017). Posledním krokem je pasterace standardizovaného a homogenizovaného mléka. Tepelné ošetření je prováděno především kvůli usmrcení patogenů a původců kažení, ale také kvůli denaturaci proteinů mléka, což vede ke zvýšení jejich schopnosti vázat vodu a tím ke zvýšení viskozity výrobků.

Kvůli efektivní denaturaci proteinů jsou ve výrobě fermentovaných výrobků používány vyšší pasterační teploty (85-95 °C) působící po dobu 10-30 min (Chandan a O'Rell, 2013b).

Pravděpodobně nejvíce konzumovanými fermentovanými výrobky z mléka jsou jogurty, proto jsou principy jejich výroby aplikovány pro vytvoření schématu výroby (Obrázek 4). Technologie ostatních mléčných fermentovaných výrobků je principem obdobná, k inokulaci mléka se však používají odlišné kultury a upravuje se tedy zpravidla teplota a čas, při kterých fermentace probíhá (Fernandes, 2009). Z hlediska technologie u jogurtů rozlišujeme dva postupy výroby – jedná se o jogurty s nerozmíchaným koagulátem (set type), kdy je připravená mléčná báze zaočkována jogurtovou kulturou a je naplněna do spotřebitelských obalů. Ve spotřebitelských obalech probíhá při teplotě 40-45 °C fermentace po dobu 2-4 hodin, poté se výrobky zchladí a skladují. Konzistence takto připravených jogurtů je pevná a lámavá. Druhým typem jsou jogurty s rozmíchaným koagulátem (stirred type), u kterých fermentace zaočkované mléčné báze probíhá v tanku. Používají se nižší fermentační teploty (30 °C), čímž se prodlužuje doba fermentace na 10-12 hodin. Následně je produkt plněn do spotřebitelských obalů. Na rozdíl od set type jogurtů mají takto připravené výrobky krémovitou a jemnou konzistenci (Kopáček, 2018). Z technologie výroby stirred type jogurtů vychází také technologický postup pro výrobu jogurtových mlék určených k pití. Odlišuje se však tím, že u výrobků tohoto typu je žádoucí nižší obsah sušiny a při přípravě mléčné báze tedy zpravidla není nutná standardizace. Druhou odlišností je také přidavek stabilizátorů, které slouží k prevenci agregace mléčných proteinů a rozdělení výrobků do dvou fází během skladování. Stabilizátory přispívají také k optimální viskozitě výrobku (Chandan a O'Rell, 2013b).



Obrázek 4 Schéma výroby jogurtu (upraveno dle Fernandes, 2009; Tamime a Robinson, 2007; Chandan a O'Rell, 2013b)

1.3 Potenciální benefity konzumace fermentovaných mléčných výrobků

Fermentované mléčné výrobky jsou součástí lidské stravy již po tisíce let a byl prokázán jejich blahodárny vliv na organismus. Jsou dobrým zdrojem bílkovin s vysokou biologickou dostupností, vápníku a probiotik (Fisberg a Machado, 2015). Přestože většina výživových doporučení zdůrazňuje pravidelnou a dostatečnou konzumaci mléčných výrobků obecně, mnoho specifických tvrzení přímo o kysaných mléčných výrobcích zatím nebylo stanoveno (Savaiano a Hutkins, 2021). Oblíbenými fermentovanými produkty jsou u většiny populace především jogurty, podobné benefity pro lidské zdraví však vykazuje také kefir (Bourrie, Willing a Cotter, 2016),

Mezi nejvýznamnější benefit fermentovaných mléčných výrobků patří zcela jistě pozitivní vliv na gastrointestinální trakt. Bylo zjištěno, že při konzumaci jogurtů s probiotickými bifidobakteriemi pocítovali pacienti se syndromem dráždivého tračníku (IBS) již po 4 týdnech úlevu od problémů se zácpou a nadýmáním (Agrawal et al., 2009). Studie vedená v domově seniorů ukazuje také na zásadní ovlivnění střevní mikroflóry a zlepšení pohybu střev u klientů důchodového věku i jejich pečovateli při konzumaci výrobků fermentovaných laktobacily (Nagata et al., 2015). U pacientů bez medikace trpících různými poruchami gastrointestinálního traktu jako jsou např. chronické či vracející se bolesti v oblasti břicha, postprandiální diskomfort, průjemy a zácpa, by pravidelná konzumace mléčných produktů s bakteriemi rodu *Bifidobacterium* mohla snížit prevalenci výskytu těchto symptomů a ulevit na jejich intenzitě (Gomi et al., 2015; Gomi et al., 2018). Konzumace fermentovaných mléčných výrobků může ovlivňovat profil střevní mikroflóry a ukazuje se, že záleží nejen na četnosti konzumace těchto výrobků, ale také na jejich typu. Je předpokládáno, že neochucené a ochucené jogurty mají různý vliv na střevní mikrobiom (González et al., 2019). Mikrobiom tenkého střeva mohou modulovat také fermentované produkty z koziho mléka (Chen et al., 2020).

Jedním z hlavních problémů, které jsou dnes řešeny moderní medicínou na celém světě, je zvyšující se incidence metabolického syndromu v populaci. Metabolický syndrom zahrnuje symptomy nazývané jako smrtící kvarteto – jedná se o inzulínovou rezistenci nebo diabetes II. typu, aterogenní profil krevních lipidů, hypertenzi a obezitu (McCracken, Monaghan a Sreenivasan, 2018). Srovnání dosavadně publikovaných studií zatím nepotvrzuje jednotný vliv na hladiny krevních lipidů a je předpokládáno, že efekt by pravděpodobně závisel i na použitých bakteriálních kmenech (Savaiano a Hutkins, 2021). Některé klinické zkoušky však dokumentují kladný vliv na krevní lipidy i krevní tlak

(Beltrán-Barrientos et al., 2018), a je tedy možné, že fermentovaná mléka mohou mít při dlouhodobé a pravidelné konzumaci mírné antihypertenzní působení. V rámci měření krevního tlaku v průběhu 24 hodin nebyly získány výsledky, které by naznačovaly pozitivní účinek fermentovaných mléčných výrobků ihned po konzumaci (Usinger et al., 2010). V posledních letech se však objevují nové poznatky, které rozkrývají význam střevního mikrobiomu pro rozvoj mnoha onemocnění jiných orgánových soustav – kardiovaskulární systém není výjimkou a modulace střevního mikrobiomu může být slibným terapeutickým přístupem (Murphy et al., 2021). Metaanalýza 19 klinických zkoušek naznačuje, že konzumace fermentovaných výrobků z mléka má statisticky významný vliv na celkovou tělesnou hmotnost a index tělesné hmotnosti (Mohammadi et al., 2021). Předpokládá se, že bioaktivní peptidy a exopolysacharidy, vznikající díky činnosti bakterií mléčného kvašení, mohou mít vliv na regulační dráhy metabolismu glukózy a sekreci inzulínu. (Fernandez a Marette, 2019). Konzumace jogurtů a jiných zakysaných výrobků tedy může být prospěšná pro snižování rizik spojených s metabolickým syndromem, a to zejména u osob s nadváhou či obezitou (Cormier et al., 2015).

Nelze opomenout také vliv mléčných výrobků na fyziologii kostní tkáně. Pravidelná konzumace mléčných výrobků je především díky obsahu vápníku a fosforu obecně prospěšná pro zdraví kostí (Rizzoli a Biver, 2018). Nespornou výhodou je také vysoká využitelnost vápníku z mléka oproti rostlinným zdrojům (Dostálová, 2019). Ukazuje se, že vliv prebiotik a probiotik ve fermentovaných výrobcích může nejen přispívat k růstu a homeostáze kostní tkáně, ale také tlumit její ztrátu indukovanou hormonálními změnami (Rizzoli a Biver, 2018).

Klinické zkoušky a studie se snaží spojovat konzumaci kysaných výrobků z mléka také s prevencí rozvoje některých dalších patologických stavů, mezi které patří např. onkologická onemocnění prsu, tlustého střeva a prostaty (Savaiano a Hutkins, 2021), ale také poruchy spánku (Yamamura et al., 2009) a úzkostné či depresivní stavy (Mohammadi et al., 2016). Medicínský výzkum je v posledních letech velmi silně orientován na popis vztahu mezi kvalitou a kvantitou střevního mikrobiomu, optimálními kognitivními funkcemi a rozvojem duševních poruch. Molekulární mechanismus těchto dějů zatím není popsán, ale je předpokládáno, že probiotické mikroorganismy (nejen z kysaných mléčných výrobků) mohou díky jejich schopnosti omezit růst střevních patogenů ovlivnit signální dráhy vedoucí do centrální nervové soustavy (Casertano, Fogliano a Ercolini, 2022).

2 NETRADIČNÍ ROSTLINNÉ A ŽIVOČISNÉ KOMODITY

Ovoce a zelenina jsou právem považovány za zdravé potraviny – je tomu tak zejména kvůli vysokému obsahu látek lidskému organismu prospěšných jako jsou vitaminy, minerální látky, fenolické látky či vláknina. Mnohé netradiční druhy ovoce bohaté na tyto bioaktivní látky jsou stále málo využívány ať už k přímé konzumaci, obohacení potravin či ve farmaceutickém a kosmetickém průmyslu (Sarv, Venskutonis a Bhat, 2020). Pro českou populaci je Společností pro výživu doporučeno jak zvýšení příjmu vlákniny na 30 g denně, tak obohacení stravy o minerální látky, vitaminy a další přírodní nutrienty s antioxidační aktivitou a jinými ochrannými účinky na lidský organismus. Doporučený příjem zeleniny a ovoce je 600 g denně v přibližném poměru 2:1 ve prospěch zeleniny (Referenční hodnoty pro příjem živin, 2011).

Intenzivně studovanou netradiční komoditou živočišného původu je bezpochyby jedlý hmyz. Jeho potenciální využití v lidské výživě je velmi široké nejen díky optimálnímu obsahu makronutrientů, ale také díky obsaženým bioaktivním látkám (van Huis, 2022).

2.1 Rakytník

Rakytník řešetlákový (*Hippophae rhamnoides*) je trnitý keř patřící do čeledi hloštinovitých (*Elaeagnaceae*). Jedná se o velmi nenáročnou mrazuvzdornou dřevinu, která je rozšířena zejména ve střední a severní Evropě a západní Asii (Dolejší, Kott a Šenk, 1991). Plody, semena a listy obsahují široké spektrum bioaktivních látek, což dává rakytníku využití jak v tradiční, tak v moderní medicíně (Pundir et al., 2021). Jeho mimořádnost tkví nejen ve vysokém obsahu lipofilních i hydrofilních antioxidantů, ale také v pozoruhodném nutričním složení. V případě rakytníku je vyzdvihován zejména vysoký obsah vitamínu C, který však závisí na mnoha faktorech jako je lokalita růstu rostliny, doba sběru a zpracování plodů (Ciesarová et al., 2020). Při pěstování v klimatických podmínkách střední Evropy se obsah vitamínu C v plodech rakytníku pohybuje v rozmezí 0,98-3,65 g/kg (Sytařová et al., 2020), v teplejších a slunnějších krajinách je možné najít hodnoty až 10x vyšší (Kallio, Yang a Peippo, 2002). Nelze opomenout, že na celkovém antioxidačním potenciálu rakytníku se podílí také fenolické látky, karotenoidy a tokoferoly (Ciesarová et al., 2020). Nejen plody rakytníku jsou bohaté na látky působící antioxidačně. Fenolické látky a tokoferoly (Kubczak et al. 2022) či vitamin C (Sytařová et al., 2020) byly detekovány také v extraktech z listů.

Olej z rakytníku je bohatý na nenasycené mastné kyseliny, které mohou mít pozitivní účinek na lidské zdraví – vyváženost mastných kyselin v tucích přítomných v potravě hraje

roli především při rozvoji onemocnění kardiovaskulárního systému. V oleji ze semen rakytníku a jeho dužiny jsou zastoupeny v různé koncentraci ω -3, ω -6, ω -7 i ω -9 mastné kyseliny. Nejen díky této značné diverzitě ve složení mastných kyselin je tak vhodný pro konzumaci, ale i zevní aplikaci na kůži (Solà Marsiñach a Cuenca, 2019; Balta et al., 2021). Při aplikaci na kůži rakytník ve směsi s olivovým olejem vykazuje synergický efekt při hojení popálenin, což vybízí k využívání této netradiční plodiny také v dermatologii (Edraki et al., 2014).

Velmi hodnotné složení z hlediska bioaktivních látek dává rakytníku využití v prevenci a také doprovodné terapii mnoha onemocnění především při diabetu, onkologických onemocněních či poruchách gastrointestinálního traktu (Jasniewska a Diowks, 2021). Deriváty polysacharidů rakytníku jsou také zkoumány *in vivo* na myších modelech pro potenciální potlačení přibírání hmotnosti a akumulaci lipidů (Ma et al., 2022). Své využití by rakytník mohl nalézt také v prevenci neurodegenerativních onemocnění, např. Alzheimerovy choroby (Dong et al., 2020).

Porovnáním mnoha studií věnujících se sensorické analýze rakytníku bylo zjištěno, že kyselost a mírná hořkost omezují jeho využití pro přímou konzumaci. Spotřebitelé však pozitivně přijímají výrobky jako džemy či želé z rakytníku vyrobené (Ciesarová et al., 2020).

2.2 Jeřabina

Rod *Sorbus* z čeledi růžovitých (*Rosaceae*) čítá přes 250 druhů dřevin rostoucích v různých lokalitách na celé severní polokouli (Sołtys, Galanty a Podolak, 2020). Jeřábu se obecně daří zejména ve vlhkých oblastech a vyšších nadmořských výškách – má tedy velmi nízké požadavky na teplotu a je mrazuvzdorný. Nejrozšířenějšími druhy jsou jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*), jeřáb oskeruše (*Sorbus domestica*), jeřáb muk (*Sorbus aria*) či jeřáb břek (*Sorbus torminalis*). Významnou varietou jeřábu ptačího je *Sorbus aucuparia* var. *moravica* f. *dulcis* (nazývána také „*edulis*“) která se vyznačuje příjemnou nasládlou chutí a byla na počátku 19. st. objevena v obci Ostružná na Jesenicku (Dolejší, Kott a Šenk, 1991).

Podobně jako ostatní uvedené netradiční druhy ovoce obsahují také jeřabiny velmi široké spektrum bioaktivních látek, které mohou mít pozitivní vliv na lidské zdraví. Nejvíce abundantními jsou fenolické látky, jmenovitě se jedná o deriváty kyseliny kávové a chlorgenové, flavonoidy a proantokyanidiny. Díky vysokému obsahu fenolických látek jsou tedy plody jeřábu považovány za výborný zdroj antioxidantů, čehož lze využít jak v potravinářském průmyslu, tak v kosmetice a medicíně. Potenciální využití by jeřabiny

mohly najít zejména při chorobách, u jejichž rozvoje je předpokládána spoluúčast reaktivních kyslíkových radikálů (Sarv, Venskutonis a Bhat, 2020). Mimo fenolické látky však plody dřevin rodu *Sorbus* obsahují také tokoferoly a karotenoidy, které přispívají k antioxidačnímu potenciálu (Šavikin et al., 2017).

Z hlediska potenciální zdravotních benefitů je velmi zajímavý *Sorbus commixta*, což je původní druh pro oblasti Japonska a Koreje. V tradiční medicíně byly plody této rostliny využívány pro léčbu hypertenze a neuralgie, v současné době jsou zkoumány pro jejich vliv na homeostázu krve. *In vitro* studie naznačují, že extrakty jeřábin zmíněného druhu mají vliv na protein trombin účastnící se koagulační kaskády a agregace krevních destiček (Kim a Sohn, 2015). Podobné výsledky byly získány také studiem extraktů u jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia*) s doplněním, že extrakt nejen inhiboval trombin, ale také chránil fibrinogen před oxidativními změnami a došlo ke snížení hustoty fibrinové sítě tvořící primární trombus (Rutkowska, Kolodziejczyk-Czepas a Olszewska, 2021). Protisrážlivý účinek byl testován také *in vivo* na myších modelech, kterým byla indukována obstrukce stehenní tepny. Vlivem podávání extraktu z plodů *S. commixta* čtyři týdny předem došlo k pozitivnímu ovlivnění času nutného k formaci trombu. Suplementace tímto extraktem by tedy mohla pomoci prevenci arteriální trombózy (Kim et al., 2022).

2.3 Aronie

Temnoplodec černý (*Aronia melanocarpa*), nazýván také aronie nebo černý jeřáb, je keř, který stejně jako zástupci rodu *Sorbus* náleží do čeledi růžovitých (*Rosaceae*). Jeho domovinou je severní Amerika a stejně jako jeřábu se temnoplodci daří ve vlhčích oblastech a snáší i vyšší nadmořské výšky a nižší teploty. Je však náročnější na dostatek světla (Dolejší, Kott a Šenk, 1991). Kvůli trpké chuti je však zřídka konzumován v čerstvé formě a využití nachází v potravinářském průmyslu při výrobě šťáv, sirupů, džemů, kompotů nebo potravinových doplňků (Sidor a Gramza-Michałowska, 2019).

Díky velmi vysokému obsahu fenolických látek, především antokyanů a prokyanidinů je temnoplodec surovinou s vysokou antioxidační kapacitou vhodnou pro prevenci a podpůrnou léčbu mnoha chronických onemocnění (Juríková et al., 2017). Zásadní je nicméně jeho působení v prevenci onemocnění oběhového systému a metabolických poruch (Sidor a Gramza-Michałowska, 2019). Snížení rizik dysfunkce srdce a cév pomocí fenolických látek aronie je zajišťováno několika mechanismy: snížením oxidativního stresu, omezením zánětlivých procesů, regulací frakcí krevních lipoproteinů

ve prospěch lipoproteinů o vysoké hustotě (HDL), snížením krevního tlaku a ovlivněním koagulace. Mnoho studií na zvířecích i lidských modelech ukazuje, že strava bohatá na plody aronie zmíněné dříve pozitivně ovlivňuje (Kasprzak-Drozd et al., 2021). Metaanalýza sedmi studií na osobách s rozdílným zdravotním stavem a v různých věkových skupinách naznačuje, že konzumace temnoplodce či výtažků z něj vede již po 6 až 8 týdnech ke snížení systolického krevního tlaku a celkového cholesterolu (Hawkins et al., 2021).

Přestože je v kompenzaci kardiovaskulárních onemocnění vždy kladen důraz na správnou medikaci, je spolu s ní doporučována i změna životního stylu. V rámci změny stravovacích návyků by mohl být temnoplodec a další plodiny bohaté na fenolické látky pravidelně zařazován do jídelníčku jedinců s vyšším rizikem rozvoje kardiovaskulárních onemocnění (Yousefi et al., 2020). Ve spojení s antidiabetickým účinkem (Banjari et al., 2017) pak může *Aronia melanocarpa* představovat účinnou podpůrnou léčbu u pacientů s metabolickým syndromem (Tasic et al., 2021).

2.4 Kdoule

Kdouloň obecná (*Cydonia oblonga*, čeleď *Rosaceae*) je dřevina pocházející ze střední Asie a je oblíbená především v jižní Evropě. Přestože se jedná o teplomilnou rostlinu, prospívá taktéž v našich klimatických podmínkách, např. na jižní Moravě. Díky své trpké chuti nachází plod kdouloně (kdoule) využití spíše v přípravě kompotů a jiných konzervářských výrobků (Dolejší, Kott a Šenk, 1991), popř. také pro přípravu džemů (Ashraf et al., 2016). Při analytickém srovnání 22 kultivarů bylo zjištěno, že kdoule mají nutričně i technologicky mimořádné vlastnosti, např. vysoký obsah pektinů, vitamínu C a některých minerálních látek (Rop et al., 2011).

Zásadní význam má kdoule v tradiční medicíně, kde se využívá nejen již zmíněný plod, ale také jiné části rostliny či extrakty z nich. Profylaktický a terapeutický účinek je připisován sekundárním metabolitům, především fenolickým látkám, terpenům a alkaloidům. Stejně jako u dříve zmíněných netradičních plodin obsahuje kvalitativně podobné spektrum bioaktivních látek, díky čemuž je kdoule také potenciálně využitelná pro prevenci onemocnění srdce a cév či diabetu, ale také při hojení ran a poruchách trávicího traktu (Ashraf et al., 2016). K nutraceutickému potenciálu kdoule přispívá také její protizánětlivé působení, které vychází z inhibice enzymu cyklooxygenázy 2, což je biomarker zánětlivých procesů (Herrera-Rocha et al., 2022). Mimo snížení rizika rozvoje již zmíněných onemocnění by se však kdoule díky svým antiproliferativním účinkům mohla

stát nadějným pomocníkem při léčbě onkologických onemocnění (Khan a Ahmad, 2021). Bylo zjištěno, že extrakt z listů kdouloně působí antiproliferativně na buňky kolorektálního adenokarcinomu, zatímco extrakt ze semen kdoule vykazuje podobný efekt na buňky renálního adenokarcinomu (Carvalho et al., 2010). Extrakty ze slupky a dužiny testované na buňkách střevního adenokarcinomu mají dle Riahi-Chebby et al. (2015) vliv na zastavení buněčného cyklu v kontrolním bodu G1/S, apoptózu a angiogenezi, což jsou děje úzce spojené s kancerogenezí. Zároveň byla prokázána synergie s 5-fluoruracilem, který je běžně používaným chemoterapeutikem (Riahi-Chebby et al., 2015).

Mimo nesporné benefity pro lidské zdraví přináší kdoule také slibné řešení problémů se znečištěním odpadních vod podniků barvících své produkty syntetickými barvivy. Díky částečně purifikovaným polyfenoloxidázám z listů kdouloně bylo dosaženo odbarvení barviv v odpadních vodách pocházejících z textilního průmyslu (Arabaci a Usluoglu, 2014).

2.5 Kustovnice

Rod *Lycium* zahrnuje dva dominantní druhy – kustovnici čínskou (*Lycium chinense*) a kustovnici cizí (*Lycium barbarum*). Tyto rostliny spadající do rodu lilkovitých (*Solanaceae*) pochází pravděpodobně z Číny, kde mají zásadní význam v tradiční medicíně, dnes jsou ale již rozšířeny po celém světě. Jsou tolerantní k chladu a preferují chladnější klima (Ye et al., 2020). Příbuzným druhem je kustovnice cizí (*Lycium barbarum*), která je v našich oblastech považována za konkurenčně silnou invazivní rostlinu. Příčinou jejího rozšíření je zejména výsadba kvůli ochraně půdy před erozí, včelařství a využití v živých plotech (Tichý a Pyšek, 2001). Riziko pro ostatní porost tvoří zejména svou schopností rychle zaujmout rozsáhlý prostor (Mlíkovský a Stýblo, 2006). Z nutričního a zdravotního hlediska jsou zajímavé především polysacharidy a proteoglykany plodů kustovnice, které jsou kvantitativně nejdůležitější skupinou bioaktivních látek a vykazují zajímavou farmakologickou aktivitu v oblasti prevence a léčby mnoha onemocnění. Mezi typické metabolity kustovnice patří také karotenoidy a flavonoidy vykazující antioxidační účinek, díky kterému se také podílí na výsledné farmakologické aktivitě (Potterat, 2010).

V tradiční medicíně byly plody kustovnice používány proti horečce, zánětu a byl vyzdvihován také jejich omlazující efekt (Jin et al., 2013). Konzumace kustovnice může být v moderní medicíně dobrým pomocníkem v boji s obezitou, jejíž prevalence je ve vyspělých zemích alarmující (Jiang et al., 2021) a u pacientů je často diagnostikována jako součást již výše zmíněného metabolického syndromu. Právě abundantní polysacharidy kustovnice jsou

spojovány s pozitivním vlivem na krevní lipidy, a to jak při testování na myších modelech (Jing a Yin, 2010), tak při klinických zkouškách – metaanalýzou 315 publikací bylo zjištěno, že denní konzumace kustovnice (resp. polysacharidů kustovnice) má statisticky významný vliv na regulaci lipidů krevního séra a glykémii měřenou na lačno (Zhou et al., 2021).

Pozoruhodný je také vliv polysacharidů kustovnice na buněčnou smrt (apoptózu). Tyto bioaktivní látky mohou mít na buňky jak protiapoptický efekt a buňky chránit, ale také proapoptický efekt, kdy díky aktivaci enzymů kaspáz indukují buněčnou smrt (Lo, A. C. Y. a Yang, M., 2022). Díky proapoptickému účinku se stávají atraktivním především pro léčbu onkologických onemocnění, např. rakovinu prsu (Du et al., 2022).

Polysacharidy kustovnice jsou zkoumány také pro jejich prebiotické vlastnosti, a tedy s přínosem pro gastrointestinální trakt (Sun et al., 2022), ale také např. s potenciálem pro léčbu epilepsie, u jejíhož rozvoje se díky propojení centrální nervové soustavy a střev uvažuje o spoluúčasti střevního mikrobiomu (Xie et al., 2022). I přes potenciální přínos pro lidské zdraví je však nutno mít na paměti, že plody kustovnice mohou podobně jako např. grapefruit inhibovat cytochrom P450 a tím alterovat metabolismus některých léčiv (Liu et al., 2016).

2.6 Josta

Josta (*Ribes x nidigrolaria*) je kříženec černého rybízu a angreštu, který byl v druhé polovině 20. st. vyšlechtěn na území dnešního Německa. Tento nenáročný keř se stal velmi oblíbeným pro domácí zahradničení, neboť je odolný vůči škůdcům a jeho pěstování není náročné. Adekvátní mechanické sklizení by pak této nevšední plodině mohlo dát využití např. ve výrobě džemů, zmrzlin, šťáv či jogurtů (Bauer, Häberli a Schimmelpfeng, 2000). Josta je výborným zdrojem vitamínu C (Donno et al., 2018), avšak její využití v čerstvé formě je limitováno typickou kyselou chutí černého rybízu a specifickým aroma angreštu (Hempfling et al., 2013). Díky téměř 90 mg vápníku na 100 g rostlinného materiálu lze jostu řadit také mezi ovoce poměrně bohaté na vápník (Juríková et al., 2012). V případě vápníku však nelze vždy automaticky spojit jeho vysoký příjem s jeho dostatkem pro organismus. Je nutné vždy posuzovat biologickou dostupnost vápníku v daném zdroji, která v rostlinných zdrojích může být vlivem fyátů a oxalátů snížena (Alcorta et al., 2021). Pomocí vysokoúčinné kapalinové chromatografie v zapojení s detekcí pomocí hmotnostní spektrometrie bylo zjištěno, že josta obsahuje stejně jako mnoho dalších druhů ovoce také fenolické látky, monoterpeny a organické kyseliny. Tyto látky mohou mít pozitivní vliv

na lidský organismus obzvláště v prevenci chronických onemocnění způsobených oxidativním stresem (Donno et al., 2018).

U zástupců rodu meruzalka neboli rybíz (*Ribes*), kam spadají všechny v Česku běžně pěstované odrůdy rybízu a angreštu, bylo prokázáno také vhodné složení z hlediska mastných kyselin. U plodů josty byl v rámci testovaných druhů detekován nejen nejlepší poměr ω -6/ ω -3 mastných kyselin, ale také nejvyšší obsah α -linolenové a stearidonové kyseliny. V návaznosti na naměřená data tedy vykazovaly nejnižší aterogenní a trombogenní index (Piskernik et al., 2018).

Testováním extraktů z černého rybízu, angreštu a josty na růst kvasinek rodu *Candida* bylo zjištěno, že vůči některým druhům tohoto rodu mohou být zmíněné extrakty efektivním přírodním antifungálním činidlem (Krisch et al., 2009).

2.7 Jedlé květy

Jedlé květy (Příloha P I) nejsou v lidské výživě novinkou – pravděpodobně byly používány již ve starověkých civilizacích nejen pro dochucení či získání určitého zabarvení pokrmů, ale také v tradiční medicíně (Mlček a Rop, 2011; dos Santos a Reis, 2021). Konzumují se převážně v čerstvé podobě, ale není výjimkou jejich využití také pro výrobu čajů, nápojů, džemů nebo cukrářských výrobků. Mezi jedlé květy patří celosvětově až 180 rostlinných druhů, na různých místech se však počet dostupných druhů liší (Lu, Li a Yin, 2016). V posledních letech se v gastronomii stávají stále více populárními a jsou sbírána data o tom, jak jsou tyto netradiční komodity přijímány konzumenty. Dotazováním respondentů v Brazílii, Portugalsku a Slovinsku bylo zjištěno, že konzumenti jsou seznámeni s používáním jedlých květů v gastronomii, ale četnost jejich konzumace se v různých státech liší, což je pravděpodobně ovlivněno stravovacími návyky a tradicemi daných zemí (Guiné et al., 2021).

Obsah makronutrientů a mikronutrientů jedlých květů je tvořen přítomností tří hlavních komponent – pylu, nektaru a okvětních lístků, popř. jiných částí rostlin. Pro každou z těchto komponent je pak charakteristické odlišné chemické složení (Mlček a Rop, 2011). Abundantní skupinou látek jsou, stejně jako u výše zmíněných netradičních druhů ovoce, látky fenolické. Díky jejich vysoké antioxidační aktivitě a potenciálním zdravotním benefitům jsou atraktivní pro konzumenty, zároveň ale mohou díky obsahu barevných antokyanů sloužit v potravinářském průmyslu jako barviva (Pires et al., 2019). K výslednému antioxidačnímu potenciálu přispívají také karotenoidy. Ty jsou však

především provitaminem vitamínu A, díky čemuž mohou také přispívat k benefitům pro lidský organismus (Chensom, Okumura a Mishima, 2019). Jedlé květy nicméně nejsou bohaté pouze na sloučeniny s antioxidačním účinkem. Bylo prokázáno, že různé druhy jsou také dobrým zdrojem minerálních látek, např. draslíku, hořčíku, vápníku, fosforu a sodíku. Zároveň obsahují také stopové prvky jako jsou zinek, selen, železo, měď, molybden a mangan. (Araújo et al., 2019; Mlček et al., 2021). Chemické složení je tedy lákavé jak pro využití v gastronomii, tak pro konzumaci díky potenciálním pozitivním účinkům na lidské zdraví. Některé druhy vykazují hepatoprotektivní, mikrobicidní, neuroprotektivní, antidiabetické a kardioprotektivní účinky – většina studií však byla zatím vedena pouze *in vitro*, je tedy třeba aplikovat získané poznatky také na *in vivo* modely (Rivas-Garcia et al., 2021).

Široká škála bioaktivních látek je jistě benefitem konzumace jedlých květů, přetrvává ale také znepokojení o jejich bezpečnosti, což je způsobeno zejména detekcí bakterií rodu *Salmonella* a reziduí různých druhů insekticidů hlášených v Systému rychlého varování pro potraviny a krmiva (RASFF). Díky tomu, že jsou jedlé květy většinou konzumovány v čerstvé podobě, jsou obavy z mikrobiální kontaminace validní a je třeba dbát na správné pěstování, transport a uskladnění (Fernandes et al., 2017; Matyjaszczyk a Śmiechowska, 2019).

2.8 Jedlý hmyz

Jedlý hmyz představuje netradiční živočišnou komoditu, která je v posledních letech intenzivně studována pro potenciální aplikaci v lidské výživě a krmivech. K roku 2022 je sice většina komerční produkce jedlého hmyzu směřována na výrobu krmiv, je ale předpokládáno, že popularita jedlého hmyzu pro výživu lidí bude stoupat. Tento trend by mohl být zapříčiněn zejména dobrým nutričním složením a potenciálními benefity pro lidské zdraví. Pro konzumaci jsou nejčastěji používány různé druhy rovnokřídlých (především cvrčci) a potěmník moučný (*Tenebrio molitor*) (van Huis, 2022).

Rostoucí zájem o jedlý hmyz pro lidskou výživu je ovlivněn také hledáním dlouhodobě udržitelného zdroje bílkovin nejen pro rozvojové země, kde je vysoká prevalence proteino-energetické malnutrice, ale také pro vyspělé země, kde se konzumenti zajímají o udržitelnost své potravy. Nutriční kvalita jedlého hmyzu je ovlivněna mnoha faktory, např. krmivem, stářím či pohlavím chovaných jedinců, určitou roli ale hraje také prostředí, v kterém je hmyz chován (van Huis et al., 2021). Vzhledem k obrovskému

množství konzumovatelných druhů jedlého hmyzu není jednoduché udělat ucelený obecný přehled nutričních hodnot, Rumpold a Schlüter (2013) však ve své práci excelentně shrnují mnoho experimentů zabývajících se nutričním složením nejen mnoha různých druhů, ale také jejich různých vývojových stádií. Zdůrazňují také, že zastoupení makronutrientů a mikronutrientů je velmi závislé na použitém krmivu, což dává možnost také do určité míry cíleně ovlivnit zastoupení nutrientů u chovaných jedinců. Autoři hodnotí jedlý hmyz jako velmi dobrý zdroj proteinů s vhodným zastoupením aminokyselin a jako optimální zdroj mononenasycených a/nebo polynenasycených mastných kyselin. Z hlediska mikronutrientů jsou zástupci z řad jedlého hmyzu bohatí na měď, železo, hořčík, mangan, fosfor, selen, zinek či vitaminy B₂, B₅ a B₇ (Rumpold a Schlüter, 2013). Neopomenutelnou složkou hmyzu je polysacharid chitin (polymer *N*-acetylglukosaminu), který tvoří jejich exoskelet (van Huis, 2020). Spolu s jeho deacetylovaným derivátem chitosanem představují pozoruhodné bioaktivní substance se slibnou farmakologickou aktivitou, např. antihypertenzním, antiproliferativním, antikoagulačním, antibakteriálním a antivirálním či hypolipidemickým účinkem (Tripathi a Singh, 2018). Klinická zkouška zahrnující 20 zdravých dospělých naznačuje, že chitin obsažený v jedlém hmyzu by také mohl pozitivně modulovat střevní mikrobiom (Stull et al., 2018). Díky účinkům podobným celulóze (zejm. na trávicí trakt) je mnohdy nazýván „živočišnou vlákninou“ (Borkovcová et al., 2009).

Ze srovnání 55 studií (*in vitro* a *in vivo* na zvířecích modelech) zabývajících se funkčními vlastnostmi jedlého hmyzu vyplývá, že konzumací jedlého hmyzu lze také snížit markery oxidativního poškození, modulovat metabolismus lipidů a glukózy, nebo redukovat hladiny prozánětlivých cytokinů (D'Antonio et al., 2021). Díky unikátnímu složení tedy jedlý hmyz může hrát roli v profylaxi či managementu chronických onemocnění jako je diabetes II. typu či mnohá kardiovaskulární onemocnění (Nowakowski et al., 2022). Je však třeba upozornit také na riziko potenciálních alergenů u některých druhů (jmenovitě *T. molitor*), které díky zkřížené reaktivitě mohou představovat nebezpečí pro osoby alergické na krevety a roztoče (Barre et al., 2016).

Hlavními výzvami v oblasti jedlého hmyzu jsou především vývoj nových produktů, které by upoutaly konzumenty, či snížení cen díky automatizaci a levnějším krmným směsím (van Huis et al., 2021). Pro mnoho konzumentů je jistě přijatelnější, když je hmyz přidán do běžných jídel ve formě moučky, čímž je možné vylepšit pokrm z hlediska chuti, ale i po nutriční stránce (Borkovcová et al., 2009). Ochota konzumovat jedlý hmyz závisí

u spotřebitelů nejen na sensorických a vizuálních charakteristikách, ale také na dostupnosti informací o jeho původu a bezpečnosti (Mishyna, Chen a Benjain, 2020).

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 CÍLE PRÁCE

Cílem teoretické části předložené diplomové práce bylo:

- charakterizovat technologii výroby fermentovaných mléčných výrobků, jejich surovinovou skladbu a popsat benefity jejich konzumace,
- charakterizovat vybrané netradiční komodity rostlinného a živočišného původu, které mohou být použity k obohacení fermentovaných mléčných výrobků.

Cílem praktické části práce bylo:

- monitorovat fermentaci pomocí termodynamických senzorů u jogurtů obohacených o potměníka moučného (*T. molitor*) a kustovnici čínskou (*L. chinense*),
- stanovit obsah vlákniny v různých kultivarech jeřábu ptačího (*S. aucuparia*),
- stanovit obsah chitinu v larvách a svlecích potměníka moučného (*T. molitor*).

4 POUŽITÝ MATERIÁL A METODIKA

4.1 Příprava vzorků

4.1.1 Příprava vzorků potemníka moučného

Larvy potemníka moučného (Obrázek 5) byly získány od pana Radka Frýželky (Brno). Nejprve byly lačněny po dobu 48 hodin a následně byly usmrceny pomocí vody o teplotě 100 °C. Usmrcené larvy byly sušeny při 105 °C po dobu 20 minut, poté byly zchlazeny a homogenizovány za vzniku moučky. Takto připravený materiál byl před stanovením chitinu a výrobou jogurtů skladován v lednici při teplotě 4-7 °C.



Obrázek 5 Larvy potemníka moučného po jejich vysušení před přípravou moučky

4.1.2 Příprava vzorků netradičních druhů ovoce

Komerčně dostupné sušené plody kustovnice čínské od výrobce Wolfberry, s.r.o. (Ostrovačice) byly bezprostředně před výrobou jogurtů rozmixovány a v této formě byly přidávány do monitorovaného výrobku.

Vzorky různých kultivarů jeřábu ptačího a rakytníku řešetlákového byly získány ze Školního zemědělského podniku Mendelovy univerzity v Brně (Žabčice). Plody jmenovaných druhů ovoce byly lyofilizovány a homogenizovány mixérem. Do doby analýzy byly uchovávány při -70 °C.

4.1.3 Příprava jogurtů

Pro přípravu měřených jogurtů byly použity suroviny uvedené v Tabulce 2. Kontrolním vzorkem byl jogurt bez přídavku moučky z potemníka moučného a sušených plodů kustovnice čínské. Mléko použité k přípravě jogurtů bylo od výrobce Olma, a.s. (Zábřeh) a jogurtové kultury pocházely od výrobce Milcom, a.s. (Praha).

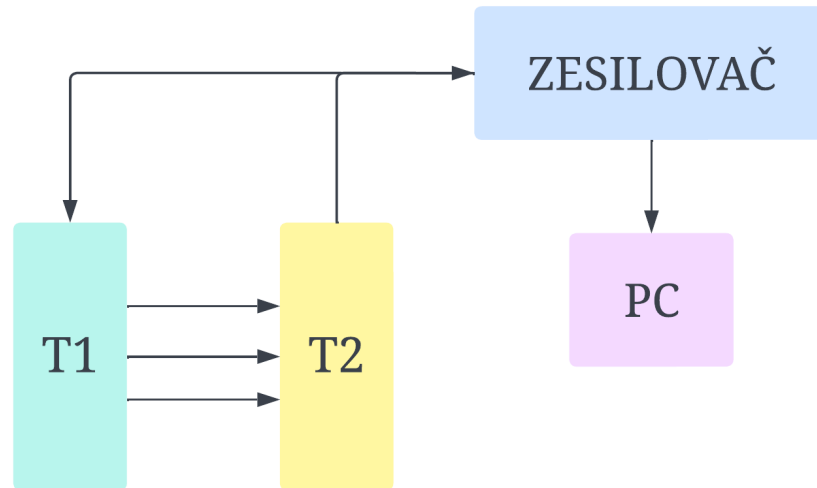
Tabulka 2 Surovinová skladba připravovaných jogurtů

SUROVINA	množství
KONTROLNÍ VZOREK	
mléko	150 ml
jogurtová kultura	1 g
VZOREK S PŘÍDAVKEM POTE MNÍKA	
mléko	150 ml
jogurtová kultura	1 g
moučka z potemníka moučného	2,5 g
VZOREK S PŘÍDAVKEM KUSTOVNICE	
mléko	150 ml
jogurtová kultura	1 g
rozmixované sušené plody kustovnice čínské	2,5 g

4.2 Metoda termodynamických senzorů

Principem měření pomocí termodynamických senzorů (TDS; Obrázek 6) je zaznamenání dynamických změn v dodávkách elektrické energie, která je v systému určena na udržení nastavené tepelné rovnováhy mezi dvěma teplotními čidly (T1 a T2). Jedno z čidel (např. T1) je zároveň i zdrojem tepla, druhé (T2) slouží pouze k monitorování tepelných změn. Mezi čidly je tedy na počátku nastavena tepelná rovnováha, která je ovlivňována třemi typy faktorů. Prvním a druhým typem jsou faktory ovlivňující pouze měřicí prvek T2 a faktory ovlivňující teplotní tok mezi měřicími prvky T1 a T2. Změnou veličin jako je hustota, tlak, průtok nebo objem v měřeném prostředí dochází ke změně výstupního signálu obvodu. Signál je dále zesílen, změřen a zpracován pomocí počítače. Třetím typem jsou faktory, které ovlivňují oba měřicí prvky (T1 i T2) stejnou měrou (např. okolní teplota a vlhkost) a neovlivňují tedy výstupní signál obvodu (Adámek, Řezníček a Adámková,

2010). Mezi výhody termodynamických senzorů patří zejména vysoká rychlost měření a jejich vysoká senzitivita, nevýhodou však může být schopnost měření pouze relativních změn teplot, nikoli exaktních hodnot (Adámek et al., 2016).



Obrázek 6 Schéma termodynamického senzoru (T1, T2 = teplotní čidla)

Plastová nádobka o objemu 200 ml byla naplněna 150 ml mléka a byla ponořena do vodní lázně, kde byla přehřívána na 35 °C. Následně byl přiložen systém s termodynamickými senzory a bylo zahájeno měření. Po stabilizaci teploty měřené směsi byl přidán 1 g jogurtové kultury a směs byla míchána. V případě obohacených vzorků byly přidány také 2,5 g moučky z potměníka moučného nebo sušených plodů kustovnice čínské. Pro kompletní izolaci během měření byl systém uzavřen. Vzorky byly měřeny po dobu 7 hodin a 30 minut. Měření probíhalo v časových rozestupech 15 sekund. Každý kontrolní vzorek a vzorek obsahující přídavek jedlého hmyzu byl analyzován dvakrát dvěma termodynamickými systémy (S1 a S2).

4.3 Použité přístroje a chemikálie

Pro níže uvedené analýzy byly použity chemikálie a přístroje uvedené v Tabulce 3.

Tabulka 3 Použité chemikálie a přístroje, jejich dodavatel a země původu

CHEMIKÁLIE		
	DODAVATEL	ZEMĚ PŮVODU
α -amyláza	Ankom Technology	USA
aceton	Penta, s.r.o.	CZ
hydroxid sodný	Penta, s.r.o.	CZ
kyselina chlorovodíková	Penta, s.r.o.	CZ
neutrálně detergentní činidlo	Ankom Technology	USA
siřičitan sodný	Lach-Ner, s.r.o.	CZ
triethylenglykol	Ankom Technology	USA
PŘÍSTROJE		
	DODAVATEL	ZEMĚ PŮVODU
analytické váhy (AFA 210 LC)	Schoeller Instruments, s.r.o.	CZ
analyzátor vlákniny (Ankom ²²⁰)	Ankom Technology	USA
muflová pec (LM 112 10 ML W Elektro)	VEBF	DE
sušárna (Venticell 111 Comfort)	BTM, a.s.	CZ

4.4 Stanovení neutrálně detergentní vlákniny

4.4.1 Příprava roztoků

Pro stanovení neutrálně detergentní vlákniny byly připraveny následující roztoky:

- **roztok neutrálně detergentního činidla** (120 g neutrálně detergentního činidla² + 20 ml triethylenglykolu → doplnit destilovanou vodou do 2000ml odměrné baňky),
- **neutrálně detergentní pracovní roztok** (20 g Na₂SO₃ + 4 ml α -amylázy + 2000 ml připraveného roztoku neutrálně detergentního činidla).

² Neutrálně detergentní činidlo je dodáváno výrobcem připraveno k rozředění. Jedná se o směs laurylsulfátu sodného, disodné soli kyselinyethylendiamintetraoctové, dekahydrátu tetraboritanu sodného a hydrogenfosforečnanu sodného.

4.4.2 Postup stanovení neutrálně detergentní vlákniny

Filtrační sáčky (F57) byly připraveny promytím v acetonu a odvětráním. Následně byly popsány a zváženy na analytických vahách s přesností na čtyři desetinná místa (m_1). Do každého z filtračních sáčků byl navážen vzorek (m_2 ; Tabulka 4). Stanovení bylo provedeno pouze ve dvou opakováních z důvodu malého množství dostupného rostlinného materiálu. Sáčky byly zataveny impulsní svářečkou a vzorek byl rozložen po celé ploše sáčku. Pro stanovení korekcí byl zvážen (m_0) a zataven také jeden prázdný sáček.

Tabulka 4 Navážky lyofilizovaného rostlinného materiálu pro stanovení neutrálně detergentní vlákniny

VZOREK	NAVÁŽKA [g]
JEŘÁB ČERVENÝ	0,5056
	0,5153
JEŘÁB TMAVĚ ČERVENÝ	0,5335
	0,5427
JEŘÁB ORANŽOVÝ	0,5165
	0,5368
JEŘÁB RŮŽOVÝ	0,5214
	0,5237
RAKYTNÍK	0,4988
	0,4971

U vzorků rakytníku byla provedena extrakce tuků, jelikož obsahují pro tento typ analýzy nezanedbatelné množství tuku. Sáčky byly ponořeny do nádoby s acetonem, ta byla následně uzavřena a 10x protřepána. Po 10 minutách ponechání v klidu byl aceton odpuštěn a postup byl opakován znovu s novou dávkou čistého rozpouštědla. Sáčky byly rozprostřeny na filtrační papír a ponechány k odvětrání v digestoři. V případě jeřabin tento krok nebyl proveden, neboť množství obsaženého tuku bylo vyhodnoceno jako zanedbatelné.

Takto připravené sáčky obsahující vzorek byly zavěšeny na nosič analyzátoru vlákniny. Do nádoby přístroje bylo nalito 1700 ml neutrálně detergentního pracovního roztoku o laboratorní teplotě. Nosič se vzorky byl ponořen do roztoku a bylo zapnuto míchání a topení. Po 75 minutách bylo vypnuto míchání a ohřev a byl odpuštěn horký

neutrálně detergentní pracovní roztok. Po dokonalém odpuštění roztoku bylo do nádoby analyzátoru přidáno 2000 ml vody o teplotě 85-90 °C s 4 ml α -amylázy a bylo zapnuto míchání. Takto bylo provedeno první a druhé propláchnutí, pro třetí oplach byla použita studená voda bez přídavku enzymu (mezi jednotlivými oplachy byly roztoky vždy odpouštěny do odpadu). Nosič byl vytažen z přístroje a byly z něj vyjmuty sáčky, které byly následně vysušeny filtračním papírem, vyprány v acetonu a ponechány k odvětrání.

Sáčky byly sušeny v sušárně při 105 °C po dobu 4 hodin, poté byly přemístěny do exsikátoru a byly ponechány k vychladnutí. Po vychladnutí byly zváženy (m_3). Posledním krokem bylo spálení sáčků v muflové peci při 550 °C po dobu 5 hodin, po kterém byly vzorky ponechány k vychladnutí v exsikátoru a opět zváženy (m_4).

Výpočet korekcí (Rovnice 1; Rovnice 2) vychází z navážených hmotností prázdného sáčku po hydrolyze (m_s) a hmotnosti popela prázdného sáčku (m_p) ku původní hmotnosti prázdného sáčku (m_0).

Rovnice 1 Výpočet korekčního faktoru c_1

$$c_1 = \frac{m_s}{m_0}$$

Rovnice 2 Výpočet korekčního faktoru c_2

$$c_2 = \frac{m_p}{m_0}$$

Pro výpočet neutrálně detergentní vlákniny byl použit vzorec (Rovnice 3) vycházející z hmotností (m_1 , m_2 , m_3 , m_4) zmiňovaných v příslušných krocích experimentálního postupu a stanovených korekcí (c_1 , c_2).

Rovnice 3 Výpočet obsahu neutrálně detergentní vlákniny ve vzorku

$$NDF [\% \text{ sušiny}] = \left(\frac{(m_3 - m_1 c_1) - (m_4 - m_1 c_2)}{m_2} \right) * 100$$

4.5 Stanovení chitinu

4.5.1 Příprava roztoků

Pro stanovení chitinu byly připraveny následující roztoky:

- **1M HCl** (86 ml 36% HCl + 914 ml destilované vody),
- **5% NaOH** (5 g NaOH + 100 ml destilované vody),

- 1M NaOH (40 g NaOH + 982 ml destilované vody).

4.5.2 Postup stanovení chitinu

Stanovení chitinu bylo provedeno ve třech opakováních pro larvy a třech opakováních pro svleky potměníka moučného. Metodika stanovení chitinu byla upravena dle Liu et al. (2012) na reálné navážky (m_1 ; Tabulka 5).

Tabulka 5 Navážky larev a svleků pro stanovení chitinu u potměníka moučného

VZOREK	NAVÁŽKA [g]	VZOREK	NAVÁŽKA [g]
	1,0002		1,0001
LARVY	1,0001	SVLEKY	0,9997
	0,9991		0,9998

Vzorky byly demineralizovány 50 ml 1M HCl při teplotě 100 °C po dobu 30 minut. Vzniklá suspenze byla přefiltrována a promyta horkou destilovanou vodou do dosažení neutrálního pH (použito přibližně 400 ml horké destilované vody). Během filtrace bylo do roztoku přikapáno malé množství 5% NaOH pro zmýdelnění tuků, kterými byla filtrace zpomalována. Následně byla provedena deproteinizace pomocí 50 ml 1M NaOH při 80 °C trvající 20 hodin. Suspenze byla opět promyta přibližně 400 ml horké destilované vody do neutrálního pH.

Získané pevné částice zachycené na skleněné fritě byly dále zpracovávány obdobně jako v případě stanovení vlákniny. Nejprve byly sušeny v sušárně (105 °C, 4 hodiny), ponechány ke zchladnutí v exsikátoru a zváženy (m_2). Po vysušení byly vzorky spáleny v muflové peci (550 °C, 5 hodin) a byly opět zváženy (m_3).

Výpočet obsahu chitinu (Rovnice 4) vychází z hmotností (m_1 , m_2 , m_3) vážených v příslušných krocích popsaného experimentálního postupu.

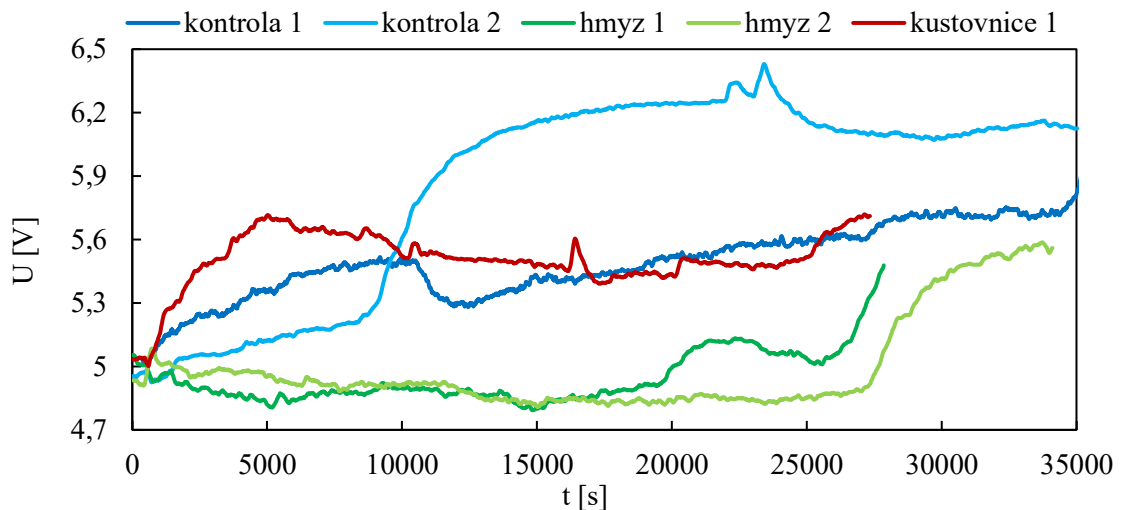
Rovnice 4 Výpočet obsahu chitinu ve vzorku

$$\text{chitin [\% sušiny]} = \left(\frac{m_2 - m_3}{m_1} \right) * 100$$

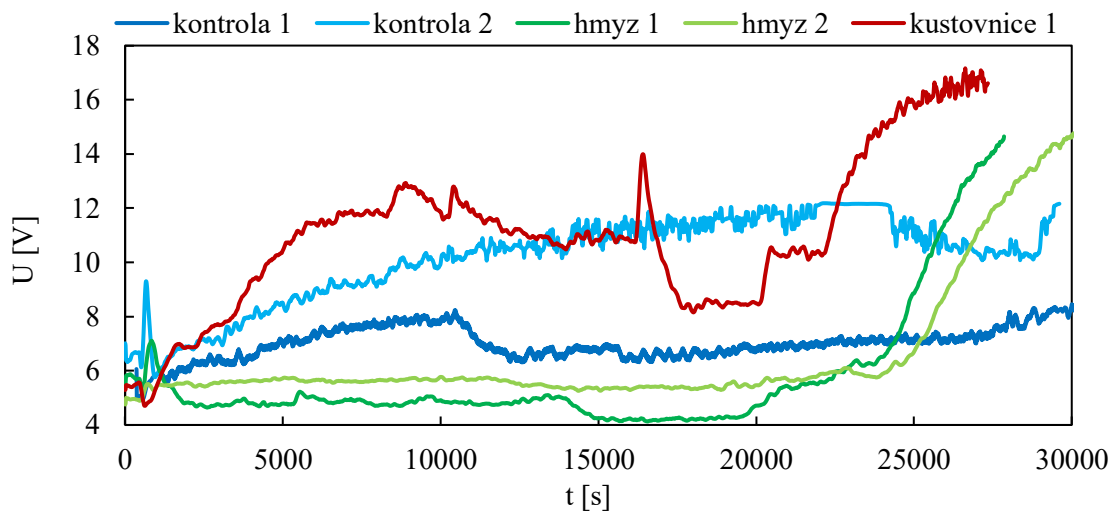
5 VÝSLEDKY A DISKUZE

5.1 Monitorování fermentace termodynamickými senzory

V první části praktické části práce byla monitorována fermentace u připravených kontrolních jogurtů a jogurtů obohacených o netradiční komodity živočišného (moučka z potměníka moučného) i rostlinného původu (sušené plody kustovnice čínské). Z naměřených výrobků byly sestrojeny grafy závislosti měřeného napětí na čase měření (Obrázek 7; Obrázek 8).



Obrázek 7 Monitorování fermentace jogurtů termodynamickým systémem S1



Obrázek 8 Monitorování fermentace jogurtů termodynamickým systémem S2

Interpretované výsledky se již podařilo publikovat spolu s výsledky sledování fermentace pizza těsta obohaceného o různý procentuální přírůvek jedlého hmyzu. V případě pizza těsta bylo zjištěno, že díky obohacení o jedlý hmyz probíhal počátek fermentace rychleji než v kontrolních vzorcích (Adámek et al., 2022). Podobných výsledků bylo dosaženo také při fortifikaci bezlepkových těst moučkou připravenou z potměníka moučného (Ševčíková, 2021). Pozitivní vliv na intenzitu fermentace hlásí také zahraniční autoři, kteří v rámci experimentu obohacovali chléb o cvrččí moučku (Osimani et al., 2018). Wang et al. (2017) popisují fortifikaci jogurtů peptidy larev bource morušového a jejich kladný účinek nejen na fermentaci, ale také výslednou konzistenci jogurtů. Výsledky prezentované ve zmíněných pracích podporuje také to, že jedlý hmyz je osídlen unikátní mikrobiotikou, což jej dělá náchylným ke spontánní fermentaci (Castro-López et al., 2020).

V případě připravených fermentovaných mléčných výrobků obohacených o jedlý hmyz byly očekávány podobné výsledky jako ve zmíněných publikacích. Tento předpoklad se však nenaplnil. Fermentace jogurtů s přírůvkem moučky z potměníka moučného probíhala oproti kontrolním vzorkům hůře ve všech čtyřech provedených měřeních. Na rozdíl od neuspokojivých výsledků při přírůvku hmyzu však přírůvek plodů kustovnice čínské urychlil fermentaci při měření v obou termodynamických systémech. Jogurt s přírůvkem kustovnice byl však bohužel měřen pouze jednou oběma termodynamickými systémy, neboť díky narušení vlivem vnější teploty měření neproběhlo za reprodukovatelných podmínek. Díky použití dvou různých termodynamických systémů lze usuzovat, že se nejedná o jev ojedinělý a přírůvek plodů kustovnice by mohl pozitivně ovlivňovat fermentaci. Je však žádoucí tyto výsledky potvrdit opakováním měření.

Na rozdíl od fermentovaných mlék s přírůvkem jedlého hmyzu je však dostupná literatura hojnější na zmínky o těchto výrobcích obohacených o netradiční druhy ovoce. Přestože Balabanova et al. (2018) nesledovali vliv přírůvku kustovnice na průběh fermentace, ale pouze hodnotí hodnoty pH v průběhu skladování jogurtových mlék, z uvedených dat je patrné, že hodnota pH jogurtových mlék fortifikovaných kustovnicí byla oproti kontrole nižší jak na počátku skladování, tak při ukončení experimentu. Také přírůvek vlákniny z aronie může ovlivňovat fermentaci – její přírůvek stimuloval růst použitých mikroorganismů, jmenovitě se jednalo o *Lactobacillus rhamnosus* a *Lactobacillus acidophilus* (Szajnar, Pawlos a Znamirowska, 2021). Srovnání publikací věnujících se přírůvku rakytníku do jogurtů naznačuje, že plody rakytníku zlepšují životaschopnost probiotických bakterií a zároveň zlepšují sensorickou jakost (Schubertová et al., 2021).

Ge et al. (2022) prezentují, že již 5% přídavek rakytníku k fermentovaným mléčným výrobkům může výrazně zkrátit dobu fermentace, zlepšit texturu výsledného produktu a pozitivně ovlivnit životnost mikroflóry ve výsledném produktu.

Vzhledem k tomu, že termodynamické senzory zatím nejsou v oblasti potravinářství hojně využívány, nelze naměřené výsledky adekvátně porovnat s literaturou, kde by bylo postupováno stejnou metodikou u podobných výrobků. Zásadním přínosem je však popsán experimentální postup spočívající v realtime monitoringu, kdy systém každých 15 sekund po dobu 7 hodin a 30 minut sbíral data a ukládal je. Obdobným moderním a rychlým přístupem aplikovatelným v potravinářství je použití biosenzorů, které díky navázané složce (enzymu, receptoru, substrátu apod.) disponují vysokou citlivostí pro detekci daného metabolitu vznikajícího při fermentaci (Chandra et al., 2017). Mezi moderní, rychlé a časově i finančně nenáročné metody patří například čteně používaná detekce produkovaných fermentačních plynů pomocí elektronického nosu (Jiang et al., 2015; Peris a Escuder-Gilbert., 2013), své využití v monitoringu fermentace může tedy najít také elektronický nos. Jeho rozšíření jako rutinní screeningová metoda v potravinářství je ale stále limitováno nedostatečnou robustností této metody (Jiang et al., 2015). Jedna z dalších moderních metod pro sledování průběhu fermentace využívá high-throughput monitoring pH, čímž při zachování přesnosti (v porovnání s klasickými elektrodami pro měření pH) dává možnost zkrátit čas analýzy (Gutsal et al., 2018). Jinou možností je monitoring dielektrických vlastností (Guo et al., 2018). Často používanými metodami pro studium fermentace mléčných výrobků jsou také různé druhy a modifikace spektroskopických metod (Muncan et al., 2021; Grassi et al., 2013, Mains et al., 2017, Akiyama et al., 2019). S nutností urychlení monitoringu dochází samozřejmě k rozvoji nových metod jako jsou TDS nebo např. využití přenosného mikroskopu na principu optických vláken (Wang et al. 2021).

Potenciál pro široké uplatnění TDS v potravinářství byl již naznačen v počátečních experimentech zabývajících se využitím TDS pro monitoring fermentace. Pomocí TDS bylo ověřeno, že fermentační aktivita kvasinek se zvyšuje s přídavkem cukru a lze jimi také monitorovat průběh fermentace při výrobě jogurtů (Adámek et al., 2010). Na stejném principu lze také rychleji monitorovat viabilitu droždí (Adámek et al., 2016), která byla tradičně měřena pomocí poměrně pomalých kultivačních metod (Jones, 1987) nebo sofistikovanějších analytických metod, jako je např. průtoková cytometrie s fluorescenčním značením – tato metoda však vyžaduje velmi drahé vybavení (Attfield et al. 2001). Popsané prvotní experimenty byly impulsem pro návrh dalších experimentů s využitím TDS nejen

v oblasti fermentovaných mléčných výrobků. V dalších publikacích byla pomocí TDS hodnocena fermentace pšeničné mouky obohacené o matoliny z révy vinné a moučky z jedlého hmyzu. Pomocí TDS bylo zjištěno, že obohacením o malé množství těchto netradičních surovin byli autoři schopni zachovat nutnou intenzitu fermentace a zároveň obohatit produkt o minerální látky (Adámek et al., 2020). Další možnou aplikací TDS je monitorování v pivovarnictví a vinařství. Potenciální užití mohou TDS najít také jako kontrolní mechanismus proti růstu nežádoucí mikroflóry (Adámková et al., 2013).

5.2 Neutrálně detergentní vláknina

Pomocí popsaného experimentálního postupu byla stanovena neutrálně detergentní vláknina v plodech čtyř kultivarů jeřábu ptačího odlišujících se jejich barvou a plodech rakytníku řešetlákového (Tabulka 6). Celkovou vlákninu lze rozdělit na rozpustnou a nerozpustnou ve vodě. V případě postupu použitého pro stanovení neutrálně detergentní vlákniny došlo k odstranění rozpustné vlákniny spolu s ostatními nutrienty působením neutrálně detergentního pracovního roztoku. Gravimetrickým stanovením neutrálně detergentní vlákniny byl tedy stanovován pouze obsah nerozpustné vlákniny čítající celulózu, hemicelulózu a lignin.

Tabulka 6 Procentuální zastoupení neutrálně detergentní vlákniny v sušině plodů různých kultivarů jeřábu ptačího a plodech rakytníku

VZOREK	ND VLÁKNINA [% SUŠINY]	PRŮMĚR [% SUŠINY]	
JEŘÁB ČERVENÝ	12,56	12,56 ± 0,00	
	12,56		
JEŘÁB TMAVĚ ČERVENÝ	9,90	10,94 ± 1,47	11,98 ± 1,08
	11,98		
JEŘÁB ORANŽOVÝ	12,01	12,45 ± 0,63	
	12,89		
JEŘÁB RŮŽOVÝ	22,25	21,59 ± 0,93	
	20,93		
RAKYTNÍK	48,60	48,73 ± 0,19	
	48,87		

Naměřené hodnoty neutrálně detergentní vlákniny se u vzorků plodů různých kultivarů jeřábu ptačího pohybovaly v hodnotách přibližně 10-22 % sušiny. Zatímco průměrný obsah neutrálně detergentní vlákniny kultivarů s červenými, tmavě červenými a oranžovými plody činil $11,98 \pm 1,08$ % sušiny, kultivar s růžovými plody obsahoval průměrně $21,59 \pm 0,93$ % neutrálně detergentní vlákniny v sušině, což odpovídá téměř dvojnásobku průměrné hodnoty pro ostatní kultivary. U plodů rakytníku bylo stanoveno $48,73 \pm 0,19$ % neutrálně detergentní vlákniny v sušině. V tradičních běžně dostupných druzích ovoce (jmenovitě jablkách, broskvích, jahodách a pomerančích) udává Velíšek (2014) zhruba 3-11 % nerozpustné vlákniny v sušině.

V případě jeřabin stanovují Reißner et al. (2018) obsah nerozpustné vlákniny ve výliscích jeřabin na $59,49 \pm 1,53$ % sušiny. Nabízí se také srovnání jeřabin s aronií, jejíž plody jsou často nazývány „černé jeřabiny“ a tyto dřeviny jsou si blízce příbuzné. Stejní autoři detekovali také podobné množství nerozpustné vlákniny u výlisků z aronie ($52,46 \pm 1,10$ % sušiny). Schmid et al. (2020) stanovují ve výliscích obsah nerozpustné vlákniny na $43,80 \pm 1,40$ % sušiny. Jiné publikace uvádí však obsah neutrálně detergentní vlákniny ve výliscích z jeřabin poměrně odlišný, např. $29,30 \pm 0,10$ % sušiny (Tańska et al., 2016). S touto hodnotou koresponduje také naměřená hodnota ($30,8 \pm 0,6$ % sušiny) nerozpustné vlákniny v sušené aronii (Rybicka et al., 2021). Hodnoty získané v rámci předložené práce jsou tedy spíše podprůměrné.

Jaroszewska, Biel a Telesiński (2018) ve svém výzkumu zmiňují, že plody rakytníku obsahují zhruba 16-20 % neutrálně detergentní vlákniny v sušině. Jinou výzkumnou skupinou bylo v sušených plodech rakytníku detekováno $32,80 \pm 1,50$ % nerozpustné vlákniny v sušině (Rybicka et al., 2021). V literatuře je hodnocen obsah nerozpustné vlákniny také u výlisků z rakytníku, konkrétně jsou uváděny hodnoty $58,69 \pm 0,96$ (Jurevičiutė et al., 2022) a $19,86 \pm 0,89$ % (Nour et al., 2021) nerozpustné vlákniny v sušině. Na rozdíl od jeřabin jsou v případě rakytníku získané hodnoty v praktické části práce spíše nadprůměrné.

Velký rozptyl hodnot při srovnávání různých literárních zdrojů může být ovlivněn mnoha faktory. Může se jednat o různou metodiku stanovení, ale také různé úrovně zralosti sklizených plodů (Dreher, 2018) či způsob skladování plodin před analýzou – ukazuje se, že hlavním zdrojem variability měřených hodnot nerozpustné vlákniny by mohl být lignin (Schäfer et al., 2016; Kamal-Eldin et al., 2020). V neposlední řadě je porovnání reálně

naměřených hodnot s literaturou ztíženo také nutností srovnat čerstvé a různě technologicky upravené plody.

Jogurty připravované v první části praktické práce byly z důvodu nedostatečného množství jeřabin a rakytníku obohaceny o plody kustovnice, je tedy na místě uvést také hodnoty nerozpustné vlákniny v této komoditě. Literatura uvádí $17,40 \pm 1,90$ (Rybicka et al., 2021) a $8,80 \pm 0,01$ % nerozpustné vlákniny v sušině (Niro et al., 2017) u sušených plodů kustovnice. Pro čerstvé plody jsou v literatuře zaznamenány hodnoty nerozpustné vlákniny u různých kultivarů kustovnice s červenými plody ($2,73 \pm 0,16$ % čerstvé váhy), žlutými plody ($2,68 \pm 0,10$ % čerstvé váhy) a černými plody ($2,17 \pm 0,15$ % čerstvé váhy). Ilič et al. (2020) uvedenými výsledky potvrzují výsledky získané Niro et al., (2017), kteří u plodů kustovnice stanovili $2,20 \pm 0,02$ % nerozpustné vlákniny v čerstvé váze.

Dostatečný příjem vlákniny v lidské stravě je spojován s mnohými zdravotními benefity, reálně ale ve stravě konzumentů vyspělého světa není dostatečně zastoupena (Camara et al., 2017). Protože mléčné výrobky ve své neochucené formě neobsahují vlákninu žádnou, jsou různé druhy ovoce vhodnými kandidáty pro obohacení nejen o již zmíněnou vlákninu, ale také široké spektrum bioaktivních látek, čímž lze rozšířit přínos pro lidské zdraví.

5.3 Chitin

V poslední části praktické části práce byl stanoven chitin v larvách a svlecích potměníka moučného (Tabulka 7). Podobně jako u stanovení vlákniny byla použita gravimetrická metoda stanovení, kdy v tomto případě byly předem odstraněny ostatní nutrienty pomocí roztoků kyselin a zásad.

Tabulka 7 Procentuální zastoupení chitinu v sušině larev a svleků potměníka moučného

VZOREK	OBSAH CHITINU [% SUŠINY]	VZOREK	OBSAH CHITINU [% SUŠINY]
	6,13		11,87
LARVY	6,58	SVLEKY	10,45
	4,70		11,49
PRŮMĚR [% SUŠINY]	5,47 ± 0,98	PRŮMĚR [% SUŠINY]	11,27 ± 0,73

V larvách potemníka moučného bylo detekováno průměrně $5,47 \pm 0,98$ % chitinu v sušině a v jeho svlecích pak průměrně $11,27 \pm 0,73$ % chitinu v sušině. Porovnáním naměřených hodnot s literaturou (Tabulka 8) se ukázalo, že detekovaný obsah chitinu v sušině larev koresponduje s výsledky prezentovanými v několika publikacích (Son et al., 2021; Song et al., 2018; Marono et al., 2015). Velmi zajímavou myšlenkou pro budoucí analýzy je využití kapalinové chromatografie v zapojení s fluorescenčním detektorem. Konkrétní kvantifikace chitinu je žádoucí nejen pro zpřesnění jeho stanovení, ale také pro řešení problému s nadhodnocením celkového obsahu bílkovin jako dusíkatých látek díky dusíku vázaném v chitinu. Nevýhodou tohoto typu analýzy je však drahé přístrojové vybavení a také její náročnost – při spektrofotometrické detekci pomocí fluorescenčního detektoru je nutná derivatizace (Han a Heinonen, 2021). Yu, He a Wang (2021) se ve svém výzkumu vydali cestou monitoringu chitinu v různých vývojových fázích potemníka moučného. Nesledovali však pouze obsah chitinu ve vývojových stádiích larvy, kukly a dospělce, ale zaměřili se také na stanovení chitinu v různých instarech larválního stádia. Výsledky, které naměřili, mohou být vysvětlením variability ve stanovených hodnotách chitinu různými výzkumnými týmy (Tabulka 8). Konkrétně bylo zjištěno, že počáteční obsah chitinu v prvním instaru odpovídal $7,19 \pm 0,54$ % chitinu v sušině a trend byl rostoucí až do dvanáctého instaru, kdy larvy obsahovaly $10,13 \pm 0,40$ % chitinu v sušině. Před zakuklením (ve třináctém larválním instaru) se obsah chitinu snížil na $9,93 \pm 0,33$ % sušiny.

Tabulka 8 Srovnání obsahu chitinu v larvách a svlecích potemníka moučného s literaturou

	CHITIN [% SUŠINY]	AUTOR
	$4,50 \pm 0,10$	Han a Heinonen, 2021
LARVY	$4,72 \pm 0,21$	Son et al., 2021
	$4,92 \pm 0,11$	Song et al., 2018
	$5,76 \pm 0,81$	Marono et al., 2015
	$9,03 \pm 1,08$	Yu, He a Wang, 2021
	$11,58 \pm 0,10$	Sáenz-Mendoza et al., 2018
	$13,00 \pm 0,40$	Adámková et. al, 2017
SVLEKY	$18,01 \pm 1,26$	Song et al., 2018

Obsah chitinu ve svlecích potemníka moučného byl očekáván vyšší než u celých larev, což bylo potvrzeno. Důvodem může být fakt, že chitin je obsažen v exoskeletu, tudíž by jeho

obsah měl být v sušině svleků tvořících exoskelet zastoupen procentuálně více. Podobné výsledky publikovali také Song et al. (2018). Je však nutné podotknout, že v případě jejich výzkumu byl obsah chitinu v sušině svleků téměř čtyřnásobný oproti obsah chitinu v sušině celých larev. Přestože bylo procentuální zastoupení chitinu v sušině larev získané v rámci diplomové práce obdobné jako u zmíněných autorů ($5,47 \pm 0,98$ a $4,92 \pm 0,11$ % sušiny), v předložené práci je obsah chitinu v sušině svleků pouze dvojnásobný oproti obsahu chitinu v sušině larev.

ZÁVĚR

Předložená diplomová práce se v rámci teoretické části zabývá fermentovanými mléčnými výrobky a netradičními surovinami, které mohou být potenciálně použity k jejich obohacení z hlediska nutričního i technologického. První část teoretické části práce je věnována fermentovaným výrobkům z mléka, stručně shrnuje jejich historii, surovinovou skladbou, technologii výroby a potenciální přínosy při jejich zařazení do jídelníčku. Druhá část popisuje vybrané netradiční komodity rostlinného i živočišného původu a klade důraz především na jejich intenzivně zkoumané benefity pro lidské zdraví.

Cílem praktické části bylo sledovat vliv netradičních surovin na průběh fermentace u jogurtů obohacených o moučku z potemníka moučného a sušené plody kustovnice čínské. Bylo předpokládáno, že přidavek hmyzí moučky povede podobně jako v předchozích experimentech ke zlepšení fermentace, tento předpoklad se však nepodařilo potvrdit. Naopak v případě přídatku sušené kustovnice byla fermentace na počátku bouřlivější.

TDS představují rychlou, nenáročnou a levnou metodu a bylo by vhodné jejich užití pro další experimenty v potravinářství zejména pro urychlení a usnadnění analýz, ale také validaci výsledků získaných nejen v rámci této práce. Je také žádoucí najít adekvátní referenční metodu pro optimální interpretaci dat získaných pomocí TDS vzhledem ke klasickým analytickým metodám. Vyhovující metoda by ideálně měla sdílet silné stránky měření pomocí TDS zejména na poli jednoduchosti a rychlosti analýz. Vizí do budoucích experimentů je testovat využití TDS také pro monitoring fermentace u jiných druhů fermentovaných mléčných výrobků s použitím jiných mikrobiálních kultur, mlék a jejich obohacení o další netradiční komodity.

V praktické části byl také stanoven obsah neutrálně detergentní vlákniny v různých kultivarech jeřábu ptačího a rakytníku. Testované plodiny mohou být dle provedeného stanovení i literatury vhodnými kandidáty pro obohacování fermentovaných mléčných výrobků o vlákninu a jiné bioaktivní látky zmiňované v teoretické části práce. Bylo také provedeno stanovení chitinu v larvách a svlecích potemníka moučného – nejen díky obsahu chitinu se také jedná o komoditu, která by pro nutriční obohacení fermentovaných výrobků mohla mít zásadní význam. V případě monitoringu fermentace obohacených jogurtů se jednalo o pilotní studii a je výhledově plánováno experiment opakovat a rozšířit např. o různé procentuální přídatky použitých komodit a navýšit počet provedených měření pro optimální interpretaci výsledků.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Adámek, M., Řezníček, M., Adámková, A. the simple thermodynamic sensors for process monitoring in milk production. *Electroscope*. 2010, **3**.

Adámek, M., Adámková, A., Řezníček, M., Kouřimská, L. The estimated possibilities of process monitoring in milk production by the simple thermodynamic sensor. *Potravinářstvo*. 2016, **10**(1), 643-648.

Adámek, M., Adámková, A., Mlček, J., Vojáčková, K., Faměra, O., Búran, M., Hlobilova, V., Bučkova, M., Baroň, M., Sochor, J. Sensor systems for detecting dough properties fortified with grape pomace and mealworm powders. *Sensors*. 2020, **20**(12), 3569.

Adámek, M., Matyáš, J., Adámková, A., Mlček, J., Búran, M., Černeková, M., Ševčíková, V., Zvonková, M., Slobodian, P., Olejník, R. A study on the applicability of thermodynamic sensors in fermentation processes in selected foods. *Sensors*. 2022, **22**(5), 1997.

Adámková, A., Tančinová, D., Adámek, M. *The estimated possibilities of thermodynamic sensors in food industry*. Nitra: Department of Microbiology, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Slovak University of Agriculture in Nitra, 2013.

Adámková, A., Mlček, J., Kouřimská, L., Borkovcová, M., Bušina, T., Adámek, M., Bednářová, M., Krajsa, J. Nutritional potential of selected insect species reared on the island of Sumatra. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2017, **14**(5), 521.

Agrawal, A., Houghton, L. A., Morris, J., Reilly, B., Guyonnet, D., Goupil Feuillerat, N., Schlumberger, A., Jakob, S., Whorwell, P. J. Clinical trial: the effects of a fermented milk product containing *Bifidobacterium lactis* DN-173 010 on abdominal distension and gastrointestinal transit in irritable bowel syndrome with constipation. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*. 2009, **29**(1), 104-114.

Akiyama, K., Horita, K., Sakamoto, T., Satozono, H., Takahashi, H., Goda, Y. Monitoring the progress of lactic acid fermentation in yogurt manufacturing using terahertz time-domain-attenuated total-reflection spectroscopy. *Journal of Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves*. 2019, **40**(11–12), 1160–1167.

Alcorta, A., Porta, A., Tárrega, A., Alvarez M. D., Vaquero, M. P. Foods for plant-based diets: challenges and innovations. *Foods*. 2021, **10**(2), 239.

- Arabaci, G., Usluoglu, A. The enzymatic decolorization of textile dyes by the immobilized polyphenol oxidase from Quince leaves. *Scientific World Journal*. 2014, **2014**, 685975.
- Araújo, S., Matos, C., Correia, E., Antunes, M. C. evaluation of phytochemicals content, antioxidant activity and mineral composition of selected edible flowers. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*. **11**(5), 471-478.
- Aryana, K. J., Olson, D. W. A 100-year review: yoghurt and other cultured dairy products. *Journal of Dairy Science*. 2017, **100**(12), 9987-10013.
- Ashraf, M. U., Muhammad, G., Hussain, M. A., Bukhari, S. N. A. Cydonia oblonga M., a medicinal plant rich in phytonutrients for pharmaceuticals. *Frontiers in Pharmacology*. 2016, **7**, 163.
- Attfield, P. V., Kletsas, S., Veal, D. A., van Rooijen, R., Bell, P. J. L. Use of flow cytometry to monitor cell damage and predict fermentation activity of dried yeasts. *Journal of Applied Microbiology*. 2000, **89**(2), 207–214.
- Baglio, E. *Chemistry and Technology of Yoghurt Fermentation*. 1st ed. Cham: Springer, 2014. ISBN 978-3-319-07376-7.
- Banjari, I., Misir, A., Šavikin, K., Jokic, S., Molnar, M., De Zoysa, H. K. S., Waisundara, V. Y. Antidiabetic effects of Aronia melanocarpa and its other therapeutic properties. *Frontiers in Nutrition*. 2017, **4**, 53.
- Balabanova, T., Ivanova, M., Ivanov, I., Dimitrova, M., Dushkova, M., Vlaseva, R. Lactic acid beverage fortified with goji berry. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2018, **24**(5), 885-890.
- Balta, I., Stef, L., Pet, I., Iancu, T., Stef, D., Corcionivoschi, N. Essential fatty acids as biomedicines in cardiac health. *Biomedicines*. 2021, **9**(10), 1499.
- Bauer, A., Häberli, H., Schimmelpfeng, H. Progress in breeding Ribes x nidigrolaria jostaberries adapted to mechanical harvesting. *Acta Horticulturae*. 2000, **538**, 473-474.
- Barre, A., Velazquez, E., Delplanque, A., Caze-Subra, S., Bienvenu, F., Bienvenu, J., Benoist, H., Rouge, P. Cross-reacting allergens of edible insects. *Revue Française d'Allergologie*. 2017, **56**(7-8), 522-532.
- Beltrán-Barrientos, L. M., González-Córdova A. F., Hernández-Mendoza, A. Torres-Inguanzo, E. H., Astiazarán-García, H., Esparza-Romero, J., Vallejo-Cordoba, B.

- Randomized double-blind controlled clinical trial of the blood pressure–lowering effect of fermented milk with *Lactococcus lactis*: A pilot study. *Journal of Dairy Science*. 2018, **101**(4), 2819-2825.
- Borkovcová, M., Bednářová, M., Fišer, V., Ocknecht, P. *Kuchyně hmyzem zpestřená*. 1. vyd. Brno: Lynx, 2009. ISBN 978-80-86787-37-4.
- Bourrie, B. C. T., Willing, B. P., Cotter, P. D. The microbiota and health promoting characteristics of the fermented beverage kefir. *Frontiers in Microbiology*. 2016, **7**, 647.
- Camara, M., Fernandez-Ruiz, V., Morales, P., Sanchez-Mata, M. C. Fiber compounds and human health. *Current Pharmaceutical Design*. 2017, **23**(19), 2835-2849.
- Carvalho, M., Silva, B. M., Silva, R., Valentão, P., Andrade, P. B., Bastos, M. L. First report on *Cydonia oblonga* miller anticancer potential: differential antiproliferative effect against human kidney and colon cancer cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2010, **58**(6), 3366-3370.
- Casertano, M., Fogliano, V., Ercolini, D. Psychobiotics, gut microbiota and fermented foods can help preserving mental health. *Food Research International*. 2022, **152**, 110892.
- Castro-López, C., Santiago-López, L., Vallejo-Cordoba, B., Conzález-Córdova, A., Liceaga, A. M., García, H. S., Hernández-Mendoza, A. An insight to fermented edible insects: A global perspective and prospective. *Food Research International*. 2020, **137**, 109750.
- Ciesarová, Z., Murkovic, M., Cejpek, K., Kreps, F., Tobolková B., Koplík, R., Belajová, E., Kukurová, K., Daško, L., Panovská, Z., Revenco, D., Burčová, Z. Why is sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) so exceptional? A review. *Food Research International*. 2020, **133**, 109170.
- Chandan, R. C., O'Rell, K. Ingredients for yogurt manufacture. In: *Manufacturing Yogurt and Fermented Milks*. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2013a, 217-238. ISBN 978-1-118-48133-2.
- Chandan, R. C., O'Rell, K. Principles of Yogurt Processing. In: *Manufacturing Yogurt and Fermented Milks*. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2013b, 239-262. ISBN 978-1-118-48133-2.
- Chandra, S., Chapman, J., Power, A., Roberts, J., Cozzolino, D. The application of state-of-the-art analytic tools (biosensors and spectroscopy) in beverage and food fermentation process monitoring. *Fermentation*. 2017, **3**(4), 50.

Chen, X. X., Zheng, R., Liu, R., Li, L. Q. Goat milk fermented by lactic acid bacteria modulates small intestinal microbiota and immune responses. *Journal of Functional Foods*. 2020, **65**, 103744.

Chensom, S., Okumura, H., Mishima, T. primary screening of antioxidant activity, total polyphenol content, carotenoid content, and nutritional composition of 13 edible flowers from Japan. *Preventive Nutrition and Food Science*. 2019, **24**(2), 171-178.

Cormier, H., Thifault, É., Garneau, V., Tremblay, A., Drapeau, V., Pérusse, L., Vohl, M. C. Association between yogurt consumption, dietary patterns, and cardio-metabolic risk factors. *European Journal of Nutrition*. 2016, **55**(2), 577-587.

Český statistický úřad. Spotřeba potravin – 2020 [online]. ČSÚ: ©2021 [cit. 20. 4. 2022]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-potravin>

D'Antonio, V., Battista, N., Sacchetti, G., Di Mattia, C., Serafini, M. Functional properties of edible insects: a systematic review. *Nutrition Research Reviews*. 2021, 1-22.

Dolejší, A., Kott, V., Šenk, L. *Méně známé ovoce*. 1. vyd. Praha: Brázda, 1991. ISBN 80-209-0188-4.

Dong, K., Binosha Fernando, W. M. A. D., Durham, R., Stockmann, R., Jayatunga, D. P. W., Jayasena, V. A role of sea buckthorn on Alzheimer's disease. *International Journal of Food Science and Technology*. 2020, **55**, 3073-3081.

Donno, D., Mellano, M. G., Prgomet, Z., Beccaro, G. L. Advances in *Ribes x nidigrolaria* Rud. Bauer & A. Bauer fruits as potential source of natural molecules: A preliminary study on physico-chemical traits of an underutilized berry. *Scientia Horticulturae*. 2018, **237**, 20-27.

dos Santos, I. C., Reis, S. N. Edible flowers: traditional and current use. *Ornamental Horticulture*. 2021, **27**(4), 438-445.

Dostálová, J. Význam kysaných mléčných výrobků ve výživě. In: *Bakterie mléčného kvašení, probiotika a fermentované mléčné výrobky*. 2. vyd. Praha: Potravinářská komora České republiky, Česká technologická platforma pro potraviny, 2019, 22-25. ISBN 978-80-88019-37-4.

Dreher, M. L. Whole fruits and fruit fiber emerging health effects. *Nutrients*. 2018, **10**, 1833.

- Du, X., Zhang, J. J., Liu, L., Xu, B., Han, H., Dai, W. J., Pei, X. Y., Fu, X. F., Hou, S. Z. A novel anticancer property of Lycium barbarum polysaccharide in triggering ferroptosis of breast cancer cells. *Journal of Zhejiang University – Science B*. 2022, **23**(4), 286-299.
- Edraki, M., Akbarzadeh, A., Hosseinzadeh, M., Tanideh, N., Salehi, A., Koohi-Hosseiniabadi, O. healing effect of sea buckthorn, olive oil, and their mixture on full-thickness burn wounds. *Advances in Skin & Wound Care*. 2014, **27**(7), 317-323.
- Fernandes, R. *Microbiology Handbook: Dairy Products*. 3rd ed. Surrey: Leatherhead Publishing, 2009. ISBN 978-1-90522-462-3.
- Fernandes, L., Casal, S., Pereira, J. A., Saravia, J. A., Ramalhosa, E. Edible flowers: A review of the nutritional, antioxidant, antimicrobial properties and effects on human health. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2017, **60**, 38-50.
- Fernandez, M. A., Marette, A. Novel perspectives on fermented milks and cardiometabolic health with a focus on type 2 diabetes. *Nutrition Reviews*. 2019, **76**, 16-28.
- Fisberg, M., Machado, R. History of yogurt and current patterns of consumption. *Nutrition Reviews*. 2015, **73**(1), 4-7.
- García-Burgos, M., Moreno-Fernández, J., Alférez, M. J. M., Díaz-Castro, J., López-Aliaga, I. New perspectives in fermented dairy products and their health relevance. *Journal of Functional Foods*. 2020, **72**, 104059.
- Ge, X., Tang, N., Huang, Y., Chen, X., Dong, M., Rui, X., Zhang, Q., Li, W. Fermentative and physicochemical properties of fermented milk supplemented with sea buckthorn (*Hippophae eleagnaceae* L.). *LWT – Food Science and Technology*. 2022, **153**, 112484.
- Gomi, A., Iino, T., Nonaka, C., Miyazaki, K., Ishikawa, F. Health benefits of fermented milk containing *Bifidobacterium bifidum* YIT 10347 on gastric symptoms in adults. *Journal of Dairy Science*. 2015, **98**(4), 2277-2283.
- Gomi A., Yamaji, K., Watanabe, O., Yoshioka, M., Miyazaki, K., Iwama, Y., Urita, Y. *Bifidobacterium bifidum* YIT 10347 fermented milk exerts beneficial effects on gastrointestinal discomfort and symptoms in healthy adults: A double-blind, randomized, placebo-controlled study. *Journal of Dairy Science*. 2018, **101**(6), 4830-4841.
- González, S., Fernández-Navarro, T., Arboleya, S., de los Reyes-Gavilán, C. G., Salazar, N., Gueimonde, M. fermented dairy foods: impact on intestinal microbiota and health-linked biomarkers. *Frontiers in Microbiology*. 2019, **10**, 1046.

- Grassi, S., Alamprese, C., Bono, V., Picozzi, C., Foschino, R., Casiraghi, E. monitoring of lactic acid fermentation process using Fourier transform near infrared spectroscopy. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*. 2013, **21**(5), 417–425.
- Guiné, R., Florença, S., Ferrão, A., Bizjak, M., Vombergar, B., Simoni, N., Vieira, V. Factors affecting eating habits and knowledge of edible flowers in different countries. *Open Agriculture*. 2021, **6**(1), 67-81.
- Guo, C., Xin, L., Dong, Y., Zhang, X., Wang, X., Fu, H., Wang, Y. dielectric properties of yogurt for online monitoring of fermentation process. *Food and Bioprocess Technology*. 2018, **11**(5), 1096–1100.
- Gutsal, V., Sieuwerts, S., Bibiloni, R. High-throughput pH monitoring method for application in dairy fermentations. *Journal of Dairy Research*. 2018, **85**(4), 453–459.
- Hawkins, J., Hires, C., Baker, C., Keenan, L., Bush, M. Daily supplementation with aronia melanocarpa (chokeberry) reduces blood pressure and cholesterol: a meta analysis of controlled clinical trials. *Journal of Dietary Supplements*. 2021, **18**(5), 517-530.
- Han, X., Heinonen, M. Development of ultra-high performance liquid chromatographic and fluorescent method for the analysis of insect chitin. *Food Chemistry*. 2021, **334**, 127577.
- Hempfling, K., Fastowski, O., Celik, J., Engel, K. H. Analysis and sensory evaluation of jostaberry (*Ribes x nidigrolaria* Bauer) volatiles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2013, **61**(38), 9067-9075.
- Herrera-Rocha, K. M., Rocha-Guzmán, N. E., Gallegos-Infante, J. A., González-Laredo, R. F., Larrosa-Peréz, M., Moreno-Jiménez, M. R. Phenolic acids and flavonoids in acetic extract from quince (*Cydonia oblonga* Mill.): nutraceuticals with antioxidant and anti-inflammatory potential. *Molecules*. 2022, **27**, 2462.
- Ilić, T., Dodevska, M., Marčetić, M., Božić, D., Kodranov, I., Vidović, B. Chemical characterization, antioxidant and antimicrobial properties of goji berries cultivated in Serbia. *Foods*. 2020, **9**(11), 1614.
- Jaroszewska, A., Biel, W., Telesiński, A. Effect of mycorrhization and variety on the chemical composition and antioxidant activity of sea buckthorn berries. *Journal of Elementology*. 2018, **23**(2), 673-684.

Jasniewska, A., Diowks, A. Wide spectrum of active compounds in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) for disease prevention and food production. *Antioxidants*. 2021, **10**, 1279.

Jiang, H., Zhang, H., Chen, Q., Mei, C., Liu, G. Recent advances in electronic nose techniques for monitoring of fermentation process. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2015, **31**(12), 1845–1852.

Jiang, H. T., Zhang, W. L., Li, X. X., Xu, Y., Cao, J. K., Jiang, W. B. The anti-obesogenic effects of dietary berry fruits: A review. *Food Research International*. 2021, **147**, 110539.

Jin, M. L., Huang, Q. S., Zhao, K., Shang, P. Biological activities and potential health benefit effects of polysaccharides isolated from *Lycium barbarum* L. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2013, **54**, 16-23.

Jing, L. J., Yin, L. B. Antihyperglycemic activity of polysaccharide from *Lycium barbarum*. *Journal of Medicinal Plants Research*. 2010, **4**(1), 23-26.

Jones, R. P. Measures of yeast death and deactivation and their meaning: parts I and II. *Process Biochemistry*. 1987, **22** & **23**, 118-128 & 130-134.

Jurevičiūtė, I., Keršienė, M., Bašinskienė, L., Leskauskaitė, D., Jasutienė, I. Characterization of berry pomace powders as dietary fiber-rich food ingredients with functional properties. *Foods*. 2022, **11**, 716.

Juríková, T., Sochor, J., Rop, O., Mlček, J., Balla, Š., Szekeres, L., Žitný, R., Zítka, O., Adam, V., Kizek, R. Evaluation of polyphenolic profile and nutritional value of non-traditional fruit species in the Czech Republic — a comparative study. *Molecules*. 2012, **17**(8), 8968-8981.

Juríková, T., Mlček, J., Škrovánková, S., Sumczynski, D., Sochor, J., Hlaváčová, I., Snopek, L., Orsavová, J. Fruits of black chokeberry *Aronia melanocarpa* in the prevention of chronic diseases. *Molecules*. 2017, **22**(6), 944.

Kallio, H., Yang, B., Peippo, P. Effects of different origins and harvesting time on vitamin C, tocopherols, and tocotrienols in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2002, **50**(21), 6136-6142.

Kamal-Eldin, A., George, N., Sobti, B., AlRashidi, N., Ghnimi, S., Aziz Ali, A., Andersson, A. A. M., Andersson, R., Antony, A., Hamed, F. Dietary fiber components, microstructure, and texture of date fruits (*Phoenix dactylifera*, L.). *Scientific Reports*. 2020, **10**, 21767.

- Kasprzak-Drozd, K., Oniszczyk, T., Soja, J., Gancarz, M., Wojtunik-Kulesza, K., Markut-Miotła, E., Oniszczyk, A. The efficacy of black chokeberry fruits against cardiovascular diseases. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021, **22**, 6541.
- Kaur, R., Kaur, G., Rima, Mishra, S. K., Panwar, H., Mishra, K. K., Brar, G. S. Yogurt: A nature's wonder for mankind. *International Journal of Fermented Foods*. 2017, **6**(1), 57-69.
- Khan, E., Ahmad, I. Z. An insight into the prophylactic and therapeutic activities of golden apple (*Cydonia oblonga* Mill.) for the future cancer care and prevention: A review. *Annals of Phytomedicine*. 2021, **10**(2), 22-35.
- Kim, M. S., Sohn, H. Y. Anti-coagulation and Anti-platelet Aggregation Activity of the Mature Fruit of *Sorbus commixta*. *Microbiology and Biotechnology Letters*. 2015, **43**(4), 373-377.
- Kim, M., Park, J. M., Kim, Y. M., Chin, Y. W., Lee, M. Y. Antithrombotic effect of *Sorbus commixta* in an arterial thrombosis mouse model. *Natural Product Communication*. 2022, **17**(2), 1-7.
- Kopáček, J. Fermentované mléčné výrobky a vývoj jejich spotřeby v Evropě, v ČR a ve světě. *Mlékařské listy*. 2018, **29**(5), 8-14.
- Kroger, M., Kurmann, J. A., Rasic, J. L. Fermented milks – past, present, and future. In: *Applications of biotechnology to traditional fermented foods*. 1st. ed. Washington DC: National Academies Press, 1992, 61-67. ISBN 0-309-04685-8.
- Krisch, J., Ördögh, L., Galgóczy, L., Papp, T., Vágvölgyi, C. Anticandidal effect of berry juices and extracts from *Ribes* species. *Central European Journal of Biology*. 2009, **4**(1), 86-89.
- Kubczak, M., Khassenova, A. B., Skalski, B., Michlewska, S., Wielanek, M., Skłodowska, M., Aralbayeva, A. N., Nabiyeva, Z. S., Murzakhmetova, M. K., Zamaraeva, M., Bryszewska, M., Ionov, M. *Hippophae rhamnoides* L. leaf and twig extracts as rich sources of nutrients and bioactive compounds with antioxidant activity. *Scientific Reports*. 2022, **12**, 1095.
- Liu, S., Sun, J., Yu, L., Zhang, C., Bi, J., Zhu, F., Qu, M., Jiang, C., Yang, Q. Extraction and characterization of chitin from the beetle *Holotrichia paralela* motschulsky. *Molecules*. 2012, **17**(4), 4604-4611.

- Liu, R. Tam, T. W., Mao, J., Salem, A., Arnason, J. T., Krantis, A., Foster, B. C. In vitro activity of *Lycium barbarum* (Goji) against major human phase I metabolism enzymes. *Journal of Complementary and Integrative Medicine*. 2016, **13**(3), 257-265.
- Lo, A. C. Y., Yang, M. *Lycium barbarum* polysaccharides and ferroptosis: jumping into the era of novel regulated cell death. *Neural Regeneration Research*. 2022, **17**(7), 1473-1474.
- Lu, B., Li, M., Yin, R. Phytochemical content, health benefits, and toxicology of common edible flowers: a review (2000–2015). *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2016, **56**, 130-148.
- Ma, Z., Sun, Q., Chang, L., Peng, J., Zhang, M., Ding, X., Zhang, Q., Liu, G., Liu, X., Lan, Y. A natural anti-obesity reagent derived from sea buckthorn polysaccharides: Structure characterization and anti-obesity evaluation in vivo. *Food Chemistry*. 2022, **375**, 131844.
- Mains, T. P., Payne, F. A., Sama, M. P. (Monitoring Yogurt culture fermentation and predicting fermentation endpoint with fluorescence spectroscopy. *Transactions of the ASABE*. 2017, **60**(2), 529–536.
- Marono, S., Piccolo, G. Loponte, R., Di Meo, C., Attia, Y. A., Nizza, A., Bovera, F. In vitro crude protein digestibility of *Tenebrio molitor* and *Hermetia illucens* insect meals and its correlation with chemical composition traits. *Italian Journal of Animal Science*. 2015, **14**(3), 3889.
- Matyjaszczyk, E., Śmiechowska, M. Edible flowers. Benefits and risks pertaining to their consumption. *Trends in Food Science & Technology*. 2019, **91**, 670-674.
- McCracken, E., Monaghan, M., Sreenivasan, S. Pathophysiology of the metabolic syndrome. *Clinics in Dermatology*. 2018, **36**(1), 14-20.
- Metchnikoff, E., *The Prolongation of Life*. 1st ed. New York: G.P. Putnam's Sons, 1908.
- Mishyna, M., Chen, J. S., Benjamin, O. Sensory attributes of edible insects and insect-based foods – Future outlooks for enhancing consumer appeal. *Trends in Food Science & Technology*. 2020, **95**, 141-148.
- Mlček, J., Rop, O. Fresh edible flowers of ornamental plants – A new source of nutraceutical foods. *Trends in Food Science & Technology*. 2011, **22**(10), 561-569.

Mlček, J., Plášková, A., Juríková, T., Sochor, J., Baroň, M., Ercisli, S. Chemical, Nutritional and sensory characteristics of six ornamental edible flowers species. *Foods*. 2021, **10**(9), 2053.

Mlíkovský, J., Stýblo, P. *Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky*. 1. vyd. Praha: ČSOP, 2006. ISBN 80-86770-17-6.

Mohammadi, A. A., Jazayeri, A., Khosravi-Darani, K., Solati, Z., Mohammadpour, N., Asemi, Z., Adab, Z., Djalali, M., Tehrani-Doost, M., Hosseini, M., Egtesadi, S. The effects of probiotics on mental health and hypothalamic–pituitary–adrenal axis: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial in petrochemical workers. *Nutritional Neuroscience*. 2016, **19**(9), 387-395.

Mohammadi, H., Ghavami, A., Faghihimani, Z., Sharifi, S., Nattagh-Eshtivani, E., Ziaei, R., Miraghajani, M. Effects of probiotics fermented milk products on obesity measure among adults: A systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Journal of Functional Foods*. 2021, **82**, 104494.

Muncan, J., Tei, K., & Tsenkova, R. Real-Time monitoring of yogurt fermentation process by aquaphotomics near-infrared spectroscopy. *Sensors*. 2020, **21**(1), 177.

Murphy, K., O'Donovan, A. N., Caplice, N. M., Ross, R. P., Stanton, C. exploring the gut microbiota and cardiovascular disease. *Metabolites*. 2021, **11**(8), 493.

Nagata, S., Asahara, T., Wang, C., Suyama, Y., Chonan, O., Takano, K., Daibou, M., Takahashi, T., Nomoto, K., Yamashiro, Y. The effectiveness of Lactobacillus beverages in controlling infections among the residents of an aged care facility: A Randomized Placebo-Controlled Double-Blind Trial. *Annals of Nutrition and Metabolism*. 2016, **68**(1), 51-19.

Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu. In: *Úřední věstník Evropské Unie*. L139/55, 30. 4. 2004, s. 14-74. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R0853&from=EN>

Niro, S., Fratianni, A., Panfili, G., Falasca, L., Cinquanta, L., Alam, M. R. Nutritional evaluation of fresh and dried goji berries cultivated in Italy. *Italian Journal of Food Science*. 2017, **29**(3), 398-408.

Nour, V., Panaite, T. D., Corbu, A. R., Ropota, M., Turcu, R. P. Nutritional and bioactive compounds in dried sea-buckthorn pomace. *Erwerbs-Obstbau*. 2021, **63**, 91-98.

Nowakowski, A. C., Miller, A. C., Miller, M. E., Xiao, H., Wu, X. Potential health benefits of edible insects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2022, **62**(13), 3499-3508.

Osimani, A., Milanović, V., Cardinali, F., Roncolini, A., Garofalo, C., Clementi, F., Pasquini, M., Mozzon, M., Foligni, R., Raffaelli, N., Zamporlini, F., Aquilanti, L. Bread enriched with cricket powder (*Acheta domesticus*): A technological, microbiological and nutritional evaluation. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2018, **48**, 150-163.

Peris, M., Escuder-Gilabert, L. On-line monitoring of food fermentation processes using electronic noses and electronic tongues: A review. *Analytica Chimica Acta*. 2013, **804**, 29-36.

Prajapati, J. B., Nair, B. M. The history of fermented foods. In: *Handbook of Fermented Functional Foods*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2008, 1-24. ISBN 978-1-4200-5326-5.

Pires, T. C. S. P., Barros, L., Santos-Buelga, C., Ferreira, I. C. F. R. Edible flowers: Emerging components in the diet. *Trends in Food Science & Technology*. 2019, **93**, 244-258.

Piskernik, S., Vidrih, R., Demšar, L., Koron, D., Rogelj, M., Žontar, T. P., Fatty acid profiles of seeds from different *Ribes* species. *LWT – Food Science and Technology*. 2018, **98**, 424-427.

Potterat, O. Goji (*Lycium barbarum* and *L. chinense*): Phytochemistry, pharmacology and safety in the perspective of traditional uses and recent popularity. *Planta Medica*. 2010, **76**(1), 7-19.

ProFlowers. *Edible Flowers to Top Your Favorite Treats* [online]. FTD, LLC ©2021, [cit. 3. 5. 2022]. Dostupné z: <https://www.proflowers.com/blog/edible-flowers>

Pundir, S., Garg, P., Dviwedi, A., Ali, A., Kapoor, V. K., Kapoor, D., Kulshrestha, S., Lal, U. R., Negi, P. Ethnomedicinal uses, phytochemistry and dermatological effects of *Hippophae rhamnoides* L.: A review. *Journal of Ethnopharmacology*. 2021, **266**, 113434.

Reißner, A. M., Al-Hamimi, S., Quiles, A., Schmidt, C., Struck, S., Hernando, I., Turner, C., Rohm, H. Composition and physicochemical properties of dried berry pomace. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2018, **99**(3), 1284-1293.

- Riahi-Chebbi, I., Haoues, M., Essafi, M., Zakraoui, O., Fattouch, S., Karoui, H., Essafi-Benkhadir, K. Quince peel polyphenolic extract blocks human colon adenocarcinoma LS174 cell growth and potentiates 5-fluorouracil efficacy. *Cancer Cell International*. 2015, **16**, 1.
- Rivas-Garcia, L., Navarro-Hortal, M. D., Romero-Marquez, J. M., Forbes-Hernandez, T. Y., Varela-Lopez, A., Llopis, J., Sanchez-Gonzalez, C., Quiles, J. L. Edible flowers as a health promoter: An evidence-based review. *Trends in Food Science & Technology*. 2021, **117**, 46-59.
- Rizzoli, R., Biver, E. Effects of fermented milk products on bone. *Calcified Tissue International*. 2018, **102**(4), 489-500.
- Referenční hodnoty pro příjem živin*. 1. vyd. Praha: Společnost pro výživu, 2011. ISBN 978-80-254-6987-3.
- Rop, O., Balík, J., Řezníček, V., Juríková, T., Škardová, P., Salaš, P., Sochor, J., Mlček, J., Kramářová, D. Chemical characteristics of fruits of some selected quince (*Cydonia oblonga* Mill.) cultivars. *Czech Journal of Food Science*. 2011, **29**, 65-73.
- Rumpold, B. A., Schlüter, O. K. Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition & Food Research*. 2013, **57**(5), 802-823.
- Rutkowska, M., Kolodziejczyk-Czepas, J., Olszewska, M. A. The effects of *Sorbus aucuparia* L. fruit extracts on oxidative/nitrative modifications of human fibrinogen, impact on enzymatic properties of thrombin, and hyaluronidase activity in vitro. *Antioxidants*. 2021, **10**(12), 2009.
- Rybicka, I.; Kiewilicz, J., Kowalczewski, P. L., Gliszczyńska-Świgło, A. Selected dried fruits as a source of nutrients. *European Food Research and Technology*. 2021, **247**, 2409-2419.
- Sáenz-Mendoza, A. I., Zamudio-Flores, P. B., Palomino-Artalejo, G. A., Tirado-Gallegos, J. M., Carcía-Cano, V. G., Ornelas-Paz, J. J., Rios-Velasco, C., Acosta-Muñiz, C. H., Vargas-Torres, A., Salgado-Delgado, R., Aparicio-Saguilán, A. Physicochemical, morphological and structural characterization of the chitin and chitosan of *Tenebrio molitor* and *Galleria mellonella* insects. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. 2019, **18**(1), 39-56.

Sarv, V., Venskutonis, P. R., Bhat, R. The Sorbus spp. – Underutilised plants for foods and nutraceuticals: review on polyphenolic phytochemicals and antioxidant potential. *Antioxidants*. 2020, **9**(9), 813.

Savaiano, D. A., Hutkins, R. W. Yogurt, cultured fermented milk, and health: a systematic review. *Nutrition Reviews*. 2021, **79**(5), 599-614.

Schäfer, J., Wagner, S., Trierweiler, B., Bunzel, M. Characterization of cell wall components and their modifications during postharvest storage of *Asparagus officinalis* L.: storage-related changes in dietary fiber composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2016, **64**(2), 478-486.

Schmid, V., Steck, J., Mayer-Miebach, E., Behsnilian, D., Briviba, K., Bunzel, M., Karbstein, H. P., Emin, M. A. Impact of defined thermomechanical treatment on the structure and content of dietary fiber and the stability and bioaccessibility of polyphenols of chokeberry (*Aronia melanocarpa*) pomace. *Food Research International*. 2020, **134**, 109232.

Schubertová, S., Krepsová, Z., Janotková, L., Potočňáková, M., Kreps, F. Exploitation of sea buckthorn fruit for novel fermented foods production: a review. *Processes*. 2021, **9**, 749.

Sidor, A., Gramza-Michałowska, A. Black chokeberry *Aronia melanocarpa* L. – A qualitative composition, phenolic profile and antioxidant potential. *Molecules*. 2019, **24**(20), 3710.

Solà Marsiñach, M., Cuenca, A. P. The impact of sea buckthorn oil fatty acids on human health. *Lipids in Health and Disease*. 2019, **18**, 145.

Sołtys, A., Galanty, A., Podolak, I. Ethnopharmacologically important but underestimated genus *Sorbus*: a comprehensive review. *Phytochemistry Reviews*. 2020, **19**(2), 491-526.

Son, Y. J., Hwang, I. K., Nho, C. W., Kim, S. M., Kim, S. H. Determination of carbohydrate composition in mealworm (*Tenebrio molitor* L.) larvae and characterization of mealworm chitin and chitosan. *Foods*. 2021, **10**(3), 640.

Song, Y. S., Kim, M. W., Moon, C., Seo, D. J., Han, Y. S., Jo, Y. H., Noh, M. Y., Park, Y. K., Kim, S. A., Kim, Y. W., Jung, W. J. Extraction of chitin and chitosan from larval exuvium and whole body of edible mealworm, *Tenebrio molitor*. *Entomological Research*. 2018, **48**(3), 227-233.

Stull, V. J., Finer, E., Bergmans, R. S., Febvre, H. P., Longhurst, C., Manter, D. K., Patz, J. A., Weir, T. L. Impact of edible cricket consumption on gut microbiota in healthy adults, a double-blind, randomized crossover trial. *Scientific Reports*. 2018, **8**(1), 10762.

Sun, Q., Du, M., Kang, Y. F., Zhu, M. J. Prebiotic effects of goji berry in protection against inflammatory bowel disease. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2021, 1-25.

Sytařová, I., Orsavová, J., Snopek, L., Mlček, J., Byczyński, Ł., Mišurcová, L. Impact of phenolic compounds and vitamins C and E on antioxidant activity of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries and leaves of diverse ripening times. *Food Chemistry*. 2020, **310**, 125784.

Szajnar, K., Pawlos, M., Znamirowska, A. The effect of the addition of chokeberry fiber on the quality of sheep's milk fermented by *Lactobacillus rhamnosus* and *Lactobacillus acidophilus*. *International Journal of Food Science*. 2021, **2021**, 7928745.

Šavikin, K. P., Zdunić, G. M., Krstić-Milošević D. B., Šircelj, H. J., Stešević, D. D., Pljevljakušić, D. S. *Sorbus aucuparia* and *sorbus aria* as a source of antioxidant phenolics, tocopherols, and pigments. *Chemistry & Biodiversity*. 2017, **14**(22), 1700329.

Ševčíková, V. *Hodnocení vybraných vlastností bezlepkových mouk s přidavkem jedlého hmyzu*. Zlín, 2021. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická.

Tamime, A. Y. Fermented milks: a historical food with modern applications – a review. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2002, **56**(4), 2-15.

Tamime, A. Y., Robinson R. K. *Tamime and Robinson's Yoghurt – Science and Technology*. 3rd ed. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2007. ISBN 978-1-84569-213-1.

Tańska, M., Roszkowska, B., Czaplicki, S., Borowska, E. J., Bojarska, J., Dąbrowska, A. Effect of fruit pomace addition on shortbread cookies to improve their physical and nutritional values. *Plant Foods for Human Nutrition*. 2016, **71**(3), 307-313.

Tasic, N., Jakovljevic, V. L. J., Mitrovic, M., Djindjic, B., Tasic, D., Dragisic, D., Citakovic, Z., Kovacevic, Z., Radoman, K., Zivkovic, V., Bolevich, S., Turnic, T. N. Black chokeberry *Aronia melanocarpa* extract reduces blood pressure, glycemia and lipid profile in patients with metabolic syndrome: a prospective controlled trial. *Molecular and Cellular Biochemistry*. 2021, **476**(7), 2663-2673.

Tichý, L., Pyšek, P. *Rostlinné invaze*. 1. vyd. Brno: Rezekvítek, 2001. ISBN 80-902954-4-4

Tripathi, K., Singh, A. Chitin, chitosan and their pharmacological activities: a review. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2018, **9**(7), 2626-2635.

Usinger, L., Jensen, L. T., Flambard, B., Linneberg, S., Ibsen, H. The antihypertensive effect of fermented milk in individuals with prehypertension or borderline hypertension. *Journal of Human Hypertension*. 2010, **24**(10), 678-683.

van Huis, A. Nutrition and health of edible insects. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*. 2020, **23**(3), 228-231.

van Huis, A., Rumpold, B., Maya, C., Roos, N. nutritional qualities and enhancement of edible insects. *Annual Review of Nutrition*. 2021, **41**, 551-576.

van Huis, A. Edible insects: Challenges and prospects. *Entomological Research*. 2022, **52**(4), 161-177.

Velišek, J. *The Chemistry of Food*. 1st ed. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd., 2014. ISBN 978-1-118-38381-0.

Vyhláška č. 397/2016 Sb., o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy, jedlé tuky a oleje. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2. 12. 2016, částka 162, s. 6261-6285. Dostupná z: <https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=z&id=61316>

Vyhláška č. 274/2019 Sb., kterou se mění vyhláška č. 397/2016 Sb., o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy, jedlé tuky a oleje. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 25. 10. 2019, částka 119, s. 2795-2801. Dostupná z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=38727>

Vyhláška č. 289/2007 Sb., o veterinárních a hygienických požadavcích na živočišné produkty, které nejsou upraveny přímo použitelnými předpisy Evropských společenství. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 14. 7. 2007, částka 95, s. 3970-3986. Dostupná z: <https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=5186>

Vyhláška č. 181/2020 Sb., kterou se mění vyhláška č. 289/2007 Sb., o veterinárních a hygienických požadavcích na živočišné produkty, které nejsou upraveny přímo použitelnými předpisy Evropských společenství, ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 17. 4. 2020, částka 67, s. 1459. Dostupná z: <https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=z&id=65068>

Walstra, P., Wouters, J. T. M., Geurts, T. J. *Dairy Science and Technology*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2006. ISBN 0-8247-2763-0.

- Wang, W., Wang, N., Liu, C., Jin, J. Effect of silkworm pupae peptide on the fermentation and quality of yogurt. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2017, **42**, 12893.
- Wang, W., Liu, H., Yu, Y., Cong, F., Yu, J. Rapid yeast cell viability analysis by using a portable microscope based on the fiber optic array and simple image processing. *Sensors*. 2020, **20**(7), 2092.
- Xie, X. M., Wu, Y. L., Xie, H. T., Wang, H. Y., Zhang, X. J., Yu, J. B., Zhu, S. F., Zhao, J., Sui, L. S., Li, S. P. Polysaccharides, next potential agent for the treatment of epilepsy? *Frontiers in Pharmacology*. 2022, **13**, 790136.
- Yamamura, S., Morishima, H., Kumano-go, T., Suganuma, N., Matsumoto, H., Adachi, H., Sidego, Y., Mikami, A., Kai, T., Masuyama, A., Takano, T., Sugita, Y., Takeda, M. The effect of *Lactobacillus helveticus* fermented milk on sleep and health perception in elderly subjects. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2009, **63**(1), 100-105.
- Yang, E., Fan, L. H., Jiang, Y. M., Doucette, C., Fillmore, S. Antimicrobial activity of bacteriocin-producing lactic acid bacteria isolated from cheeses and yogurts. *AMB Express*. 2012, **2**(1), 48.
- Ye, X., Tian, J., Zheng, Y., Sun, W., Yang, W. Traditional goji berry-based functional food in Chinese history. In: *Phytochemicals in Goji berries: Applications in functional foods*. 1st. ed. Boca Raton: CRC Press, 2020, 1-14. ISBN: 9780367076344
- Yousefi, M., Shadnough, M., Khorshidian, N., Mortazavian, A. M. Insights to potential antihypertensive activity of berry fruits. *Phytotherapy Research*. 2021, **35**(2), 846-863.
- Yu, X., He, Q., Wang, D. Dynamic Analysis of Major Components in the Different Developmental Stages of *Tenebrio molitor*. *Frontiers in Nutrition*. 2021, **8**, 689746.
- Zhou, B. J., Xia, H., Yang, L. G., Wang, S. K., Sun, G. J. The effect of *Lycium barbarum* polysaccharide on the glucose and lipid metabolism: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American College of Nutrition*. 2021, 1-9.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

BMK	bakterie mléčného kysání
EU	Evropská Unie
ČSÚ	Český statistický úřad
HDL	lipoproteiny o vysoké hustotě
RASFF	System rychlého varování pro potraviny a krmiva
TDS	termodynamické senzory
NDF	neutrálně detergentní vláknina

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Klasifikace fermentovaných mléčných výrobků dle použitých kultur, technologie, tučnosti a příchuti (upraveno podle vyhlášek č. 397/2016 Sb. a 274/2019 Sb.; Tamime a Robinson, 2007).....	13
Obrázek 2 Průměrná konzumace fermentovaných mléčných výrobků v evropských zemích v roce 2016 (data převzata z Kopáček, 2018).....	14
Obrázek 3 Spotřeba ostatních mléčných výrobků v ČR v letech 2001-2020 (data převzata z ČSÚ, ©2021).....	15
Obrázek 4 Schéma výroby jogurtu (upraveno dle Fernandes, 2009; Tamime a Robinson, 2007; Chandan a O'Rell, 2013b).....	20
Obrázek 5 Larvy potměníka moučného po jejich vysušení před přípravou moučky	35
Obrázek 6 Schéma termodynamického senzoru (T1, T2 = teplotní čidla)	37
Obrázek 7 Monitorování fermentace jogurtů termodynamickým systémem S1	42
Obrázek 8 Monitorování fermentace jogurtů termodynamickým systémem S2	42

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Požadavky na mikroorganismy použité při výrobě fermentovaných mléčných výrobků (upraveno dle vyhlášky č. 397/2016 Sb. a vyhlášky č. 274/2019).....	12
Tabulka 2 Surovinová skladba připravovaných jogurtů.....	36
Tabulka 3 Použité chemikálie a přístroje, jejich dodavatel a země původu.....	38
Tabulka 4 Navážky lyofilizovaného rostlinného materiálu pro stanovení neutrálně detergentní vlákniny.....	39
Tabulka 5 Navážky larev a svleků pro stanovení chitinu u potměníka moučného.....	41
Tabulka 6 Procentuální zastoupení neutrálně detergentní vlákniny v sušině plodů různých kultivarů jeřábu ptačího a plodech rakytníku.....	45
Tabulka 7 Procentuální zastoupení chitinu v sušině larev a svleků potměníka moučného.....	47
Tabulka 8 Srovnání obsahu chitinu v larvách a svlecích potměníka moučného s literaturou.....	48

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Přehled vybraných jedlých květů (ProFlowers, ©2021)

PŘÍLOHA P I: PŘEHLED VYBRANÝCH JEDLÝCH KVĚTŮ (PROFLOWERS, ©2021)



Browse the guide below to find out how you can incorporate florals into your next dish!



BORAGE BLOSSOM



PERIWINKLE
BLUE

TASTE: refreshing cucumber taste

USE: garnish on top of desserts, soups or dips



BUZZ BUTTON



MUSTARD
YELLOW

TASTE: refreshing with citrus notes

USE: muddle in a cocktail or sprinkle it over dishes



CARNATION



GOLDEN
ORANGE

TASTE: peppery and spicy

USE: toss in a salad or candy to add to desserts



CHAMOMILE



WHITE AND
YELLOW

TASTE: mild apple notes

USE: crush and dry to garnish desserts or use in tea



CHRYSANTHEMUM



WHITE AND
YELLOW

TASTE: grassy sweet

USE: add to tea, salad or garnish for any dish



CORNFLOWER



PERIWINKLE
BLUE

TASTE: clove-like flavor

USE: decorative plate garnish



ELDERFLOWER



TASTE: warm floral notes with hints of vanilla
USE: muddle or infuse in a cocktail or garnish for any dish



GEM MARIGOLD



TASTE: spicy, citrus
USE: sprinkle on salad greens or garnish



KARMA ORCHID



TASTE: fresh, crisp
USE: cake decoration or garnish



LAVENDER



TASTE: sweet floral with hints of citrus
USE: cocktail stir stick or garnish



MARIGOLD



TASTE: light citrus
USE: toss in a salad, soup or use in herb butter



MICRO DIANTHUS



TASTE: strong, tart
USE: cake decoration or freeze in ice cubes for drinks



ROSE



TASTE: sweet with subtle fruit undertones
USE: garnish dishes or freeze in ice cubes for drinks



VIOLA



TASTE: mild-tart flavor
USE: float in your punch bowls or garnish desserts



VIOLET



TASTE: sweet perfume flavor
USE: crystalize in sugar for cake decoration