

Výroba trvanlivého pečiva z netradičních surovin

Bc. Jozef Damašek

Diplomová práce
2020



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Jozef Damašek**
Osobní číslo: **T18257**
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie potravin**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Výroba trvanlivého pečiva z netradičních surovin**

Zásady pro vypracování

I. Teoretická část

1. Shrnout stručně technologii výroby trvanlivého pečiva
2. Charakterizovat netradiční suroviny použité v experimentální části

II. Experimentální část

1. Vyrobit vzorky trvanlivého pečiva s netradičními surovinami
2. Stanovit u nich vybrané nutriční parametry.

Forma zpracování diplomové práce: **Tištěná/elektronická**
Jazyk zpracování: **Slovenština**

Seznam doporučené literatury:

- [1] COLLA, Kathryn, Andrew COSTANZO a Shirani GAMLATH. Fat Replacers in Baked Food Products. *Foods*. 2018, 7 (12). DOI: 10.3390/foods7120192. ISSN 2304-8158.
- [2] KOSANIĆ, Marijana, Branislav RANKOVIĆ a Jelena VUKOJEVIĆ. Antioxidant properties of some lichen species. *Journal of Food Science and Technology*. 2011, 48 (5), 584-590. DOI: 10.1007/s13197-010-0174-2. ISSN 0022-1155.
- [3] ADEOLA, Abiodun A. a Ehimen R. OHIZUA. Physical, chemical, and sensory properties of biscuits prepared from flour blends of unripe cooking banana, pigeon pea, and sweet potato. 2018, 6 (3), 532-540. DOI: 10.1002/fsn3.590. ISSN 20487177.
- [4] ALONGI, Marilisa, Sofia MELCHIOR a Monica ANESE. Reducing the glycemic index of short dough biscuits by using apple pomace as a functional ingredient. *LWT*. 2019, 100, 300-305. DOI: 10.1016/j.lwt.2018.10.068. ISSN 00236438.
- [5] BLANCO CANALIS, M.S., A.E. LEÓN a P.D. RIBOTTA. Incorporation of dietary fiber on the cookie dough. Effects on thermal properties and water availability. *Food Chemistry*. 2019, 271, 309-317. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.07.146. ISSN 03088146.
- [6] KORKMAZ, A.I., H. AKGUL, M. SEVINDIK a Z. SELAMOGLU. Study on determination of bioactive potentials of certain lichens. *Acta Alimentaria*. 2018, 47 (1), 80-87. DOI: 10.1556/066.2018.47.1.10. ISSN 0139-3006.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Daniela Sumczynski, Ph.D.**
Ústav analýzy a chemie potravin

Datum zadání diplomové práce: **17. února 2020**
Termín odevzdání diplomové práce: **15. května 2020**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

doc. RNDr. Iva Burešová, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 17. února 2020

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 užit své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval 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

Diplomová práce se zabývá výrobou a analýzou nutričního profilu dvou druhů trvanlivého pečiva, obohaceného o netradiční suroviny. Teoretická část obsahuje charakteristiku sortimentu trvanlivého pečiva. Dále jsou vystiženy jednotlivé netradiční suroviny, které lze používat při výrobě trvanlivého pečiva. Praktická část se zabývá přípravou vzorků trvanlivého pečiva z daných netradičních surovin. Tyto vzorky byly následně senzorycky a chemicky analyzovány, přičemž byly stanoveny následně nutriční parametry – obsah sušiny, popela, hrubé bílkoviny, škrobu, lipidů, neutrální-detergentní vlákniny, celkový obsah polyfenolů, antioxidační aktivita a stravitelnost.

Klíčová slova: trvanlivé pečivo, netradiční suroviny, jakostní znaky, cereálie, polyfenoly, antioxidační aktivita

ABSTRACT

The thesis deals with the production and analysis of the nutritional profile of two types of pastry, enriched with non-traditional raw materials. The theoretical part contains characteristics of assortment of durable pastry. Furthermore, the individual non-traditional raw materials that can be used in the production of durable pastries are described. The practical part deals with the preparation of samples of durable pastries from given non-traditional raw materials. These samples were subsequently sensory and chemically analysed. The following nutritional parameters were determined – determination of dry mass content, ash, crude protein, starch, lipids, neutral-detergent fibres, digestibility, total polyphenol content and antioxidant activity.

Keywords: durable pastries, non-traditional ingredients, nutritional profile, cereals, polyphenols antioxidant activity

Tu by som rád poďakoval svojej vedúcej diplomovej práce pani doc. Ing. Daniele Sumczynski, Ph.D. za poskytnutú pomoc, trpezlivosť a pripomienky týkajúce sa diplomovej práce. Ďalej by som poďakoval aj pani Ing. Lenke Fojtíkovej za pomoc poskytnutú v laboratóriu. Práca bola podporená grantom UTB v Zlíne IGA/FT/2020/006. Neposlednom rade by som rád poďakoval mojej rodine, priateľke a všetkým, ktorý ma podporovali popri mojom štúdiu.

Prehlasujem, že odovzdaná verzia diplomovej práce a verzia elektronická nahraná do IS/STAG sú totožné.

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 TECHNOLOGIA VÝROBY TRVANLIVÉHO PEČIVA	10
1.1 TYČINKY, PRACLÍKY	10
1.2 KREKERY	11
1.3 ĎALŠIE TRVANLIVÉ VÝROBKY.....	12
1.3.1 Sucháre.....	12
1.3.2 Sušienky.....	12
1.3.3 Trvanlivé pečivo zo šľahaných hmôt.....	13
1.3.4 Piškóty.....	14
1.3.5 Oplátky.....	14
1.3.6 Perníky.....	14
1.3.7 Expandované výrobky.....	14
1.3.8 Knäckebröt.....	15
1.3.9 Macesy.....	15
2 NETRADIČNÉ SUROVINY POUŽIVÁNE PRE VÝROBU V PEČIVÁRENSKOM PRIEMYSLE	16
2.1 PESTRECOVÁ MÚKA.....	16
2.2 TEKVICOVÁ MÚKA	17
2.3 NOPÁLOVÁ MÚKA	17
2.4 KONOPNÁ MÚKA	18
2.5 PROTEÍNOVÉ VÝŤAŽKY	18
2.5.1 Ryžový proteín.....	18
2.6 LIŠAJNÍK ISLANDSKÝ.....	18
2.7 ZÁZVOR.....	19
2.8 CHMEĽ.....	19
2.9 BOROVICOVÁ SILICA	19
2.10 ŠALVIA.....	20
II PRAKTICKÁ ČÁST	21
3 CÍLE PRÁCE	22
4 METODIKA	23
4.1 POUŽITÉ PRÍSTROJE, POMÔCKY.....	23
4.2 POUŽITÉ SUROVINY A CHEMIKÁLIE	23
4.3 VÝROBA VZORIEK	25
4.3.1 Základné receptúry trvanlivého pečiva.....	25
4.3.2 Prvotné prídavky do základných ciest.....	26
4.3.3 Selekcia pripravených vzoriek.....	27
4.3.4 Food pairing.....	27

4.4	SENZORICKÁ ANALÝZA	27
4.5	STANOVENIE OBSAHU VLHKOSTI REFERENČNOU METÓDOU	28
4.6	STANOVENIE OBSAHU POPOLA	29
4.7	STANOVENIE DUSÍKU PODĽA KJELDAHLA S PREPOČTOM NA OBSAH HRUBEJ BIELKOVINY	29
4.8	STANOVENIE OBSAHU LIPIDOV PODĽA SOXHLETA	31
4.9	STANOVENIE ŠKROBU PODĽA EWERSA	31
4.10	STANOVENIE NEUTRÁLNE-DETERGENTNEJ VLÁKNINY	33
4.11	STANOVENIE <i>IN VITRO</i> STRÁVITELNOSTI	34
4.12	STANOVENIE CELKOVÉHO OBSAHU POLYFENOLŮ FOLIN-CIOCALTEUHO METÓDOU	36
4.12.1	Kalibračná krivka pre stanovenie obsahu polyfenolov Folin- Ciocalteuovou metódou	36
4.13	STANOVENIE ANTIOXIDAČNEJ AKTIVITY POMOCOU METÓDY S DPPH	36
4.13.1	Kalibračná krivka pre stanovenie antioxidačnej aktivity metódou s DPPH	37
4.14	VÝPOČET A ŠTATISTIKA	37
5	VÝSLEDKY A DISKUZE	38
5.1	POSTUPNÝ VÝBER JEDNOTLIVÝCH MODIFIKOVANÝCH CIEST I A II	38
5.2	FOOD PAIRING CESTA I A II	39
5.3	PREHEAD FINÁLNYCH ANALYZOVANÝCH VZORIEK PRE STANOVENIE NUTRIČNÝCH ZNAKOV A SENZORICKÉ HODNOTENIE	40
5.4	VÝSLEDKY SENZORICKEJ ANALÝZY	41
5.5	VÝSLEDKY STANOVENIA POPOLA A SUŠINY	42
5.6	VÝSLEDKY STANOVENIA OBSAHU HRUBEJ BIELKOVINY, ŠKROBU A LIPIDOV	43
5.7	VÝSLEDKY STANOVENIA NEUTRÁLNE-DETERGENTNEJ VLÁKNINY A STRÁVITELNOSTI	46
5.8	VÝSLEDKY STANOVENIA CELKOVÉHO OBSAHU POLYFENOLOV A ANTIOXIDAČNEJ AKTIVITY	47
5.8.1	Kalibračná krivka	47
5.8.2	Výsledky stanovenia celkových polyfenolov a antioxidačnej aktivity	48
	ZÁVER	51
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	53
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	62
	SEZNAM OBRÁZKŮ	63
	SEZNAM TABULEK	64
	ZOZNAM PRÍLOH	65

ÚVOD

V mnohých regiónoch prevláda konzumácia živočíšnych tukov a jednoduchých sacharidov na úkor vlákniny, minerálnych látok, vitamínov a ich prekurzorov. Z tohto dôvodu sa táto diplomová práca zaoberá výrobou trvanlivé pečiva z netradičných surovín. Trvanlivé pečivo je z veľkou obľubou konzumované na úkor „zdravších“ potravín. Klasické trvanlivé pečivo je zvyčajne vyrobené z pšeničnej múky, tuku a iných surovín, ktoré neobsahujú nutričné významné živiny. Nadbytočný príjem tuku a sacharidov môže viesť k rôznym ochoreniam ako diabetes, ateroskleróza a iné srdcovo cievne ochorenia. Prídavok netradičných surovín by mohol zlepšiť výživovú hodnotu potravín a tým aj zmierniť riziko vzniku týchto ochorení. Ďalší benefit môže plynúť z toho, že niektoré suroviny môžu obsahovať prirodzené antioxidanty, ktoré môžu pôsobiť proti voľným radikálom, ktoré môžu pôsobiť ako karcinogény.

V teoretickej časti práce bola stručne popísaná technológia výroby trvanlivého pečiva a netradičné suroviny, ktoré môžu mať pozitívny vplyv na nutričný profil trvanlivého pečiva. V praktickej časti boli vyrobené dva druhy trvanlivého pečiva, ktorých podiel pšeničnej hladkej múky bol nahradzovaný netradičnou surovinou. Takto pripravené vzorky boli podrobené selekcii na základe spracovateľnosti cesta a chuti. Následne boli pripravené finálne vzorky sensoricky analyzované, boli stanovované základné nutričné znaky, ďalej celkový obsah polyfenolov a antioxidačná aktivita.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TECHNOLOGIA VÝROBY TRVANLIVÉHO PEČIVA

Aktuálna vyhláška Ministerstva hospodárstva ČR č. 18/2020 Sb. definuje trvanlivé pečivo ako pekársky výrobok vyrobený z pšeničnej muky alebo iných mlynských obilných výrobkov a ďalších zložiek, s obsahom vody najviac 10 % a u perníkov, praclíkov a trvanlivých tyčienok s obsahom vody najviac 16 %, poprípade plnený rôznymi náplňami, ktoré sú stabilne za podmienok uvedených na trh, alebo potáhané, alebo povrchovo upravené [1]. Trvanlivé pečivo sa podľa tejto vyhlášky delí na sušienky, trvanlivé pečivo zo šľahaných hmôt, oplátky, perníky, sucháre, praclíky, trvanlivé tyčinky, knäckebrat, krekry, extrudované a pufované výrobky, obilné celozrnné lupienky, zapekané müsli a macesy.

1.1 Tyčinky, praclíky

Praclíkmi alebo trvanlivými tyčinkami sa rozumie podľa vyhlášky č. 18/2020 Sb. trvanlivé pečivo z cesta nakypreného chemicky alebo biologicky, ktoré je pri pečení presušené v celom objeme [1].

Praclíky a tyčinky spadajú do triedy biologicky nakypreného pečiva. Bežne sa do receptúry používa kombinácia biologického a chemického kyprenia. Tradičné praclíky sa bežne pletú ručne, zapletaním kynutého cesta do typického uzlovitého tvaru. Technologicky je tento tvar veľmi ťažko dosiahnuteľný, pre tvarovanie praclíkov sa využívajú prístroje, ktoré automaticky uchytia konce cesta a zároveň konce navzájom zauzlia a zlepia. Tieto výrobky majú typickú arómu a lesk. Vlhkosť majú približne 2 – 4 %, čo zabezpečuje dlhú trvanlivosť výrobku. Pre výrobu praclíkov a tyčienok je dôležité zvoliť vhodnú múku, ktorá má obsah proteínov asi 9 %. Po zmiešaní s vodou sa v ceste začína mechanickým namáhaním tvoriť lepok, ktorý dodáva cestu visko-elastické vlastnosti a umožňuje cesto tvarovať. Ďalšou dôležitou prísadou sú kvasinky, ktoré produkujú oxid uhličitý a tým vytvárajú vzduchové váčky, ktoré rovnomerne nakypria výrobok. Ďalšou surovinou je tuk, ktorý inhibuje tvorbu lepku. To dopomáha dosiahnutiu väčšieho cesta, zvyšuje jeho objem a tiež dodáva jeho typickú textúru. Zvyčajne sa používa okolo 2 – 3 % tuku [2, 3].

Technológia zahŕňa zmiešanie všetkých potrebných surovín (muka, voda, cukor, hydrogén uhličitý, sodný, kvasnice, tuk, soľ, prípadné iné suroviny), ktoré sa vymiešajú v horizontálnom mixéri na homogénnu hmotu. Následne sa cesto necháva 30 minút fermentovať. Po fermentácii nasleduje tvarovanie, ktoré prebieha najčastejšie pomocou

nízkotlakých extrudérov. Praclíky sú vytlačované cez tvarovaciu matricu a rotujúcim nožom odrezané, ďalší spôsob tvarovania môže byť pomocou automatického tvarovača, ktorý zauzlí praclík do požadovaného tvaru. Na druhej strane tyčinky sú vytlačované pomocou nízkotlakých extrudérov v podobe dlhých šnúr ktoré sú gilotínovým krájačom (obr. 1) rozrezané na požadovanú dĺžku [3, 4, 5].



Obr. 1 Gilotinový krájač [53]

Výrobky sú presúvané do alkalického roztoku, ktorý pozostáva z 1 % NaOH o teplote 93 °C, v ktorom sa máčajú asi 15 sekúnd. Po kúpeli v alkalickom roztoku prebieha solenie kamennou soľou, ktorá zaujíma asi 2 % soli z výrobku. Následne sa pečú v pásových peciach v ktorých sa teplota pohybuje od 176 – 285 °C s výdržou 4 – 8 minút. Zo začiatku pečenia je teplota vysoká, aby došlo k typickému sfarbeniu na povrchu, nasleduje rýchle zníženie a postupné zvyšovanie teploty, aby sa zabránilo krehkej textúre, ktorá by mohla predstavovať problém pri transporte, alebo by mohla negatívne ovplyvniť senzorické vlastnosti. Praclíky a tyčinky sa pečú do vlhkosti asi 15 %, potom sa presunú do ďalšej časti pece s teplotou 120 °C, v ktorej prebieha dosušenie výrobkov na požadovanú vlhkosť [6, 7, 8].

1.2 Krekery

Krekeroým pečivom sa rozumie podľa vyhlášky č. 18/2020 Sb. pečivo z laminátového cesta nakypreného buď chemicky alebo biologicky [1].

Majú bežne kratšiu dobu trvanlivosti, vďaka zvýšenému obsahu tuku. Pre výrobu je vhodnejšia múka so silnejším lepkom. Múka sa upravuje často siričitanom sodným, alebo

enzýmami. Cesto je často kyprené chemicky pomocou hydrogénuhličitanu sodného a hydrogénuhličitanu amónneho, niekedy s kombináciou droždia. Krekery sa delia na sôda krekery, savoury krekery a krekery. Krekery sa tradične vyrábajú s kvasným predstupňom, ktorý je pripravený zmiešaním múky, vody a sladovej múčky. Cesto sa nechá kysnúť pri teplote 27 °C po dobu 12 – 20 hodín. Po kvasení sa do neho zamiešajú ostatné suroviny až vznikne tuhé cesto. Cesto sa necháva 3 – 5 hodín fermentovať. Moderný spôsob nezahŕňa vedenie pomocou kvasného predstupňa, ale priame vedenie zo sypkých surovín, ktoré sú zmiešané spolu s vodou a kvasnicami. Po prvom hnetení je do cesta pridaná ďalšia voda spolu s enzýmami. Nasleduje spracovanie hnetením, valcovaním a laminátovaním. Laminátovanie je charakteristické pre krekery, pri čom je z cesta vyváľaný tenký plát, ktorý je opakovane prekladaný, až sa docieli listovej štruktúry. Táto úprava dodáva krekeru jeho charakteristické vlastnosti ako je krehkosť. Po spracovaní sú krekery vykrajované do požadovaných tvarov, navlhčené a posypané napr. soľou. Krekery sú pečené po dobu 3 – 5 minút pri 290 až 360 °C. Vychladnuté krekery sa balia do nepriedušných obalov a uvádzajú na trh [2, 3, 10].

1.3 Ďalšie trvanlivé výrobky

1.3.1 Sucháre

Podľa vyhlášky č. 18/2020 Sb. definujeme sucháre ako výrobky z cesta nakypreného chemicky alebo biologicky a po upečení krájané na plátky a restované [46]. Výroba suchárov vyžaduje múku, ktorá disponuje silným a pružným lepkom, soľ, cukor, prípadne tuk a vaječné výrobky. Vykysnuté cesto sa vytvaruje do formy bochníkov, ktoré sa pečú najčastejšie v pásových peciach po dobu asi 35 minút pri 210 až 220 °C. Takto upečený polotovar sa nazýva krudon, ktorý sa ďalej necháva odležať, aby sa vlhkosť rovnomerne rozšírila naprieč striedkou. Následne sú nakrájané na 5 až 8 mm hrubé plátky, ktoré sú opekané z oboch strán pri teplote 190 – 210 °C [4, 7, 11].

1.3.2 Sušienky

Sušienky sú podľa vyhlášky č. 18/2020 Sb. trvanlivé pečivo získané upečením hmoty, nekyprené alebo chemicky nakyprené [1]. Sušienky sa často líšia obsahom tuku od 0 až 35 % a cukru od 10 do 20 %. Často sú dodatočne upravované, a následne sa delia na plnené, polomáčané, celomáčané, poprípade môžu byť ozdobené rôznymi posýpkami. Základná surovinová skladba sa skladá z múky, hydrogénuhličitanu sodného a hydrogénuhličitanu

amónného, vajec alebo vaječných produktov, sušeného mlieka, aromatických a dochucujúcich látok, tuku a vody. Základom technológie je zo zmiešaných surovín vymiesiť vhodné cesto, ktoré sa líši ďalšou technológiou spracovania ako tvarovanie. Sušienkové cesto sa tvaruje rôznymi spôsobmi: vypichovaním, lisovaním, vytlačovaním a striekaním. Pre každý spôsob je špecifický iný obsah bielkovín uvedený v tabuľke 1.

Tab. 1 Vhodný obsah bielkovín pre jednotlivé spôsoby formovania sušienok

Spôsob formovania	Obsah bielkovín (%)
Vypichované	7 – 8
Lisované	8 – 9
Vytlačované	7 – 8
Striekané	7,5 – 8,5

Po tvarovaní sa môžu sušienky posypávať rôznymi ochucujúcimi látkami. Následne sa pečú v pasových peciach pri teplotách 240 – 280 °C po dobu 4 – 5 minút. Po upečení sú schladené na 30 °C. Sušienky sú kyprené pomocou chemických kypridiel, vďaka ktorým dochádza k homogénemu nakypreniu pomocou rovnomerne silno stenných malých pórov. Obsah vody sa po upečení pohybuje od 1 – 4 % [2, 3, 4].

1.3.3 Trvanlivé pečivo zo šľahaných hmôt

Trvanlivým pečivom zo šľahaných hmôt sú podľa vyhlášky č. 18/2020 Sb. výrobky kyprené výhradne mechanicky, ktorých základnými surovinami sú vaječný obsah a cukor [1]. Do sortimentu trvanlivého pečiva zo šľahaných hmôt spadajú piškóty, kokosky a pasians. Bielkoviny z použitých surovín pri mechanickom namáhaní denaturujú, a umožňujú do seba zašľahávať plyn a tým tvoriť stabilnú penu. Za penotvorné schopnosti sú zodpovedné ovoalbumin a ovomukoid, ovomucin zas penu stabilizuje. Cukor znižuje výťažnosť, ale významne zlepšuje stabilitu peny. Do hotových pien sa mimo cukru pridáva múka [3, 12].

1.3.4 Piškóty

Základnými surovinami pre prípravu piškót sú vaječné produkty, hladká pšeničná múka so slabým lepkom a cukor. Z vaječných bielkov je ušľahaná tuhá pena, do ktorej je počas miešania pridaný cukor a pena z vaječných žĺtkov. Hotová pena je zmiešaná s múkou do vytvorenia penového cesta. Piškóty sa pečú 2 – 4 minúty pri maximálnej teplote 320 °C. Počas pečenia sa vzduchové bubliny v ceste rozpínajú a zabezpečujú dobré nakyprenie produktu s veľmi jemnými pórmami [3, 12].

1.3.5 Oplátky

Oplátky sa podľa vyhlášky č. 18/2020 Sb. rozumejú ako výrobky získané upečením tenkej vrstvy cesta alebo hmoty kontaktným spôsobom vo formách [1]. Technológia spočíva v príprave riedkeho cesta, ktoré pozostáva hlavne z vody alebo mlieka, prípadne kombináciou vody a sušeného mlieka, múky so slabým lepkom, cukru, tuku a príslušného emulgátoru (najčastejšie vaječný žĺtok). Cesto sa naleje na rozpálené platne, ktoré sa spoja a oplátku upečú. Takto upečená oplátka má po upečení asi 2 % vlhkosti [10, 12, 13].

1.3.6 Perníky

Perník je podľa vyhlášky č. 18/2020 Sb. pečený výrobok z chemicky nakypreného cesta sladeného medom, neutralizovaným inverzným cukrovým sirupom alebo inverzným cukrom, dochutený korením [1]. Receptúra sa skladá z múky, invertného sirupu, ktorý pôsobí hygroskopicky, aromatického korenia, vody, chemického kypridla, tuku, vaječných produktov. Po príprave sirupu sa do sirupu primieša múka s olejom, vaječnými produktmi a aromatickými koreniami. Po vyhnetení sa cesto necháva odležať pri teplote asi 4 °C po dobu 2 – 3 dni. Počas tejto doby prebiehajú v ceste biochemické zmeny, ktoré ovplyvňujú finálnu chuť a trvanlivosť. Následne sa perníky tvarujú vypichovaním, alebo lisovaním do foriem. Vytvarované perníky sa pečú v pásových peciach pri teplote 220 – 300 °C po dobu cca 5 minút. Vychladený perník sa následne môže upravovať plnením ovocnými alebo tukovými náplňami, pot'ahovaním čokoládovými alebo cukrovými polevami [3, 5, 36].

1.3.7 Expandované výrobky

Pufovaným výrobkom sa podľa vyhlášky č. 18/2020 Sb. rozumie výrobok vyrobený z obrúsených zvlhčených obilných zŕn jedného alebo viac botanických druhov obilnín, ryže alebo pohanky v expanznej forme pečúceho zariadenia pôsobením tlaku a teploty. Extrudovaným výrobkom je pekársky výrobok, vyrobený z mlynských obilných výrobkov

a ďalších zložiek extrúznou technológiou pôsobením tlaku a teploty [1]. Cela zmes sa pod vysokým tlakom extrémne stlačí a následne sa tlak rýchlo uvoľní, čím dôjde k rýchlemu vyrovnaniu tlakov, čo spôsobí expanziu výrobku. Navlhčené zrno sa umiestni do pufovacieho dela, kde sa celá zmes pod vysokým tlakom zahreje až na 300 °C po uvoľnení tlaku dôjde k vyrovnaniu s atmosférickým tlakom a vlhkosť sa zo zrna ihneď vyparí, pričom dôjde k zmäknutiu a expanzii zrna [12, 33].

Extrudované výrobky sa vyrábajú vo vysokotlakovom extrudéri, ktorý je tvorený tubou a slimákovitou skrutkou, ktorá sa otáča a spontánne stláča zmes, pričom zvyšuje tlak a teplotu. Zmes je neskôr vytlačená cez úzky otvor pričom ihneď expanduje a zároveň dochádza k tepelnému opracovaniu. V závislosti na extrúzii sa podmienky môžu pohybovať od 80 do 250 °C, tlak 2 až 20 MPa vlhkosti 5 – 40 % a času od 5 do 100 s [16, 41].

1.3.8 Knäckebröt

Knäckerbrotem sa rozumie pekársky výrobok krehké konzistencie zvyčajne v tvare obdĺžnika, získaný tepelnou úpravou ciest z mlynských obilných výrobkov a ďalších zložiek [1]. Vyrába sa biologickým kyprením, kyprením pomocou kvásku, alebo sa vzduch zavádza mechanicky pomocou šľahania. Následne sa pečie, vlhkosť výrobku nesmie presiahnuť 10 %. Hotové pečivo je tvrdé a krehké [14, 15, 16].

1.3.9 Macesy

Cesto pozostáva hlavne z vody a múky. Cesto nie je nijak kyprené, preto spracovanie musí prebiehať čo najrýchlejšie, a to najlepšie do 18 minút. Pri dlhšej dobe by sa totiž mohla v ceste pomnožiť prirodzená mikroflóra, ktorá by mala za následok nežiaduce nakyprenie pečiva. Cesto je vyformované do tenkých deravých platov a pečené pri vysokých teplotách. Po vychladnutí sú macesy balené a distribuované [14, 16, 17, 37].

2 NETRADIČNÉ SUROVINY POUŽÍVÁNE PRE VÝROBU V PEČIVÁRENSKOM PRIEMYSLE

Trh s netradičnými surovinami neustále rastie. V praxi sa bežne môžeme stretnúť s alternatívnymi náhradami pšeničnej múky, ktorá neobsahuje lepok. Tieto náhrady sa stavajú neodmysliteľnou súčasťou ľudí, čo trpia celiakiou alebo inou potravinovou neznášanlivosťou alebo alergiou. Mimo múčnych náhrad je možné použiť aj iné netradičné suroviny, sú to rôzne koreniny, semená rastlín, extrakty, či byliny. Preto sa táto práca venuje netradičným surovinám, s ktorými je možno nahradiť alebo obohatiť napríklad podiel múky v pečivu. Už malý prídavok netradičnej suroviny vie vplyvať na chuť, textúru, ale aj výživovú hodnotu výrobku. Za zmienku stojí, že výrobky z netradičných surovín pripravené mlynským procesom sú zvyčajne nazývané múky, ale v skutočnosti nejde o klasické múky mlynsky spracované, keďže sa nejedná o obilniny.

2.1 Pestrecová múka

Pestrec mariánsky (*Silybum marianum*) môže byť vhodnou netradičnou surovinou do pečiva. Obzvlášť jeho semená (Obr. 3) sa môžu použiť na prevenciu pri liečení pečene, žlčníka, cirhózy, žltacky apod. Veľký podiel z mastných kyselín zaberá esenciálna linoleová kyselina (ω -3). Pestrecové semiačka sú veľmi dobrým zdrojom minerálnych prvkov ako horčíka a vápnika. Výskumy ukazujú, že podiel pestrecovej múky (obr. 2) môže dosahovať až 10 % bez toho, aby bola výrazne ovplyvnená kvalita výrobku [20, 21]. Ďalšia štúdia ukázala, že múka z pestreca mariánskeho obsahuje viaceré polyfenolické zlúčeniny, ktoré môžu pôsobiť ako antioxidanty a zároveň ovplyvňovať črevnú mikroflóru [19].



Obr. 2 Múka zo semien
pestreca mariánskeho[56]



Obr. 3 Semená pestreca mariánskeho[57]

2.2 Tekvicová múka

Tekvicová múka vyrobená zo semiačok, je vedľajším produktom pri výrobe tekvicového oleja a je bohatá na vlákninu. Tekvicová múka je výrazným zdrojom vitamínov, minerálnych prvkov, karotenoidov a ostatných bioaktívnych látok. Tekvica môže taktiež slúžiť ako prevencia proti hypertenzii. Múka sa bežne používa vo výžive v krajinách, kde sa vyskytuje malnutricia, keďže je dobrým zdrojom proteínov, lipidov a vlákniny. V neposlednej rade je múka zo semiačok charakteristická svojím dobrým antioxidačným potenciálom [33, 34].

2.3 Nopálová múka

Nopálový kaktus (rod *Opuntia*, čeľaď *Cactaceae*) je pôvodom z Ameriky (Mexiko). Dneska sa s ním bežne môžeme stretnúť v stredozemných oblastiach ako Taliansko, Grécko a iné. Bol používaný ako funkčná potravina a liek v tradičnej medicíne pri metabolických problémoch, problémoch s pečeňou a bakteriálnymi infekciami. Ako jedlo sa konzumujú ako plody, tak aj stebľa kaktusu (nopály). Sú známe pre vysoký obsah vlákniny, a bolo preukázané, že extrakty z nopálov obsahujú polyfenolické zlúčeniny ako flavonoidy a fenolové kyseliny, ktoré majú antioxidačnú kapacitu. Pri štúdiách bolo dokázané, že extrakt z nopálu bol schopný zhasť voľne radikály *in vitro*. Zároveň bolo skúmané, že konzumácia nopálu zvyšuje antioxidačnú kapacitu v krvi a krvnej plazme *in vivo*. Z týchto poznatkov môžeme usúdiť, že nopál je veľmi dobrým antioxidantom, ktorý

by sa mohol využívať ako prísada do jedla alebo hlavná surovina. Ďalšia štúdia ukazuje, že sušenie nopálu pomáha uchovávať bioaktívne látky pri strate do 20 %. Preto sušená múka pripravená z kaktusového nopálu môže byť dobrým zdrojom týchto zlúčenín [22, 23, 24, 25].

2.4 Konopná múka

Obsahuje vysoké množstvo rozpustnej a nerozpustnej vlákniny, ktorá pomáha správne zažívaniu a pôsobí prebioticky. Konopná múka môže dosahovať až 60 násobný obsah vlákniny oproti pšeničnej hladkej múke. Taktiež je výborným zdrojom bielkovín, obsahuje až 2 krát viac bielkovín ako pšeničná múka. Konopná múka je dobrým zdrojom lipidov a esenciálnych ω -3 a ω -6 mastných kyselín. Z výživového hľadiska je prítomnosť týchto kyselín pozitívna, ale pri nevhodných podmienkach môžu tieto mastné kyseliny rýchlo autooxidovať a ovplyvňovať akosť výrobku. Mimo iné už 10 % prídavok konopnej múky vie viac ako zdvojnásobiť obsah minerálnych prvkov ako vápnika, horčíka, železa a fosforu. Tieto minerálne prvky sú nevyhnutné pre fungovanie ľudského organizmu [47].

2.5 Proteínové výťažky

2.5.1 Ryžový proteín

Ryža predstavuje hlavnú zložku potravy pre viac ako dve tretiny svetovej populácie. Ryža obsahuje približne 7 – 13 % bielkovín. Skladba aminokyselín je veľmi podobná odporúčeniam svetovej zdravotnej organizácie (WHO, World Health Organization). Ďalšou výhodou ryžového proteínu je, že pri jeho požití nie sú bežne vyskytujúce sa alergie alebo neznášanlivosť. Je veľmi dobre stráviteľný, neutrálnej chuti a dobre sa hodí na doplnenie bielkovín v pečivu, ale aj iných výrobkov [50].

2.6 Lišajník islandský

Lišajník je symbiotický organizmus huby a riasy. Lišajníky produkujú veľké rozmedzie látok z nutričným a farmaceutickým potenciálom. Štúdie sa zaujímajú o lišajník hlavne pre tento potenciál, ktorý môže slúžiť ako prevencia proti rôznym ľudským, ale aj zvieracím ochoreniam. Bežne sa rôzne druhy lišajníkov využívajú pre ľudskú aj živočíšnu spotrebu a vďaka ich bioaktívnym látkam môžu byť alternatívou chemickým liečivám, ktoré môžu spôsobiť nežiaduci efekt. Vo viacerých štúdiách bolo preukázané, že lišajníky majú silné antioxidačné, antimikrobiálne a protirakovinové účinky *in vitro* [51, 52, 70].

2.7 Zázvor

Zázvor je rastlina z čeľade d'umbierovité (*Zingiberaceae*). Je veľmi známy ako korenina, ktorá sa používa viac v ázijských krajinách. Napriek tomu ju stále môžeme považovať za netradičnú, keďže v našich končinách nenachádza veľké technologické využitie, a to hlavne v pekárskom priemysle. Zázvor obsahuje veľké množstvo biologicky aktívnych látok ako sú terpény a oleoresin. Zázvor obsahuje aj látky gingeroly, ktoré spôsobujú pálenie v ústach. Mimo to je zázvor známy ako dobrý antioxidant, pôsobí antimikróbně, ale ma aj antidiabetický účinok. V zázvore bolo identifikovaných viac ako 50 látok, ktoré preukázali antioxidačnú aktivitu. Zázvor môže aj pri pridaní menších množstiev zlepšiť antioxidačnú aktivitu výrobku. Extrakt zo zázvoru pôsobí proti väčšiemu spektru patogénnych mikroorganizmov ako *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Bacillus subtilis* a kvasinkám *Candida albicans*. Mimo to, zázvor pôsobí aj proti hepatotoxínom ako alkohol, paracetamol, CCl₄, Pb, Cd a iným [43, 48, 47].

2.8 Chmeľ

Chmeľ otáčavý (*Humulus lupulus*) obsahuje množstvo látok s proti rakovinovým potenciálom. Chmeľ je zvyčajne pestovaný v miernejšom pásme. Má hlavný podiel na horkej chuti piva a jeho charakteristickú arómu. Horké kyseliny, ktoré chmeľ obsahuje, vykazujú podľa štúdií protirakovinové účinky. Chmeľ obsahuje aj látky ako kvercetin a isokvercetin, ktoré pôsobia ako antioxidanty [26, 27, 28, 29].

2.9 Borovicová silica

Borovicová silica je získavaná zo stromov rodu *Pinaceae*. Esenciálny olej získaný z ihličia obsahuje rôzne organické zlúčeniny, ktoré majú pozitívny vplyv na ľudské zdravie. Borovica sa tiež môže používať v alternatívnej medicíne, ktorá využíva borovicové šišky na liečenie ochorení dýchacích ciest, kašľa, nachladnutia a iných. Esenciálny olej sa často využíva aj v kozmetike. Štúdie ukázali, že esenciálne oleje z borovic disponujú antioxidačnou a analgetickou aktivitou. Mimo to silica pôsobí antibakteriálne a antifungálne. Ďalšia štúdia sa zaoberá ochranným efektom esenciálneho oleja proti poškodeniu pečene a obličiek spôsobeného užívaním aspirínu. Táto štúdia bola prevedená na laboratórnych hlodavcoch [31].

2.10 Šalvia

Šalvia je lekárska bylina, ktorá obsahuje dôležité bioaktívne zlúčeniny ako flavanoidy a fenolové kyseliny. Šalvia je často používaná v tradičnej medicíne, ale aj ako bylina, ktorá sa pridáva do jedál kvôli jej nezameniteľnej chuti. V súčasnosti bolo izolovaných 75 typov fenolových kyselín a 50 typov flavonoidov. V Ázii sa používa v tradičnej medicíne pre jej antimikróbne vlastnosti, močopudnosť, schopnosť zrážať horúčku a iné. Šalvia sa taktiež pýši dobrou antioxidačnou aktivitou [30, 32].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 CÍLE PRÁCE

Cieľom tejto diplomovej práce bolo pripraviť dva základné druhy trvanlivého pečiva, do ktorých boli pridávané určité podiely netradičných surovín. Bolo pripravených celkovo 72 modifikácii ciest, ktoré boli podrobené selekcii na základe spracovateľnosti, objemovej výťažnosti a chuti. Výsledné receptúry boli spárované s vhodnou netradičnou surovinou, ktoré boli nakombinované pomocou foodpairingových máp. Po selekcii a spárovaní bolo vybraných finálnych 6 vzoriek z každého druhu trvanlivého pečiva.

Tieto vzorky boli následne podrobené senzorickej analýze, kde boli hodnotené základné senzorické parametre ako chrumkavosť, vzhľad a farba, chuť a vôňa, ale aj celková preferencia výrobku. Cieľom bolo zistiť ako ovplyvňuje prídavok netradičných surovín senzorický profil trvanlivého pečiva.

Potom boli vzorky podrobené chemickej analýze, kde boli analyzované základne nutričné znaky ako sušina, obsah popola, hrubé bielkoviny, škrobu, neutrálne-detergentnej vlákniny a stráviteľnosť. Následne bol stanovený celkový obsah polyfenolov a antioxidačná aktivita. Účelom bolo zistiť ako prídavok určitých netradičných surovín ovplyvňuje nutričný profil vzorky.

4 METODIKA

4.1 Použité přístroje, pomůcky

Pre jednotlivé stanovenia boli použité nasledujúce prístroje a pomôcky:

- kuchynský mixér Braun (MR 6550 MCA, ČR)
- analytické váhy (AFA 210 LC, Schoeller, ČR)
- destilačná aparátúra Behr S2 (Labor-Komplet, ČR)
- sušiareň (Venticell 111 Comfort, BTM a.s., ČR)
- muflová pec (LM 112 10 ML W Elektro – VEBF, Nemecko)
- predvážky (Kern 6002, Nemecko)
- extrakčné patróny (Verkon, Praha, ČR)
- Soxtherm (Gerhard, Nemecko)
- polarimeter (Optika Mikroskopes, Itálie)
- vodný kúpeľ (Memmert, Nemecko)
- mineralizátor Selecta (Blockdigest 12, O. K. Servis BioPro, Praha, ČR)
- ultrazvukový kúpeľ TESLA (Labicom, ČR)
- filtrační vrecká F57 veľkosť pórov 50 μm (AnkomTechnology, New York, USA)
- impulzná zvaračka (KF-200 HC, ČR)
- Ankom²²⁰ analyzátor vlákny (Ankom Technology, New York, USA)
- pH metr typ 211 (Hanna Instrument)
- inkubačné fľaše (Adam, AFA-210 LC, Schoeller, ČR)
- Daisy^{II} inkubátor (Ankom Technology, New York, USA)
- magnetické miešadlo s ohrevom (WiseStirr MSH-20D, Wisd Laboratory Instruments, Nemecko)
- spektrofotometr Lambda 25 (Perkin Elmer Inc., USA)
- bežné laboratórne pomôcky a sklo.

4.2 Použité suroviny a chemikálie

Pre jednotlivé stanovenia boli použité tieto chemikálie:

- H_2SO_4 96% (Penta, ČR)
- H_2O_2 30% (Penta, ČR)
- NaOH 30 hmot. % (Penta, ČR)

- H_3BO_3 2 hmot. % (Penta, ČR)
- Tashiho indikátor (Penta, ČR)
- $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ (Ing. PetrLukeš, Uherský Brod, ČR)
- H_2SO_4 (0,0254 mol.dm⁻³) (Penta, ČR)
- n-hexan (Penta, ČR)
- HCl (Penta, Ing. Petr Švec, Uherský Brod, ČR)
- Carrez I (30 hmot. % ZnSO_4) (Penta, ČR)
- Carrez II (15 hmot. % $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$) (Penta, ČR)
- NDC (disodná soľ kyseliny etylendiamintetraoctové, tetraboritan sodný dekahydrát, hydrogenfosforečnan sodný, laurylsulfát sodný) (Ankom Technology, USA)
- acetón p.a. (Penta, Ing. PetrLukeš, Uherský Brod, ČR)
- siričitan sodný (Lach-Ner, s.r.o, Neratovice, ČR)
- α -amyláza (Ankom Technology, USA)
- trietylglykol (Ankom Technology, USA)
- pankreatin z bravčového pankreasu (Merck KGaA, Damstadt, Německo)
- pepsín z bravčovej žalúdočnej sliznice (Merck KGaA, Damstadt, Německo)
- KH_2PO_4 (Ing. PetrLukeš, Uherský Brod, ČR)
- $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ (Ing. PetrLukeš, Uherský Brod, ČR)
- acetonitril (Ing. PetrLukeš, Uherský Brod, ČR)
- metanol 20 %, (Lachner, s.r.o., ČR)
- Folin-Ciocalteuho činidlo, (Penta s.r.o., ČR)
- Na_2CO_3 20 %, (Lachema, ČR)
- DPPH (2,2-difenyl-1-pikrylhydrazyl), (Sigma Aldrich, Německo)
- standard troloxu (Sigma Aldrich, Německo)
- standard kyseliny gallové (Sigma Aldrich, Německo)
- destilovaná voda.

Pre výrobu vzoriek boli použité nasledujúce suroviny:

- Konopná múka (Zdraví z přírody, ČR)
- Tekvicová múka (Zdraví z přírody, ČR)
- Ryžový proteín (Zdraví z přírody, Belgicko)
- Nopálová múka (Zdraví z přírody, Mexiko)
- Sušený sladový výt'azok (Sladovňa s.r.o., ČR)

- Pestrecová múka (Zdraví z přírody, ČR)
- Konopný proteín (Zdraví z přírody, Nizozemsko)
- Slničnicový proteín (Zdraví z přírody, ČR)
- Banánová múka (Zdraví z přírody, ČR)
- Šípková múka (Zdraví z přírody, ČR)
- Cukor kryštál (Slovenské cukrovary, s.r.o., SR)
- Sušený zázvor mletý (Sonnentor s.r.o., ČR)
- Sušená šalvia (Sonnentor s.r.o., ČR)
- Jedlá sóda (Thymos s.r.o., SR)
- Chmeľove kvety (Salvia Paradise s.r.o., ČR)
- Borovicový extrakt (Happy Food s.r.o., SR)
- Parmezán (Bonat, Taliansko)
- Sušené kvasnice (Dr. Oetker s.r.o., Nemecko)
- Soľ (Solivary Trade, s.r.o., SR)
- Sušená srvátka (TopNature s.r.o., ČR)
- Droždie (Dr. Oetker s.r.o., Nemecko)

4.3 Výroba vzoriek

4.3.1 Základné receptúry trvanlivého pečiva

Pre analýzu boli pripravené dva druhy základných ciest pre trvanlivé pečivo, ktoré boli označené ako cesto I a cesto II.

Pre výrobu cesta I bola základná receptúra: na 100 g pšeničnej hladkej múky T650 boli použité nasledujúce suroviny: 1,5 g cukru kryštál, 1,5 g soli (NaCl), 0,12 g hydrogénuhličitanu sodného (NaHCO₃), 39 ml vody, 12,5 g palmového tuku a 0,12 g lyofilizovaného droždia. Po zmiešaní všetkých surovín a vymiesení homogénneho cesta bolo cesto ponechané kysnúť pri laboratórnej teplote po dobu najmenej 30 minút. Pripravené cesto bolo rozváľané na hrúbku cca 3 mm a vypichované do tvaru kruhov o priemere 3 cm.

Pre výrobu cesta II boli na 100 g pšeničnej hladkej múky T650 použité nasledujúce suroviny: 4,8 g cukru kryštál, 2,9 g soli (NaCl), 3,5 g hydrogénuhličitanu sodného (NaHCO₃), 1,1g hydrogén uhličitanu amónneho (NH₄HCO₃), 31 ml vody, 14 g repkového oleja, 3,8 g sladového výťažku a 5,2 g sušenej srvátky. Po zmiešaní všetkých surovín

a vymiesení homogénneho cesta bolo toto ponechané pri laboratórnej teplote po dobu najmenej 30 minút. Pripravené cesto bolo rozváľané na hrúbku cca 3 mm a vypichované do tvaru kruhov o priemere 3 cm.

4.3.2 Prvotné prídavky do základných ciest

Základné receptúry uvedené v kapitole 4.3.1 boli nasledovne modifikované, za účelom zvýšenia nutričnej hodnoty a využitia netradičných či menej zvyčajných surovín, pričom bol nahradený obsah pšeničnej hladkej múky. K jej čiastočnému nahradeniu boli v prvej fáze použité netradičné múky, a to aj z iných surovín ako obilniny či pseudoobilniny a takisto z ich proteínových výťažkov.

Tab. 2 Percentuálny podiel alternatívnych múk v ceste I

Múka	hmotn. %		
pestrecová	5	10	–
nopálová	5	10	–
banánová	5	10	15
konopná	2	5	10
tekvicová	5	10	15
šípková	5	10	10

Tab. 3 Percentuálny podiel proteínových výťažkov v ceste I

Proteíny	hmotn. %	
slnečnicový	5	10
konopný	5	10
ryžový	5	10

Tab. 4 Percentuálny podiel alternatívnych múk v ceste II

Múka	hmotn. %		
pestrecová	5	10	–
nopálová	5	10	–
banánová	5	10	15
konopná	5	10	15
tekvicová	5	10	15
šípková	5	10	15

Tab. 5 Percentuálny podiel proteínových výťažkov v ceste II

Proteíny	hmotn. %	
konopný	5	10
ryžový	5	10

4.3.3 Selekcia pripravených vzoriek

Pripravené vzorky boli následne podrobené selekcii, keďže nie všetky vzorky boli vhodné pre ďalšie analýzy, pričom sa bral dôraz na chuť hotového výrobku (kapitola 4.4), objemovú výťažnosť výrobku, chrumkavosť a celkový dojem výrobku. V neposlednej rade boli zo vzoriek vyradené vzorky, ktoré pri spracovaní cesta boli nevyhovujúce, a to v prípade ak bolo cesto ťažko spracovateľné, drobné, príliš lepivé apod.

4.3.4 Food pairing

Food pairing je metóda párovania nezvyčajných kombinácií potravín, ktoré prinášajú nový chuťový zážitok. Zakladá sa na tom, že dve rôzne potraviny majú podobný chuťový resp. aromatický komplex. Tento poznatok priniesol kombináciu rôznych chuti, ako bielej čokolády a kaviáru, alebo čokolády a karfiolu [35]. Cieľom food pairingu bolo spárovať výsledné vzorky s inou surovinou, aby spotrebiteľ zaujala svojou netradičnou vyváženou chuťou. Mimo to, pridanie ďalšej suroviny môže zlepšiť nutričnú hodnotu vzorky. Tekvica je známa, že sa dobre páruje s parmezánom a šalviou, alebo chmeľom. Konopná múka zase obsahuje podobné aromatické zlúčeniny ako borovica. Konopná múka sa taktiež kombinuje spolu so zázvorom. Ako pomôcka, ktorá pomáha správne nakombinovať chute slúži food-pairingová mapa (ukážka food-pairingovej mapy v Prílohe II) [54, 55].

4.4 Senzorická analýza

Cieľom senzorickej analýzy bolo zistiť, či hodnotitelia vedia rozpoznať rozdiely medzi vzorkami v senzorickej akostných znakoch a zhodnotiť preferenciu pre dané typy v čerstvo pripravených vzorkách pečiva. Hodnotila sa chrumkavosť, chuť a vôňa a vzhľad a farba. Tieto parametre boli hodnotené stupnicovou skúškou pomocou 5 stupňovej hedonickej stupnice (1 – vynikajúci, 3 – dobrý, 5 – neprijateľný) (ISO 4121:2003). Následne boli hodnotené 2 druhy vzoriek najprv obohatené netradičnou surovinou a potom vzorky obohatené o proteínový výťažok. Použitá bola poradová skúška a hodnotila sa celková preferencia (ISO 8587:2006). Senzorickej analýzy sa zúčastnilo 11 hodnotiteľov

z radov študentov Univerzity Tomáša Bati ve Zlíně, ktorý boli zaškolený podľa ISO 8586:2012. Vyhodnocovanie bolo uskutočnené v testovacích miestnostiach, ktoré spĺňajú kritéria ISO 8589:2007. Pre vyhodnotenie stupnicovej skúšky bol použitý program StatK25, kde bol použitý Kruskal-Wallisov test, ktorý umožňuje zistiť rozdiel nie však smer rozdielu. Pre zistenie smeru rozdielu bol použitý test viacnásobného párového porovnávania (Nemenyiho test), ktorý umožňuje zistiť, ktorý výrobok je odlišný. Pre vyhodnotenie stupnicovej skúšky bol použitý program StatK25 za použitia Friedmanovho testu. Pre určenie rozdielu v konkrétnom vzorku, bol opätovne použitý Nemenyiho test (Dotazník pre senzorické hodnotenie je uvedený v Prílohe PI).

4.5 Stanovenie obsahu vlhkosti referenčnou metódou

Stanovenie vlhkosti je gravimetrická metóda, kde boli predsušené Al-misky v sušiarňi pri teplote 130 ± 3 °C počas 1 hodiny boli následne vložené do exsikátoru a zvážené na analytických váhach s presnosťou na 0,1 mg. Do Al-misiek bol navážený 1 g vzorky s presnosťou na 0,1 mg. Misky so vzorkou boli sušené v sušiarňi pri teplote 130 ± 3 °C po dobu 1 hodiny. Po vytiahnutí a vychladnutí v exsikátore boli misky zvážené. Pre každú vzorku boli vykonané 3 stanovenia, ktorých priemer a smerodajná odchýlka je výsledkom stanovenia. Postup bol vykonaný podľa modifikácie normy ČSN ISO 712 (461014).

Výpočet obsahu vlhkosti [%]:

$$V = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} * 100 \quad (1)$$

kde: m_1 – hmotnosť prázdnej vysušenej misky [g],

m_2 – hmotnosť misky so vzorkou trvanlivého pečiva pred sušením [g],

m_3 – hmotnosť misky so vzorkou po sušení [g].

Výpočet obsahu sušiny [%]:

$$S_s = 100 - V \quad (2)$$

kde: S_s – obsah sušiny [%],

V – obsah vlhkosti [%].

4.6 Stanovenie obsahu popola

Pre stanovenie popola boli vypálené porcelánové kelímky po dobu 1 hodinu pri teplote 550 ± 25 °C. Následne boli vložené do exsikátoru a po ich vychladnutí boli zvážené s presnosťou na 0,1 mg. Do kelímkov bolo navážených 1 g vzorky na analytických váhach s presnosťou na 0,1 mg. Vzorky v kelímkoch boli spálené pri teplote 550 ± 25 °C po dobu 5,5 hodín. Z pece boli kelímky so vzorkami presunuté do exsikátoru, kde sa nechali pozvoľné vychladnúť. Po vychladnutí boli kelímky zvážené na analytických váhach s presnosťou na 0,1 mg. Stanovenie bolo vykonané 3 krát pre každú vzorku. Postup bol prevedený podľa modifikácie normy ČSN ISO 2171 (461019).

Výpočet obsahu popola [%]:

$$P = \frac{m_1 - m_2}{m_3 - m_2} * 100 \quad (3)$$

kde: m_1 – hmotnosť kelímku s popolom [g],

m_2 – hmotnosť prázdneho kelímku [g],

m_3 – hmotnosť kelímku s navážkou vzorku trvanlivého pečiva [g].

4.7 Stanovenie dusíku podľa Kjeldahla s prepočtom na obsah hrubej bielkoviny

Stanovenie dusíka bolo vykonané mineralizáciou tak, že do mineralizačnej skúmavky bolo navážené 0,25 g vzorky s presnosťou na 0,1 mg. Do skúmavky bolo následne pridané 10 ml koncentrovanej 96% H_2SO_4 , 0,5 ml 30% peroxidu vodíka a 1 lyžička katalyzátoru ($Na_2SO_4 + CuSO_4 \cdot 5 H_2O$ v pomere 1:10). Celá skúmavka bola vložená do mineralizátoru Block Digest 12, ktorý bol vybavený odsávaním pár a splodín, ktoré pri mineralizácii vznikajú. Prístroj sa nachádzal v zapnutom digestore, a skúmavky boli zahrievané vyhrievacím blokom na 400 °C po dobu 1 hodinu. Po skončení mineralizácie boli vychladnuté mineralizáty kvantitatívne prevedené do 25ml odmerných baniek, ktoré boli doplnené destilovanou vodou po rysku. Z tejto banky bolo prepipetované 10 ml mineralizátu do destilačnej banky, ktorá bola premiestnená do automatickej destilačnej aparatúry Behr S2, ktorá automaticky dávkovala 30% hmot. roztok NaOH. Po jeho pridaní do vzorky bol uvoľnený amoniak, ktorý bol predestilovaný vodnou parou do predom pripravených baniek s 50 ml 2% hmot. roztoku H_3BO_4 . Výsledný roztok bol titrovaný $0,025 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ H_2SO_4 na indikátor Tashiro do červenofialového sfarbenia. Obsah dusíku

bol spočítaný s presnej spotreby H_2SO_4 a pomocou prevádzacieho faktoru 6,25 bol obsah dusíku prepočítaný na obsah hrubej bielkoviny. Stanovenie bolo vykonané 3 krát pre každú vzorku. Obsah dusíku bol stanovený podľa modifikácie normy ČSN EN ISO 20483.



Obr. 4 Destilačná aparátúra Behr S2

Výpočet obsahu dusíka v navážke vzorku:

$$M_b = V_b * 10 - 3 * c * M_N * f_t * f_z * f_{pr} \quad (4)$$

- kde: V_b – spotreba odmerného roztoku H_2SO_4 [ml],
 c – presná koncentrácia odmerného roztoku H_2SO_4 [$mol \cdot dm^{-3}$],
 M_N – molárna hmotnosť dusíku [$M_N = 14,01 \text{ g} \cdot mol^{-1}$],
 f_t – titračný faktor ($f_t = 2$),
 f_z – zred'ovací faktor ($f_z = 25 \text{ ml} / 10 \text{ ml} = 2,5$),
 f_{pr} – prepočítavací faktor podľa druhu potraviny ($f_{pr} = 6,25$).

Výpočet obsahu hrubej bielkoviny [%]:

$$S_B = \frac{m_B}{m_n} * 100 \quad (5)$$

- kde: m_b – obsah hrubej bielkoviny [g],
 m_n – hmotnosť navážky vzorky trvanlivého pečiva [g].

4.8 Stanovenie obsahu lipidov podľa Soxhleta

Extrakčné nádoby spolu s varnými kamienkami, ktoré sú určené na extrakciu tukov boli predsušené v sušiarňi po dobu 30 minút pri 105 °C. Nádoby s kamienkami boli uložené do exsikátoru a po vychladnutí zväžené s presnosťou na 0,1 mg. Do čistých extrakčných patrón bolo na analytických váhach navážených 2 g vzorky, a následne boli vložené v drôtených držiakoch do extrakčnej nádoby. Následne bolo do nádob naliatych 100 ml n-hexanu a vrch patróny bol prikrytý kusom vaty. Tieto nádoby boli premiestnené do prístroja Soxtherm, kde prebehla extrakcia po dobu 2 hodín a 22 minút. Po ukončení extrakcie bol prebytočný n-hexan odparený na ohrevnom hniezde. Po odparení boli nádobky vysušené v sušiarňi pri teplote 65 °C a po vychladnutí v exsikátore boli ihneď zväžené na analytických váhach s presnosťou na 0,1 mg. Stanovenie prebehlo 3 krát pre jednu vzorku, z ktorej bol vypočítaný priemer.

Výpočet obsahu lipidov [%]:

$$S_L = \frac{m_2 - m_1}{m_{vz}} * 100 \quad (6)$$

kde: m_1 – hmotnosť nádoby s varnými kamienkami [g],

m_2 – hmotnosť vysušenej nádoby s lipidmi [g],

m_{vz} – hmotnosť navážky vzorky trvanlivého pečiva [g].

4.9 Stanovenie škrobu podľa Ewersa

Najprv bolo do lodičky na analytických váhach s presnosťou na 0,1 mg navážených 5 g vzorky, ktorá bola presypaná do 100ml odmernej banky do ktorej bolo pridaných 25 ml 1,124 hmot. % HCl. Pritom boli spláchnuté všetky ostatky vzorky, ktoré boli prichytené na stenách banky. Následne bola banka vložená do vriacej vody, kde bola po dobu 3 minút neustále miešaná, po tejto dobe bol obsah banky varený 15 minút. Po vytiahnutí banky bolo priliaty ďalších 20 ml 1,124 hmot. % HCl a banka bola schladená pod tečúcou vodou. Po vychladnutí bola vzorka vyčerená 3 ml činidla Carrez I (30 hmot. % $ZnSO_4$) pričom bol obsah miešaný po dobu 1 minúty, následne boli pridané 3 ml Carrez II (15 hmot. % $K_4[Fe(CN)_6]$) a obsah bol opätovne miešaný po dobu 1 minúty. Obsah bol ponechaný po dobu 5 minút reagovať a následne bol doplnený destilovanou vodou po rysku. Banka bola prefiltrovaná cez skladaný suchý filter. Prvé podiely filtrátu boli opäť vliate späť na filter (obr. 5). Číry filtrát bol naplnený do polarimetrickej trubice a následne bola zmeraná

optická otáčavosť vzorky. Stanovenie bolo prevedené pre každú vzorku 3 krát. Stanovenie obsahu škrobu bolo prevedené podľa modifikácie metódy podľa Ewersa (ČSN EN ISO 10520).



Obr. 5 Filtrácia vzoriek pri stanovení škrobu

Výpočet pre α :

$$\alpha = [\alpha]_{\lambda}^t * l * c \quad (7)$$

Výpočet obsahu škrobu [%]:

$$S\check{S} = \frac{\alpha * 100}{[\alpha]_{\lambda}^t * l * m_{vz}} \quad (8)$$

kde:

α – špecifická otáčavosť škrobu,

$[\alpha]_{\lambda}^t$ – špecifická otáčavosť pri teplote t a vlnovej dĺžke λ [°],

– pre pšeničný škrob 182,7°,

l – dĺžka polarimetrickej trubice (hrúbka vrstvy) [dm],

m_{vz} – navážka vzorku trvanlivého pečiva [g],

c – koncentrácia stanovovanej látky [g.ml⁻¹].

4.10 Stanovenie neutrálne-detergentnej vlákniny

Bol pripravený roztok neutrálne-detergentného činidla, ktorý bol pripravený zmiešaním 120 g NDC (obsahujúci disodnú soľ kyseliny etylendiamintetraoctovej, tetraboritan sodný dekahydrát, hydrogenfosforečnan sodný a laurylsulfát sodný) s 20 ml trietylglykolu. Všetky chemikálie boli rozpustené v 2 l destilovanej vody. Potom bol pripravený neutrálne-detergentný roztok (NDR) pridaním 20 g siričitanu sodného a 4 ml α -amylázy do NDC. Následne boli filtračné vrecká F57 vyprané v acetóne, aby boli zbavené mastnoty a hneď nato boli odvetrané v digestore a zvážené na analytických váhach. Po zvážení bola do nich navážená 0,5 g vzorky s presnosťou na 0,1 mg. Vrecká boli zatavené, jedno vrecko bolo zatavené bez vzorky aby bolo možné stanoviť korekciu. Vrecká boli vložené do prístroja Ankom²²⁰, do ktorého bol naliaty neutrálne-detergentný roztok. Prístroj bol zahriaty na 100 °C, potom bolo zapnuté sa miešanie po dobu 75 minút. Po ukončení miešania bol NDR vypustený pomocou výpustného ventila. Následne bol 3x prevedený preplach horúcou vodou s prídavkom α -amylázy. Pri každom prepláchnutí bolo zapnuté miešanie na 5 minút. Posledný štvrté prepláchnutie bol prevedený studenou destilovanou vodou. Vrecká boli vysušené na filtračnom papieri, následne vyprané v acetóne a opätovne osušené. Vrecká boli následne prenesené do sušiarne, kde boli sušené pri teplote 105 °C po dobu 4 hodín. Suché vrecká boli zvážené na analytických váhach s presnosťou na 1 mg a potom boli vložené do predom vyžíhaných a prevážených porcelánových kelímkov. Vrecká boli spálené po dobu 5,5 hodín pri teplote 550 °C. Po vychladnutí v exsikátore boli kelímky s popolom zvážené s presnosťou na 0,1 mg na analytických váhach. Stanovenie bolo pre každú vzorku vykonané 3 krát.

Výpočet obsahu neutrálne-detergentnej vlákniny [%]:

$$CF = \frac{(m_3 - m_1 * c_1) - (m_4 - m_1 * c_2)}{m_2} \quad (9)$$

kde: m_1 – hmotnosť prázdneho vrecka [g],

m_2 – hmotnosť navážky vzorky trvanlivého pečiva [g],

m_3 – hmotnosť vrecka po vysušení [g],

m_4 – hmotnosť popola po spálení vzorky s vreckom [g],

c_1 – korekcia hmotnosti vrecka po hydrolyze [g],

c_2 – korekcia hmotnosti vrečka po spálení [g] ,

m_S – hmotnosť vysušeného prázdneho vrečka po hydrolýze [g],

m_P – hmotnosť popola prázdneho vrečka [g].

Výpočet korekcie [g]:

$$c_1 = \frac{m_S}{m_1} \quad (10)$$

$$c_2 = \frac{m_P}{m_1} \quad (11)$$

kde: m_S – hmotnosť vysušeného prázdneho vrečka po hydrolýze [g],

m_P – hmotnosť popola prázdneho vrečka [g].

4.11 Stanovenie *in vitro* stráviteľnosti

Stanovenie stráviteľnosti bolo prevedené enzymatickou hydrolýzou, a to v kombinácii pepsínu a pankreatínu (zmes lipázy, amylázy a proteázy). Pre stanovenie boli použité filtračné vrecká F57 vyprané v acetóne, aby boli zbavené mastnoty a hneď nato boli odvetrané v digestore a zvážené na analytických váhach s presnosťou na 0,1 mg. Následne bola do vreciek navážených 0,25 g vzorky s presnosťou na 0,1 mg. Vrecká boli zatavené, jedno vrecko bolo zatavené bez vzorky pre určenie korekcie. Tieto vrecká boli spoločne vložené do inkubačných fliaš. Do týchto fliaš bola vliata 1,7 l HCl o koncentrácii 0,1 mol.dm⁻³ a vzápätí do nich boli nasypané 3 g pepsínu (na 25 vreciek). Fľaše boli zavreté a inkubované v inkubátore Daisy^{II} po dobu 4 hod pri teplote 37 °C. Po vyprázdnení fľaše boli vrecká prepláchnuté destilovanou vodou, ktorá bola následne čiastočne vytlačená pomocou filtračného papiera. Medzitým bol namiešaný sodno-fosfátový pufer o pH 7,45 a o objemu 1,7 l. Tento pufer bol pripravený zmiešaním KH₂PO₄ (9,078 g na 1l) a z Na₂HPO₄.12 H₂O (23,889 g na 1l). V tomto pufri boli rozpustené 3 g pankreatínu (na 25 vreciek) a tento roztok bol spolu s vreckami naliaty do inkubačnej fľaše. Vzorky boli inkubované v Daisy^{II} po dobu 24 hodín. Vrecká boli viackrát prepláchnuté destilovanou vodou, kým sa nevypláchol zostávajúci roztok a nechali sa sušiť v sušiarňi pri teplote 105 °C po dobu 24 hodín. Po tejto dobe sa nechali vychladnúť v exsikátore. Suché a vychladnuté vrecká sa zvážili s presnosťou na 0,1 mg. Následne boli spálené v predom vypálených a zvážených kelímkoch pri teplote 550 ± 25 °C po dobu 5,5 hodín. Kelímky

boli po vychladnutí v exsikátore zvažene s presnosťou na 0,1 mg. Pre stanovenie stráviteľnosti bolo nutné paralelne stanoviť aj sušinu a popol. Stráviteľnosť bola vyjadrená v % ako OMD (Organic matter digestibility, stráviteľnosť organickej hmoty) a aj ako DMD (Dry matter digestibility, stráviteľnosť sušiny).

Výpočet stráviteľnosti [%]:

$$DM = 100 - \frac{100 * DMR}{m_2 * DM} \quad (12)$$

$$DMR = m_3 - m_1 * c_1 \quad (13)$$

$$DM = \frac{S * m_s}{100} \quad (14)$$

$$OMD = \frac{100 * (DMR - AR)}{m_2 * DM * OM} \quad (15)$$

$$AR = m_4 - m_1 * c_1 \quad (16)$$

$$OM = \frac{S - P}{100} \quad (17)$$

kde: DMD – stráviteľnosť sušiny vzorky trvanlivého pečiva [%],

DMR – hmotnosť vzorku (bez vrečka) po inkubácii a vysušení [g],

DM – obsah sušiny vo vzorke trvanlivého pečiva [g],

OMD – hodnota stráviteľnosti organickej hmoty vo vzorke trvanlivého pečiva [%],

AR – hmotnosť popola vzorky trvanlivého pečiva (bez vrečka) [g],

OM – obsah organickej hmoty v sušine vzorky trvanlivého pečiva [g],

S – obsah sušiny vo vzorke trvanlivého pečiva [%],

P – obsah popola vo vzorke trvanlivého pečiva [%],

m_s – hmotnosť vzorky pre stanovenie sušiny [g],

m_1 – hmotnosť prázdneho vrečka [g],

m_2 – hmotnosť vzorku trvanlivého pečiva [g],

m_3 – hmotnosť vysušeného vrečka so vzorkou [g],

m_4 – hmotnosť popola spáleného vrečka so vzorkou [g],

c_1 – korekcia hmotnosti vrečka po inkubácii,

c_2 – korekcia hmotnosti vrečka po spálení.

4.12 Stanovenie celkového obsahu polyfenolů Folin-Ciocalteuho metódou

Do 10 ml odmernej banky bolo pipetovania 5 ml destilovanej vody, ku ktorej bolo pridané potrebné množstvo extraktu vzorky, 0,5 ml Folin-Ciocalteuova činidla, 1,5 ml 20% Na_2CO_3 a banka bola doplnená destilovanou vodou po rysku. Obsah štandardnej banky bol premiešaný a umiestnený na 30 minút do temna. Po uplynutí tejto doby bolo vykonané meranie absorbancie pri vlnovej dĺžke 765 nm na spektrofotometri Lambda 25 oproti blanku. Z nameraných hodnôt bol s pomocou rovnice kalibračnej krivky štandardu vypočítaný celkový obsah polyfenolov vo vzorke, ktorý bol vyjadrený ako ekvivalentné množstvo mg kyseliny gallové v 1 g vzorky. Stanovenie bolo pre všetkých extrakty vykonané dva krát a každé opakovanie bolo premerané trikrát. Bolo teda získaných 12 hodnôt pre každú frakciu každej vzorky.

4.12.1 Kalibračná krivka pre stanovenie obsahu polyfenolov Folin-Ciocalteuovou metódou

Ako štandard bola použitá kyselina gallová, ktorej zásobný roztok bol vytvorený rozpustením v metanole na koncentrácii $4\,000\text{ mg.l}^{-1}$. Riedením bola vytvorená kalibračná rad o koncentráciách 20, 50, 100, 200, 400, 600 a 800 mg.l^{-1} . Do 10ml odmernej banky bolo odpipetované 5 ml destilovanej vody, ku ktorej sa pridalo 200 μl štandardu, 500 μl Folin-Ciocalteuova činidla, 1,5 ml 20% uhličitanu sodného a odmerná banka bola doplnená po rysku. Obsah banky bol premiešaný a umiestnený na 30 minút do tmy. Potom boli jednotlivé koncentrácie premerané na spektrofotometri Lambda 25 pri vlnovej dĺžke 765 nm. Z nameraných hodnôt bola zostavená kalibračná krivka ako závislosť absorbancie A na koncentrácii c kyseliny gallovej [mg.l^{-1}].

4.13 Stanovenie antioxidačnej aktivity pomocou metódy s DPPH

Pre stanovenie je potrebné pripraviť pracovný roztok DPPH (2,2-difenyyl-1-pikrylhydrazylu). Na zásobný roztok bolo rozpustených 24 mg DPPH v 100 ml metanolu. Zo zásobného roztoku bol namiešaný pracovný roztok v pomere 10 ml zásobného roztoku DPPH na 45 ml metanolu. Bola zmeraná absorbancia pracovného roztoku A_0 proti metanolu pri 515 nm. Pre meranie bolo do skúmavky odpipetované 8,55 ml pracovného roztoku DPPH a potrebné množstvo extraktu vzorky. Zmes sa nechala 60 minút reagovať v tme. Po uplynutí doby bola zmeraná absorbancia A_1 pri vlnovej dĺžke 515 nm. Z nameraných hodnôt úbytku absorbancie, bola vypočítaná podľa vzorca 1 hodnota

inaktivácie. Výsledná antioxidačná aktivita bola vypočítaná na základe rovnice lineárnej regresie a bola vyjadrená ako ekvivalentné množstvo mg troloxu v 1 g vzorky. Stanovenie bolo pre všetkých extrakty vykonané dva krát a každé opakovanie bolo premerané trikrát. Bolo teda získaných 12 hodnôt pre každú frakciu každej vzorky.

$$\text{Inaktivácia (\%)} = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \cdot 100 \quad (18)$$

4.13.1 Kalibračná krivka pre stanovenie antioxidačnej aktivity metódou s DPPH

Ako štandard bol použitý trolox, ktorého zásobný roztok bol pripravený rozpustením v metanole na koncentráciu 800 mg.l^{-1} . Jeho riedením bola pripravená kalibračná rada o koncentráciách 20, 40, 80, 100, 120, 160 a 200 mg.l^{-1} . Jednotlivé koncentrácie boli pridávané k 8,55 ml pracovného roztoku v množstve 450 μl a po 60 minútach v tme merané na spektrofotometri Lambda 25 pri vlnovej dĺžke 515 nm. Z nameraných hodnôt úbytku absorbancie bola zostavená kalibračná krivka ako závislosť inaktivácie na koncentrácii troloxu [mg.l^{-1}].

4.14 Výpočet a štatistika

Pomocou Dean-Dixonovho testu (Q-testu) boli zo zmeraných hodnôt vylúčené odľahlé výsledky. Z ostatných hodnôt bol výsledok vyjadrený ako stredná hodnota so smerodajnou odchýlkou. Z týchto hodnôt bolo následne vykonané štatistické vyhodnotenie pomocou parametrického testu ktorý porovnáva stredné hodnoty dvoch nezávislých súborov (Študentov t -test) s hladinou významnosti 0,05. Pre štatistické vyhodnotenie bol použitý program StatK25.

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

5.1 Postupný výber jednotlivých modifikovaných ciest I a II

Z tekvicovej múky bola vybraná vzorka s 10% podielom, ktorá mala dobrú chuť a nelepivé cesto. Z pestrecovej múky bola vybraná vzorka s obsahom jej náhrady 5 %, ktorá disponovala dobrou spracovateľnosťou, chuťou a nakyprením. Z konopnej múky bola vybraná vzorka s jej obsahom 5 %, keďže mala dobrú chuť a nakyprenie, cesto bolo dostatočne vláčne a nedrobivé. Pri jej vyššom použití, 10 %, bolo nakyprenie nedostatočné. Z nopálovej múky bola vybraná taktiež vzorka s 5 % prídavkom, pretože vzorka s 10 % obsahom nebola vhodná z dôvodu prílišného drobenia cesta. Konopný proteín bol zasa vybraný v obsahu 10 %, kde cesto bolo vláčne, dobre spracovateľné a nakyprené. Z ryžového proteínu bola vybraná vzorka s 10 % obsahom, ktorá bola veľmi dobre nakyprená, výrobok vykazoval dobrú chuť. Pri prídavku proteínu 15 % a viac bolo toto cesto príliš drobivé a ťažko spracovateľné. Múka z pestreca bola použitá v 5 % podiele, cesto tak bolo dobre spracovateľné a chuťovo prijateľné. Pri zvýšenom množstve na 10 % sa začala vyskytovať pachuť, sensoricky významne rozpoznateľná. Múky z banánu, šípky a slnečnicového proteínu boli z ďalšieho stanovovania úplne vyradené – kvôli zlým technologickým vlastnostiam ako lepivosť a drobivosť, tak aj kvôli nepríjemnej pachuti, ktorá bola v ceste sensoricky výrazne rozpoznateľná aj pri najnižších prídavkoch 5 % z podielu pšeničnej múky. Vzorky po selekcii sú prehľadne vypísané do tab. 6 a 7.

Tab. 6 Výsledné alternatívne receptúry po selekcii v ceste I

Číslo vzorky	Nahradený podiel pšeničné múky cesto I
2	tekvicová 10 %
3	konopná 5 %
4	konopný proteín 10 %
5	ryžový proteín 10 %
6	nopálová 5 %

Tab. 7 Výsledné alternatívne receptúry po selekcii v ceste II

Číslo vzorky	Nahradený podiel pšeničné múky cesto II
8	tekvicová 10 %
9	konopná 5 %
10	pestrecová 5 %
11	ryžový proteín 10 %

5.2 Food pairing cesta I a II

Druhy ďalších netradičných surovín boli pridávané na základe food-pairingových máp, ktoré sú dostupné on-line (ukážka food-pairingovej mapy je v prílohe PII). Množstvá pridávaných ďalších surovín boli pridávané do takého množstva, aby bola dosiahnutá vyvážená chuť a zároveň bol opäť kladený dôraz na spracovateľnosť ciest. V prípade cesta I bola tekvicová múka kombinovaná s parmezánom a šalviou, kde parmezán nahradil 5 % z celkového obsahu pšeničnej múky a šalvia 1 %. Konopná múka bola spárovaná s borovicovým extraktom, ktorý bol pridaný v množstve 8 kvapiek na dávku cesta.

V prípade cesta II bola tekvicová múka spárovaná s mletým sušeným zázvorom, ktorý nahradil 3 % podielu pšeničnej múky. Konopná múka bola spárovaná podobne ako v ceste I s borovicovom extraktom. Konopná múka bola ďalej spárovaná aj s chmeľovými kvetmi, kde chmeľ nahradil 1 % podiel pšeničnej múky. Receptúry po food pairingu boli zapísane do tab. 8 a 9.

Tab. 8 Finálne prídavky netradičných surovín do cesta I po food pairingu

Číslo vzorky	Finálne prídavky do cesta I
2	tekvicová 10 %, parmezán 5 %, šalvia 1 %
3	konopná 5 %, borovicový extrakt 8 kvapiek
4	konopný proteín 10 %
5	ryžový proteín 10 %
6	nopálová 5 %

Tab. 9 Finálne prídavky netradičných surovín do cesta II po food pairingu

Číslo vzorky	Finálne prídavky do cesta II
8	tekvicová 10 %, zázvor 3 %
9	konopná 5 %, borovicový extrakt 8 kvapiek
10	konopná 5 %, chmeľ 1 %
11	pestrecová 5 %
12	ryžový proteín 10 %

5.3 Prehľad finálnych analyzovaných vzoriek pre stanovenie nutričných znakov a senzorické hodnotenie

Finálne receptúry vzoriek, ktoré boli vybrané na základe selekcie sú uvedené v tab. 10 a 11.

Tab. 10 Finálne receptúry pre cesto I

Číslo vzorky	Finálne prídavky surovín do základného cesta I
1	základné
2	tekvicová 10 %, parmezán 5 %, šalvia 1 %
3	konopná 5 %, borovicový extrakt 8 kvapiek
4	konopný proteín 10 %
5	ryžový proteín 10 %
6	nopálový 5 %

Tab. 11 Finálne receptúry pre cesto II

Číslo vzorky	Finálne prídavky surovín a múk do základného cesta II
7	základné
8	tekvicová 10 %, zázvor 3 %
9	konopná 5 %, borovicový extrakt 8 kvapiek
10	konopná 5 %, chmeľ 1 %
11	pestrecová 5 %
12	ryžový proteín 10 %

Tieto vzorky boli podrobené stanoveniu základných nutričných znakov ako sušiny, popola, bielkovín, škrobu, lipidov, neutrálne-detergentnej vlákniny a stráviteľnosti. Mimo to bol

stanovený celkový obsah polyfenolov a antioxidačná aktivita metódou s DPPH. Všetky výsledky sú publikované ako stredná hodnota \pm smerodajná odchýlka (SD). Zároveň bola prevedená senzorickej analýza.

5.4 Výsledky senzorickej analýzy

Pri senzorickej analýze (cesto I) boli zistené tieto rozdiely:

Pri testovaní stupnicovou skúškou hodnota testového kritéria padla do kritického oboru. Zamietame hypotézu, prijímame alternatívu. S 95 % spoľahlivosťou sa podarilo preukázať, že existuje aspoň jedna vzorka, ktorá sa líši. Pomocou testu viacnásobného párového porovnávania bolo zistené, že vzorka 1 (základné cesto) bola viac chrumkavá ako vzorka číslo 6 (múka z nopálu).

Pri hodnotení proteínových výtťažkov poradovou skúškou hodnota testového kritéria padla do kritického oboru. Zamietame hypotézu, prijímame alternatívu. S 95 % spoľahlivosťou sa podarilo preukázať, že existuje aspoň jedna vzorka, ktorá sa líši. Pomocou testu viacnásobného párového porovnávania bolo zistené, že vzorka 1 (základná receptúra) bola odlišná od vzorku 4 (s prídavkom konopného proteínu). Pričom lepšie hodnotená bola vzorka číslo 1.

Pri poradovej skúške hodnota testového kritéria padla do kritického oboru. Zamietame hypotézu, prijímame alternatívu. S 95 % spoľahlivosťou sa podarilo preukázať, že existuje aspoň jedna vzorka, ktorá sa líši. Pomocou testu viacnásobného párového porovnávania bolo zistené, že vzorka 1 a vzorka 2 (tekvicová múka s parmezánom a šalviou) boli hodnotené lepšie ako vzorka číslo 6 (nopálová múka).

Pri hodnotení chrumkavosti bolo zistené, že základná vzorka bola hodnotená najlepšie vzorka 1, do ktorej nebola pridaná žiadna surovina. V prípade hodnotenia celkovej preferencie bola najlepšie hodnotená vzorka 1 a vzorka 2, ktorá obsahovala pridanú tekvicovú múku parmezán a šalviu. Pri hodnotení ostatných parametrov neboli nájdené štatisticky významné žiadne rozdiely.

Pri senzorickej analýze (cesto II) boli zistené tieto rozdiely:

Pri testovaní stupnicovou skúškou hodnota testového kritéria padla do kritického oboru. Zamietame hypotézu, prijímame alternatívu. S 95 % spoľahlivosťou sa podarilo preukázať, že existuje aspoň jedna vzorka, ktorá sa líši. Pomocou testu viacnásobného párového porovnávania bolo zistené, že vzorky 3 (konopná múka + borovicový extrakt) a 6

(nopálová múka) boli viac chrumkavé ako vzorka 1 (základná) a zároveň bola vzorka 6 viac chrumkavá ako vzorka 2 (tekvicová múka + zázvor) a 5 (ostropestrecová múka).

Pri poradovej skúške, kde bola hodnotená celková preferencia výrobku hodnota testovacieho kritéria nespadá do kritického oboru, prijímame hypotézu, to znamená, že neboli nájdené žiadne rozdiely.

Pri hodnotení cesta II bola ako najchrumkavejšia hodnotená vzorka 6 a druhá najchrumkavejšia vzorka 3. Pri hodnotení ostatných parametrov neboli nájdené štatisticky významné žiadne rozdiely.

5.5 Výsledky stanovenia popola a sušiny

Stanovenie popola a sušiny bolo uskutočnené pomocou referenčných metód, ktoré sú uvedené v kapitolách 4.5 a 4.6. Výsledky boli zapísane do tabuliek 12 a 13.

Tab. 12 Výsledky stanovenia sušiny

Vzorky cesta I	Sušina \pm SD (%)	Vzorky cesta II	Sušina \pm SD (%)
1	98,7 \pm 0,2 ^a	7	98,9 \pm 0,2 ^a
2	98,9 \pm 0,3 ^a	8	98,9 \pm 0,3 ^a
3	98,9 \pm 0,2 ^a	9	99,0 \pm 0,2 ^a
4	98,8 \pm 0,3 ^a	10	98,9 \pm 0,3 ^a
5	98,9 \pm 0,3 ^a	11	98,6 \pm 0,5 ^a
6	98,8 \pm 0,2 ^a	12	98,9 \pm 0,4 ^a

Hodnoty v stĺpcoch, ktoré majú rovnaké písomné indexy, medzi sebou nevykazujú štatisticky významný rozdiel ($P \geq 0,05$). Hodnoty v stĺpcoch, ktoré majú rozdielne písomné indexy, sa medzi sebou štatisticky líšia ($P < 0,05$).

Tab. 13 Výsledky stanovenia popolu v sušine

Vzorky cesta I	Popol sušiny \pm SD (%)	Vzorky cesta II	Popol v sušine \pm SD (%)
1	1,80 \pm 0,01 ^a	7	4,27 \pm 0,03 ^a
2	2,43 \pm 0,03 ^b	8	4,94 \pm 0,02 ^b
3	1,88 \pm 0,02 ^a	9	4,57 \pm 0,04 ^c
4	2,43 \pm 0,05 ^b	10	4,49 \pm 0,02 ^d
5	2,06 \pm 0,02 ^c	11	4,46 \pm 0,03 ^d
6	2,40 \pm 0,03 ^b	12	4,53 \pm 0,05 ^c

Hodnoty v stĺpcoch, ktoré majú rovnaké písomné indexy, medzi sebou nevykazujú štatisticky významný rozdiel ($P \geq 0,05$). Hodnoty v stĺpcoch, ktoré majú rozdielne písomné indexy, sa medzi sebou štatisticky líšia ($P < 0,05$).

Sušina je pevný podiel vzorku po odstránení vody a ostatných tekavých látok. Sušina je významným parametrom, ktorý výrazne ovplyvňuje trvanlivosť trvanlivého pečiva. Hodnoty sušiny sa pohybovali v rozmedzí 98,6 až 98,9 %, vzorky medzi sebou nevykazovali štatisticky významný rozdiel. Pre trvanlivé pečivo platí že najvyššia povolená vlhkosť je 10 %, u stanovených vzoriek sa pohybuje vlhkosť do 1,5 % [1]. Vzorky spĺňajú toto kritérium.

Stanovením obsahu popolu sa nepriamo stanovuje celkový obsah minerálnych látok vo vzorku. Najnižší obsah popola u cesta I mala vzorka číslo 1 (základná vzorka) a 3 (s prídavkom konopnej múky). Lukin a Bitiutskikh (2017) vo svojej štúdií uviedli, že pšeničná múka obsahuje 2,1 % popola, zatiaľ čo konopná múka obsahovala len 2,9 %. Napriek tomu, že konopná múka obsahovala podstatne viac popola, v našich stanovení nebol zistený výrazný rozdiel, keďže prídavok konopnej múky u vzorky 3 bol len 5 % [61, 68].

U cesta II sa obsah popola pohyboval od 4,27 – 4,94 %, pričom najnižší obsah popola mala základná vzorka 7, ktorá neobsahovala žiadnu pridanú múku. V iných štúdiách sa ukázalo, že nopálová múka je veľmi dobrým zdrojom popola s obsahom asi 20 %. U tekvicovej múky bol popol v ďalšej štúdií stanovený na 5,5 %. Nopálová múka v prídavku 5 % a tekvicová múka v prídavku 10 % dokázali výrazne zvýšiť obsah popola vo vzorkách [63, 66].

5.6 Výsledky stanovenia obsahu hrubej bielkoviny, škrobu a lipidov

Stanovenie hrubej bielkoviny, škrobu a lipidov bolo uskutočnené pomocou metód uvedených v kapitolách 4.7, 4.8 a 4.9. Výsledky boli zapísané do tabuliek číslo 14, 15 a 16.

Tab. 14 Výsledky stanovenia škrobu v sušine

Vzorky cesta I	Škrob v sušine ± SD (%)	Vzorky cesta II	Škrob v sušine ± SD (%)
1	55,9 ± 1,5 ^a	7	50,6 ± 1,6 ^a
2	49,1 ± 0,9 ^{b,d}	8	44,4 ± 1,4 ^b
3	53,6 ± 1,3 ^{b,c}	9	45,0 ± 1,3 ^b
4	48,2 ± 1,9 ^d	10	48,9 ± 0,4 ^a
5	49,0 ± 1,9 ^{b,c,d}	11	49,6 ± 0,5 ^a
6	53,6 ± 1,3 ^{b,c}	12	45,3 ± 0,6 ^b

Hodnoty v stĺpcoch, ktoré majú rovnaké písomné indexy, medzi sebou nevykazujú štatisticky významný rozdiel ($P \geq 0,05$). Hodnoty v stĺpcoch, ktoré majú rozdielne písomné indexy, sa medzi sebou štatisticky líšia ($P < 0,05$).

Tab. 15 Výsledky stanovenia bielkovín v sušine

Vzorky cesta I	Bielkoviny v sušine ± SD (%)	Vzorky cesta II	Bielkoviny v sušine ± SD (%)
1	12,5 ± 0,3 ^a	7	11,7 ± 0,4 ^{a,c}
2	17,1 ± 0,4 ^b	8	15,1 ± 0,4 ^b
3	13,1 ± 0,3 ^c	9	12,0 ± 0,1 ^{c,d}
4	15,4 ± 0,2 ^d	10	12,4 ± 0,4 ^d
5	18,0 ± 0,4 ^e	11	11,1 ± 0,1 ^e
6	10,6 ± 0,1 ^f	12	15,2 ± 0,4 ^b

Hodnoty v stĺpcoch, ktoré majú rovnaké písomné indexy, medzi sebou nevykazujú štatisticky významný rozdiel ($P \geq 0,05$). Hodnoty v stĺpcoch, ktoré majú rozdielne písomné indexy, sa medzi sebou štatisticky líšia ($P < 0,05$).

Tab. 16 Výsledky stanovenia lipidov v sušine

Vzorky cesta I	Lipidy v sušine ± SD (%)	Vzorky cesta II	Lipidy v sušine ± SD (%)
1	11,9 ± 0,3 ^a	7	10,2 ± 0,2 ^a
2	11,5 ± 0,2 ^b	8	11,2 ± 0,3 ^b
3	12,2 ± 0,3 ^c	9	10,5 ± 0,2 ^c
4	12,1 ± 0,3 ^c	10	9,80 ± 0,10 ^d
5	10,8 ± 0,2 ^d	11	10,1 ± 0,1 ^a
6	10,8 ± 0,3 ^d	12	9,72 ± 0,10 ^d

Hodnoty v stĺpcoch, ktoré majú rovnaké písomné indexy, medzi sebou nevykazujú štatisticky významný rozdiel ($P \geq 0,05$). Hodnoty v stĺpcoch, ktoré majú rozdielne písomné indexy, sa medzi sebou štatisticky líšia ($P < 0,05$).

Škrob je zásobný polysacharid, ktorý je tvorený jednotkami glukózy. Obsah škrobu v vzorkách cesta I sa pohyboval od 48,2 – 55,9 %, pričom najnižší obsah mala vzorka 4 s prídavkom konopného proteínu. Najvyšší obsah škrobu mala základná vzorka 1. U hladkej pšeničnej múky sa obsah škrobu pohybuje okolo 70 – 73 %. U konopného proteínu sú izolované predovšetkým proteíny a tým sa dramaticky znižuje obsah škrobu. U ryžového proteínu je obsah škrobu zanedbateľný a tým sa účinne znižuje obsah škrobu vo vzorke [59, 67].

U cesta II sa obsah škrobu pohyboval od 44,4 – 50,6 %, pričom najnižší obsah mala vzorka 8, ktorá obsahovala tekvicovú múku. V iných štúdiách bol stanovený obsah škrobu v tekvicových semiačkach 2,15 %. Múka vyrobená z takýchto semiačok vie efektívne znižovať obsah škrobu [65, 66, 71]. Základné vzorky mali v priemere vyšší obsah škrobu ako väčšina vzoriek obohatených o netradičnú surovinu. Tieto netradičné suroviny

obsahujú nižší podiel škrobu ako pšeničná múka, a na jeho úkor môžu obsahovať iné prospešné nutrienty, napríklad bielkoviny, minerálne látky a iné [59, 66, 67, 71].

Hrubou bielkovinou sa rozumie obsah dusíkatých látok, ktoré nepriamo poukazujú na obsah bielkovín vo vzorke. Obsah bielkovín v ceste I sa pohyboval medzi 10,6 – 18,0 %, pričom najvyšší obsah mala vzorka 5, ktorá obsahovala prídavok ryžového proteínu. Pšeničná hladká múka obsahuje asi 8,5 – 13,5 %. Ryžový proteín, ktorý sa ukázal ako dobrým zdrojom bielkovín, obsahuje približne 82 % bielkovín. Veľmi dobrým zdrojom je aj tekvicová múka, ktorá obsahuje približne 28 – 34 % bielkovín. K tekvicovej múke bol taktiež pridaný parmezán, ktorý mohol ovplyvniť obsah bielkovín vo vzorke. V priemere môže parmezán obsahovať asi 38 % bielkovín. Ako bolo ukázané v štúdiu Korus a kol. (2008) môže výrazne zvýšiť obsah proteínu aj prídavok konopného proteínu, ktorý obsahuje asi 50 % bielkovín [66, 71, 72, 73, 74]. U cesta II sa pohyboval obsah bielkovín od 11,2 – 15,2 %. Keď opätovne najvyšší obsah bielkovín mali vzorky s prídavkom tekvicovej múky a ryžového proteínu bielkovín [66, 73]. Prídavok netradičných surovín sa ukázal ako dobrým zdrojom hrubých bielkovín obzvlášť pokiaľ bol pridávaný proteínový výťažok, alebo tekvicová múka, ktorá sa ukázala ako dobrý zdroj bielkovín.

V ceste I mali najnižší obsah lipidov vzorky 5 (s prídavkom ryžového proteínu) a 6 (s prídavkom nopálovej múky), najvyšší obsah lipidov mali vzorky 3 s prídavkom konopnej múky a 4, do ktorej bol pridaný konopný proteín. Hladká pšeničná múka obsahuje približne 1,3 % lipidov, pričom v štúdiu bol obsah lipidov v ryžovom proteíne stanovený na 0,6 %. U nopálovej múky bol obsah lipidov v štúdiách stanovený na približne 1,5 %. Tieto hodnoty u ryžového proteínu a nopálovej múky sú pomerne nízke a preto sú schopné mierne znižovať obsah tuku vo vzorke. Na druhej strane obsah lipidov je pozorovaný v konopnej múke a konopnom proteíne s obsahom lipidov až 25 % [59, 61, 63, 75].

V ceste II sa pohyboval obsah lipidov od 9,72 do 11,2 %, pričom najnižší obsah mali vzorky 10, ktorá obsahovala konopnú múku a 12 s prídavkom ryžového proteínu. Naopak najvyšší obsah mala vzorka s prídavkom tekvicovej múky, ktorá môže obsahovať približne 30 – 40 % lipidov. Oproti cestu I pozorujeme úbytok lipidov u konopnej múky, čo mohlo byť zapríčinené menším obsahom konopnej múky vo vzorke (5 %) a zároveň mohlo prísť k nepresnosti pri navažovaní surovín [66, 71].

U niektorých vzoriek pozorujeme výraznejší úbytok lipidov, čo môže byť výhodou u výrobkov s nižším obsahom energie. Naopak pri zvýšenom obsahu lipidov môže

dochádzať k ich nepriaznivému oxidačnému žltnutiu a tým môže doísť k zníženiu trvanlivosti výrobku. Predísť týmto nepriaznivým zmenám v produkte je možné hlavne vhodným skladovaním (bez prístupu kyslíka a svetla) a zvolením vhodného tuku, keďže náchylnejšie na oxidáciu sú nenasýtené mastné kyseliny [60, 64].

5.7 Výsledky stanovenia neutrálne-detergentnej vlákniny a stráviteľnosti

Stanovenie stráviteľnosti a NDF vlákniny bolo uskutočnené pomocou metód uvedených v kapitolách 4.10 a 4.11. Výsledky sú prezentované v tabuľkách 17 a 18.

Tab. 17 Výsledky stanovenia NDF v sušine

Vzorky cesta I	NDF v sušine \pm SD (%)	Vzorky cesta II	NDF v sušine \pm SD (%)
1	1,84 \pm 0,08 ^a	7	5,87 \pm 0,05 ^a
2	3,34 \pm 0,05 ^b	8	8,89 \pm 0,05 ^b
3	3,26 \pm 0,04 ^c	9	8,15 \pm 0,06 ^c
4	3,91 \pm 0,05 ^d	10	7,76 \pm 0,04 ^d
5	2,81 \pm 0,03 ^e	11	10,7 \pm 0,05 ^e
6	3,36 \pm 0,04 ^f	12	7,99 \pm 0,05 ^f

Hodnoty v stĺpcoch, ktoré majú rovnaké písmenné indexy, medzi sebou nevykazujú štatisticky významný rozdiel ($P \geq 0,05$). Hodnoty v stĺpcoch, ktoré majú rozdielne písmenné indexy, sa medzi sebou štatisticky líšia ($P < 0,05$).

Tab. 18 Výsledky stanovenia DMD a OMD

Vzorky cesta I	DMD \pm SD (%)	OMD \pm SD (%)	Vzorky cesta II	DMD \pm SD (%)	OMD \pm SD (%)
1	98,5 \pm 0,5 ^a	98,5 \pm 0,5 ^a	7	90,1 \pm 1,5 ^a	89,5 \pm 1,1 ^a
2	97,6 \pm 0,5 ^b	97,5 \pm 0,5 ^b	8	87,7 \pm 1,3 ^b	87,0 \pm 1,4 ^b
3	95,1 \pm 0,5 ^c	94,9 \pm 0,2 ^c	9	87,7 \pm 1,3 ^b	87,0 \pm 1,3 ^b
4	90,8 \pm 0,5 ^d	90,5 \pm 0,5 ^d	10	85,7 \pm 0,5 ^c	84,9 \pm 0,6 ^c
5	93,6 \pm 0,5 ^e	93,4 \pm 0,6 ^e	11	79,8 \pm 1,2 ^d	78,6 \pm 1,5 ^d
6	92,9 \pm 0,5 ^f	92,6 \pm 0,5 ^f	12	84,4 \pm 1,1 ^c	89,3 \pm 1,3 ^a

Hodnoty v stĺpcoch, ktoré majú rovnaké písmenné indexy, medzi sebou nevykazujú štatisticky významný rozdiel ($P \geq 0,05$). Hodnoty v stĺpcoch, ktoré majú rozdielne písmenné indexy, sa medzi sebou štatisticky líšia ($P < 0,05$).

Neutrálne-detergentná vláknina je tvorená komplexom celulózy, lignínu a nerozpustných hemicelulóz. U cesta I sa obsah vlákniny pohybuje od 1,84 do 3,91 %, najmenej jej

obsahovala vzorka 1, kde neboli pridané žiadne netradičné suroviny. Najviac vlákniny obsahovala vzorka 4, ktorá obsahovala konopný proteín. Konopná múka a proteín môžu obsahovať až 50 % vlákniny a tým môžu malým prídavkom zvyšovať jej obsah [61, 69]. U cesta II sa obsah NDF pohyboval od 5,87 – 10,7 %. Pričom najnižší obsah mala opätovne základná vzorka a najvyšší obsah vlákniny mala vzorka 11, do ktorej bola pridaná múka z pestreca [68, 77]. Z nameraných hodnôt je vidieť, že prídavkom netradičných surovín došlo k navýšeniu obsahu vlákniny. Klasická pšeničná múka nie je dobrým zdrojom vlákniny, naopak prídavkom netradičných surovín vie zvýšiť obsah vlákniny, čo môže prospievať správne zažívaniu [76].

Stráviteľnosť bola stanovená pomocou enzýmov pepsínu a pankreatínu. Hodnoty boli vyjadrené ako stráviteľnosť sušiny (DMD) a organickej hmoty (OMD). U cesta I sa hodnoty DMD pohybovali od 90,8 – 98,5 %. Najvyššiu stráviteľnosť mala vzorka 1 (bez prídavku netradičnej suroviny), zatiaľ čo najnižšiu mala vzorka 4 s prídavkom konopného proteínu. U cesta II sa stráviteľnosť pohybovala od 79,8 – 90,1 %, pričom najvyššiu mala vzorka 7 (základná vzorka), do ktorej nebola pridaná netradičná surovina a najnižšiu stráviteľnosť mala vzorka 11, ktorá bola obohatená o pestrecovú múku. Nižšiu hodnotu stráviteľnosti u vzoriek, do ktorých bol pridaný podiel netradičných surovín, mohol zapríčiniť vyšší podiel nestráviteľných oligosacharidov, ako aj vyšší podiel vlákniny (Tab. 17). V tomto prípade môže byť nižšia stráviteľnosť výhodou, keďže na úkor jednoducho stráviteľných sacharidov je vo vzorkách vláknina, ktorá pôsobí priaznivo na zažívací trakt [64, 76].

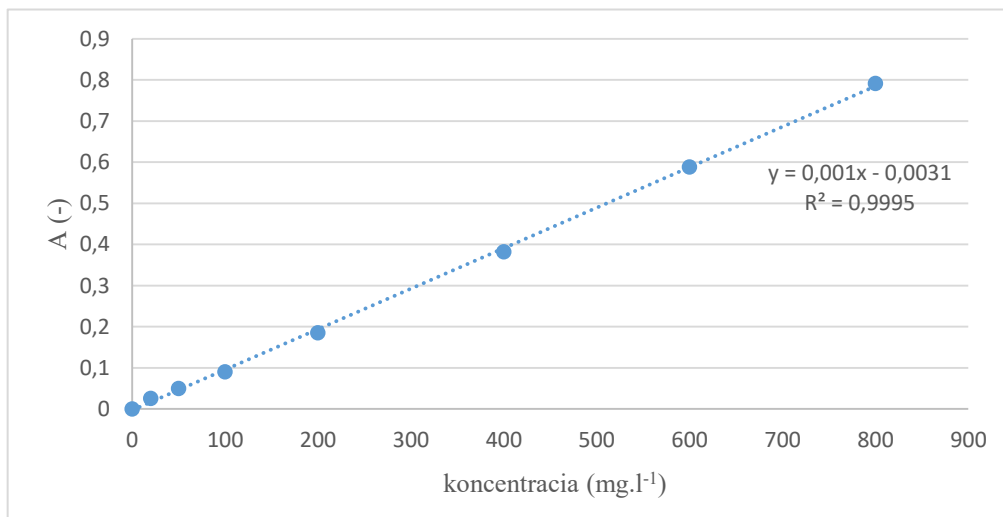
5.8 Výsledky stanovenia celkového obsahu polyfenolov a antioxidačnej aktivity

Stanovenie celkového obsahu polyfenolov a antioxidačnej aktivity metódou s DPPH bolo uskutočnené pomocou metód uvedených v kapitolách 4.12 a 4.13. Výsledky sú prezentované v tabuľkách 19 a 20.

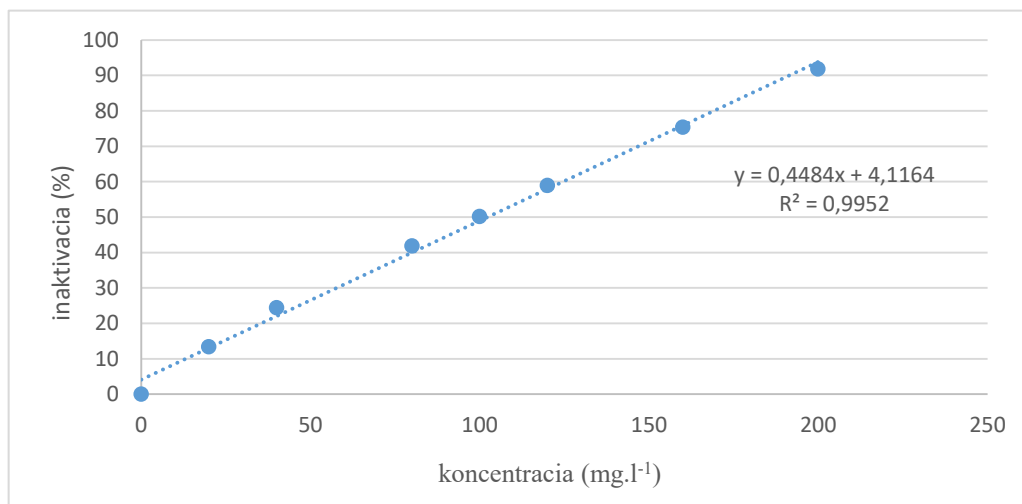
5.8.1 Kalibračná krivka

Najprv boli premerané jednotlivé kalibračné body štandardov a následne boli zostrojené kalibračné krivky týchto štandardov (grafy 1 a 2), a to pre kyselinu gallovou (koncentrácia 20; 50; 100; 200; 400; 600 a 800 mg.l⁻¹) v prípade stanovenia polyfenolov, a pre trolox (koncentrácia 20; 40; 80; 100; 120; 160 a 200 mg.l⁻¹) v prípade stanovenia antioxidačnej

aktivity. Z rovníc lineárnej regresie boli následne vypočítané obsahy celkových polyfenolov a antioxidačné aktivity.



Graf 1: Kalibračná krivka kyseliny gallovej pre stanovenie celkových polyfenolov



Graf. 2: Kalibračná krivka troloxu pre stanovenie antioxidačnej aktivity

5.8.2 Výsledky stanovenia celkových polyfenolov a antioxidačnej aktivity

Výsledky stanovenia celkových polyfenolov (TPC – Total Phenolic Content) a antioxidačnej aktivity (AOA – Antioxidant activity) sú zapísané do tabuliek 19 a 20. Výsledky obsahu TPC sú uvedené v ekvivalentoch kyseliny gallovej (mg GAE.g⁻¹), výsledky stanovenia antioxidačnej aktivity sú uvedené v ekvivalentoch troloxu (mg TE.g⁻¹).

Tab. 19 Výsledky stanovenia TPC v sušine

Vzorky cesta I	TPC v sušine \pm SD (mg GAE.g ⁻¹)	Vzorky cesta II	TPC v sušine \pm SD (mg GAE.g ⁻¹)
1	4,18 \pm 0,20 ^a	7	13,7 \pm 0,6 ^a
2	7,68 \pm 0,30 ^b	8	17,0 \pm 0,5 ^b
3	4,15 \pm 0,22 ^a	9	11,9 \pm 0,5 ^c
4	5,54 \pm 0,24 ^c	10	18,8 \pm 0,4 ^d
5	5,13 \pm 0,17 ^d	11	18,8 \pm 0,5 ^d
6	20,2 \pm 0,6 ^e	12	16,7 \pm 0,4 ^b

Hodnoty v stĺpcoch, ktoré majú rovnaké písomné indexy, medzi sebou nevykazujú štatisticky významný rozdiel ($P \geq 0,05$). Hodnoty v stĺpcoch, ktoré majú rozdielne písomné indexy, sa medzi sebou štatisticky líšia ($P < 0,05$).

Tab. 20 Výsledky stanovenia AOA v sušine

Vzorky cesta I	AOA v sušine \pm SD (mg TE.g ⁻¹)	Vzorky cesta II	AOA v sušine \pm SD (mg TE.g ⁻¹)
1	1,15 \pm 0,05 ^a	7	0,89 \pm 0,04 ^a
2	1,30 \pm 0,06 ^b	8	0,51 \pm 0,03 ^b
3	0,54 \pm 0,02 ^c	9	1,09 \pm 0,05 ^c
4	0,58 \pm 0,03 ^c	10	0,94 \pm 0,05 ^a
5	0,41 \pm 0,04 ^d	11	1,42 \pm 0,06 ^d
6	1,77 \pm 0,05 ^e	12	1,23 \pm 0,04 ^c

Hodnoty v stĺpcoch, ktoré majú rovnaké písomné indexy, medzi sebou nevykazujú štatisticky významný rozdiel ($P \geq 0,05$). Hodnoty v stĺpcoch, ktoré majú rozdielne písomné indexy, sa medzi sebou štatisticky líšia ($P < 0,05$).

Obsah TPC u cesta I sa pohyboval od 4,15 – 20,2 mg GAE.g⁻¹, najnižší obsah bol nameraný u základnej vzorky 1 a u vzorky 3 s prídavkom konopnej múky. Signifikantne najvyšší obsah bol nameraný u vzorky 6 s prídavkom nopálovej múky. Nopálová múka sa ukázala ako výborný zdroj polyfenolov. Figueroa-Pérez a kol. (2018) stanovili vo správne vyzretom nopálu približne 32 mg GAE.g⁻¹ [78, 80]. U cesta II sa obsah TPC pohyboval od 11,9 do 18,8 mg GAE.g⁻¹. Najvyšší obsah mali vzorky 10 s prídavkom konopnej múky a chmeľových kvetov a 11 s prídavkom pestrecovej múky. Pestrecová múka je veľmi bohatá na polyfenoly. Bolo zistené, že etanolový extrakt pôsobí antioxidantne a chráni DNA, proteíny a lipidy pred radikálmi. Obsah TPC mohol zvyšovať hodnotu aj chmeľový kvet, ktorý bol do vzorky pridaný. V štúdiách sa uvádza, že chmeľ môže obsahovať okolo 7 mg GAE.g⁻¹ [82, 81].

Antioxidačná aktivita je schopnosť látok inhibovať oxidačnú degradáciu rôznych zlúčenín. Z nameraných hodnôt u cesta I môžeme vidieť, že najvyššiu AOA mala vzorka 6 (1,77 mg TE.g⁻¹). Vzorka 6 z kaktusu nopálu obsahovala aj najviac polyfenolov, ktoré sú hlavným zdrojom antioxidačnej aktivity [78, 80]. U cesta II sa AOA pohybovala v rozmedzí 0,51 – 1,83 mg TE.g⁻¹. Najvyššiu hodnotu mala vzorka 11, do ktorej bola pridaná pestrecová múka. Táto vzorka bola tiež bohatá na polyfenoly. Vzorky z cesta II, mali v priemere vyššie hodnoty AOA. Podľa štúdií je pridaný slad bohatý na fenolické zlúčeniny s veľkou antioxidačnou aktivitou – flavonoidy, C-glykosidy a iné [79, 82].

Je dokázané, že fenolické zlúčeniny môžu byť prospešné pre zdravie a to hlavne kvôli ich antioxidačnej aktivite, ktorou disponujú. Nižšie príjmy antioxidantov v potrave môžu zapríčiniť zmeny v DNA, lipidoch, a proteínoch v ľudskom tkanive [62, 79].

ZÁVER

V rámci tejto diplomovej práce bol skúmaný prídavok netradičných surovín do ciest trvanlivého pečiva. V teoretickej časti bola stručne popísaná technologická výroba rôznych druhov trvanlivého pečiva. Ďalej boli charakterizované netradičné suroviny, ich pozitívne nutričné vlastnosti a bioaktívne látky, ktoré obsahujú. V dnešnej dobe sa na trhu vyskytuje neskutočné veľa druhov mlynských výrobkov z netradičných surovín, ktoré môžu slúžiť ako náhrady múky pre ľudí trpiacich celiakiou, prípadne môžu obohatiť výsledný produkt chuťovo, ale aj nutrične. Napriek tomu, že tieto suroviny nie sú vhodné pre všetky druhy trvanlivého pečiva, kvôli technologickým dôvodom ako je visko-elastickosť cesta, je možné v určitých výrobkoch nahradiť týmito surovinami podiel klasickej pšeničnej múky, a tým zlepšiť nutričný profil výrobku.

V praktickej časti boli pripravené dva druhy ciest a z každého druhu potom 6 modifikovaných vzoriek, ktoré boli podrobené senzorickej a chemickej analýze.

Pri senzorickej analýze bolo zistené, že malé prídavky netradičných surovín výrazne neovplyvňujú senzorické znaky trvanlivého pečiva. Napriek tomu boli pri hodnotení cesta I pri niektorých vzorkách zistené rozdiely, napríklad pri prídavku múky z nopálu bola pozorovaná menšia chrumkavosť. Pri testovaní celkovej preferencie bola vzorka s prídavkom tekvicovej múky, parmezanu a šalvie lepšie hodnotená ako vzorka s prídavkom nopálovej múky. Pri hodnotení cesta II boli ako chrumkavejšie hodnotené vzorky s prídavkom nopálu a konopnej múky s borovicovým extraktom.

Pri chemickej analýze boli stanovené následné parametre – sušina, obsah popola, hrubá bielkovina, škrob, neutrálne-detergentná vláknina, stráviteľnosť, celkový obsah polyfenolov a antioxidačná aktivita (metódou s DPPH). Pri stanovení popola (cesto I), ktorý nepriamo udáva obsah minerálnych látok vo vzorke bolo zistené, že najnižší obsah popola mala vzorka bez pridania netradičných surovín, naopak najvyšší obsah mali vzorky s prídavkom nopálovej múky, konopného proteínu a tekvicovej múky s prídavkom parmezanu a šalvie. Pri ceste II bol zaznamenaný zvýšený obsah popola pri vzorkách s prídavkom tekvicovej múky so zázvorom a konopnej múky s chmeľovými kvetmi. Zvýšený obsah bielkovín sa prejavil logicky u vzoriek, kde boli pridané jednotlivé proteínové suroviny (izoláty). Napríklad v prípade cesta II najviac bielkovín obsahovali vzorky s tekvicovou múkou so zázvorom a s ryžovým proteínom. Pri stanovení vlákniny bol pozorovaný nárast obsahu u všetkých vzoriek v porovnaní so základnou vzorkou.

Tento poznatok súvisel aj so stráviteľnosťou, kde s pribúdajúcou vlákninou sa vo väčšine prípadoch znižovala stráviteľnosť. V prípade stanovenia celkového obsahu polyfenolov obsahovala najviac TPC v ceste I vzorka s pridanou nopálovou múkou, ktorá obsahovala skoro 5 násobné množstvo TPC v porovnaní zo základnou vzorkou. Pri stanovení AOA tato hodnota súvisela s vyššou hodnotou TPC u vzorky s prídavkom nopálovej múky (cesto I). V prípade stanovenia v ceste II bola najvyššia hodnota nameraná pri vzorke z pestrecovej múky.

V dnešnej dobe sa kladie väčší dôraz na zlepšenie nutričných hodnôt v potravinách. Výrobcovia neustále testujú nové receptúry, ktoré nebudú len nutrične vyvážené, ale aj chutné. Zo stanovení vyplýva, že najvhodnejší prídavok z netradičných surovín do trvanlivého pečiva je nopálová múka, ktorá sa zdá byť dobrým zdrojom minerálnych látok a polyfenolov. Negatívom zase je, že táto múka môže mierne ovplyvniť textúru výrobku a zároveň jej chuť nemusí každému vyhovovať. Ďalšia veľmi dobre hodnotená surovina bola tekvicová múka, ktorá v kombinácii s ďalšími surovinami bola dobrým zdrojom minerálnych látok, bielkovín aj polyfenolov. Samozrejmosťou je odporúčenie pridávať proteínové izoláty ako náhradu časti pšeničnej múky v trvanlivom pečivu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 18/2020 Sb., kterou se provádí §18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro škrob a výrobky ze škrobu, luštěniny a olejnatá semena.
- [2] KADLEC, Pavel, Karel MELZUCH a Michal VOLDŘICH. *Co by ste měli vědět o výrobě potravin?: Technologie potravin*. Ostrava: KeyPublishing, 2009. Monografie (KeyPublishing). ISBN 978-807418-051-4.
- [3] BUREŠOVÁ, Iva a Eva LORENCOVÁ. *Výroba potravin rostlinného původu: Zpracování obilovin*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2013. ISBN 978-807454-278-7.
- [4] MANLEY, D. J. R. *Manley's technology of biscuits, crackers and cookies. 4th ed.* Philadelphia, PA: Woodhead Publishing, 2011. Woodhead Publishing in foodscience, technology, and nutrition, No. 217. ISBN 978-085-7093-646.
- [5] DRDÁK, Milan. *Základy potravinářských technologií: spracovanie rastlinných a živočíšnych surovín, cereálne a fermentačné technológie, uchovávanie, hygiena a ekológia potravín*. Bratislava: Malé centrum, 1996. ISBN 80-967-0641-1.
- [6] Pretzel. *Madehow* [online]. [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: <http://www.madehow.com/Volume-4/Pretzel.html>
- [7] LAGUNA, Laura. *Performance of a resistant starch rich ingredient in the baking and eating quality of short-dough biscuits*. LWT – Food Science and Technology. 2011, 44, 737-746.
- [8] HEMMUNG, H. *Zázrak jménem obiloviny*. 1st ed. PPA, 2002. ISBN 80-89004-66-2.
- [9] ASHRAF, H.-R.L. and SIANDWAZI, C. (1986), Evaluation of Gingerbread Cookies Supplemented with Sunflower Protein Concentrate. *Journal of Food Science*, 51: 1102-1103. doi:10.1111/j.1365-2621.1986.tb11252.x
- [10] PŘÍHODA, J. *Cereální chemie a technologie III : technologie trvanlivého pečiva a snack výrobků*. 1st ed. Olympia Praha, 1991. ISBN 80-7080-099-2
- [11] PAULY, Anneleen. *Flour from wheat cultivars of varying hardness produces semi-sweet biscuits with varying textural and structural properties*. LWT – Food Science and Technology. 2013, , 452-457. DOI: 53 (2013) 452-457.

- [12] HRABĚ, Jan, František BUŇKA a Ignác HOZA. *Technologie výroby potravin rostlinného opřívodu: pro kombinované studium*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007. ISBN 978-80-7318-520-6.
- [13] WANG, C., F. XU, D. LI a M. ZHANG. Physico-chemical and structural properties of four rice bran protein fractions based on the multiple solvent extraction method. *Czech Journal of Food Sciences*. 2016, **33**(3), 283-291. DOI: 10.17221/462/2014-CJFS. ISSN 12121800.
- [14] DOLEŽAL, V. (2003): Extruzní technologie a výrobky. Pekař cukrář, 7, Pekař a cukrářs.r.o., Praha, 15 p.
- [15] PŘÍHODA, J. (1991): Cereální chemie a technologie III. Technologie trvanlivého pečiva a snack výrobků. VŠCHT Praha, 58 p.
- [16] KUČEROVÁ, Jindřiška. *Technology of cereals*. Brno: Mendel University in Brno, 2015. ISBN 978-80-7509-343-1.
- [17] PŘÍHODA J., HUMPOLÍKOVÁ P., NOVOTNÁ D.: (2003): Základy pekárenské technologie, Pekař a cukrář s.r.o., Praha, 363 p.
- [18] KOSANIĆ, Marijana, Branislav RANKOVIĆ a Tatjana STANOJKOVIĆ. QUALITY CHARACTERISTICS OF BISCUIT PREPARED FROM WHEAT AND MILK THISTLE SEEDS (SILYBUM MARIANUM (L) GAERTN) FLOUR. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*. 2011, 14(12), 5-19. DOI: 10.34302/crpjfst/2019.11.4.1. ISSN 2066-6845.
- [19] CHOE, Uyory, Yanfang LI, Boyan GAO, Lu YU, Thomas T. Y. WANG, Jianghao SUN, Pei CHEN a Liangli (Lucy) YU. The chemical composition of a cold-pressed milk thistle seed flour extract, and its potential health beneficial properties. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*. 2019, 10(5), 2461-2470. DOI: 10.1039/C9FO00377K. ISSN 2042-6496.
- [20] *International Journal of Science and Research (IJSR)*. 2017, 6(1). ISSN 23197064.
- [21] CHOE, Uyory, Yanfang LI, Boyan GAO, Lu YU, Thomas T. Y. WANG, Jianghao SUN, Pei CHEN a Liangli (Lucy) YU. QUALITY CHARACTERISTICS OF BISCUIT PREPARED FROM WHEAT AND MILK THISTLE SEEDS (SILYBUM MARIANUM (L) GAERTN) FLOUR. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*. 2017, **6**(1), 5-19. DOI: 10.34302/crpjfst/2019.11.4.1. ISSN 2066-6845.
- [22] DE SANTIAGO, Elsy, Maite DOMÍNGUEZ-FERNÁNDEZ, Concepción CID a María-Paz DE PEÑA. Impact of cooking process on nutritional composition and

- antioxidants of cactus cladodes (*Opuntia ficus-indica*). *Food Chemistry*. 2018, 240, 1055-1062. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.08.039. ISSN 03088146.
- [23] AVILA-NAVA, Azalia, Mariel CALDERÓN-OLIVER, Omar N. MEDINA-CAMPOS, Tao ZOU, Liwei GU, Nimbe TORRES, Armando R. TOVAR a José PEDRAZA-CHAVERRI. Extract of cactus (*Opuntia ficus indica*) cladodes scavenges reactive oxygen species in vitro and enhances plasma antioxidant capacity in humans. *Journal of Functional Foods*. 2014, 10, 13-24. DOI: 10.1016/j.jff.2014.05.009. ISSN 17564646.
- [24] LEOPOLDO, GONZÁLEZ-CRUZ, FILARDO-KERSTUPP SANTIAGO, BELLO-PÉREZ LUIS ARTURO, GÜEMES-VERA NORMA, BERNARDINO-NICANOR AUREA, Nimbe TORRES, Armando R. TOVAR a José PEDRAZA-CHAVERRI. CAROTENOID CONTENT, ANTIOXIDANT ACTIVITY AND SENSORY EVALUATION OF LOW-CALORIE NOPAL (*OPUNTIA FICUS-INDICA*) MARMALADE. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2012, 36(3), 267-275. DOI: 10.1111/j.1745-4549.2011.00589.x. ISSN 01458892.
- [25] MEDINA-TORRES, Luis, E Jaime VERNON-CARTER, J Alberto GALLEGOS-INFANTE, Nuria E ROCHA-GUZMAN, E E HERRERA-VALENCIA, Fausto CALDERAS, Rubén JIMÉNEZ-ALVARADO a José PEDRAZA-CHAVERRI. Study of the antioxidant properties of extracts obtained from nopal cactus (*Opuntia ficus-indica*) cladodes after convective drying. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2011, 91(6), 1001-1005. DOI: 10.1002/jsfa.4271. ISSN 00225142.
- [26] CHEN, Xiaoxia, Tianyu LI, Degang QING, Jun CHEN, Qian ZHANG a Chunyan YAN. *Structural characterization and osteogenic bioactivities of a novel Humulus lupulus polysaccharide*. 2020, 11(1), 1165-1175. DOI: 10.1039/C9FO01918A. ISSN 2042-6496
- [27] SALVIATI, Emanuela, Elena CIAGLIA, Eduardo SOMMELLA, et al. Immunomodulatory activity of *Humulus lupulus* bitter acids fraction: Enhancement of natural killer cells function by NKp44 activating receptor stimulation. *Journal of Functional Foods*. 2019, 61(1), 1165-1175. DOI: 10.1016/j.jff.2019.103469. ISSN 17564646.
- [28] SALVIATI, Emanuela, Elena CIAGLIA, Eduardo SOMMELLA, et al. Immunomodulatory activity of *Humulus lupulus* bitter acids fraction: Enhancement of natural killer cells function by NKp44 activating receptor stimulation. *Journal of Functional Foods*. 2019, 61(1), 1165-1175. DOI: 10.1111/ijfs.14311. ISSN 17564646.
- [29] LIN, Mengfei, Diying XIANG, Xiaoyang CHEN, et al. Role of Characteristic Components of *Humulus lupulus* in Promoting Human Health: Enhancement of

- natural killer cells function by NKp44 activating receptor stimulation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2019, 67(30), 8291-8302. DOI: 10.1021/acs.jafc.9b03780. ISSN 0021-8561.
- [30] LEE, Seon-Hye, Heon-Woong KIM, Min-Ki LEE, et al. Phenolic profiling and quantitative determination of common sage (*Salvia plebeia* R. Br.) by UPLC-DAD-QTOF/MS: Enhancement of natural killer cells function by NKp44 activating receptor stimulation. *European Food Research and Technology*. 2018, 244(9), 1637-1646. DOI: 10.1007/s00217-018-3076-6. ISSN 1438-2377.
- [31] BOUZENNA, Hafsia, Noura SAMOUT, Etaya AMANI, et al. Phenolic profiling and quantitative determination of common sage (*Salvia plebeia* R. Br.) by UPLC-DAD-QTOF/MS: Enhancement of natural killer cells function by NKp44 activating receptor stimulation. *Journal of Oleo Science*. 2016, 65(8), 701-712. DOI: 10.5650/jos.ess15287. ISSN 1345-8957.
- [32] KURTI, Fatbardhë, Annamaria GIORGI, Giangiacomo BERETTA, et al. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of essential oils of different *Pinus* species from Kosovo: Enhancement of natural killer cells function by NKp44 activating receptor stimulation. *Journal of Essential Oil Research*. 2019, 31(4), 263-275. DOI: 10.1080/10412905.2019.1584591. ISSN 1041-2905.
- [33] POLISZKO, Natalia, Przemysław Łukasz KOWALCZEWSKI, Iga RYBICKA, et al. The effect of pumpkin flour on quality and acoustic properties of extruded corn snacks: Enhancement of natural killer cells function by NKp44 activating receptor stimulation. *Journal of Consumer Protection and Food Safety*. 2019, 14(2), 121-129. DOI: 10.1007/s00003-019-01216-6. ISSN 1661-5751.
- [34] BIAŁEK, Małgorzata, Jaroslawa RUTKOWSKA, Agata ADAMSKA, et al. Partial replacement of wheat flour with pumpkin seed flour in muffins offered to children: Enhancement of natural killer cells function by NKp44 activating receptor stimulation. *CyTA - Journal of Food*. 2015, 14(2), 1-8. DOI: 10.1080/19476337.2015.1114529. ISSN 1947-6337.
- [35] SCHIEBERLE, P. a T. HOFMANN. Evaluation of the Character Impact Odorants in Fresh Strawberry Juice by Quantitative Measurements and Sensory Studies on Model Mixtures. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1997, 45(1), 227-232. DOI: 10.1021/jf960366o. ISSN 0021-8561.
- [36] Cervenka, I., Rezkova, S. & Kralovsky, J., (2008). Moisture adsorption characteristics of gingerbread, a traditional bakery product in Pardubice, Czech Republic. *Journal of Food Engineering*. 84, 601–607

- [37] GUERRERO-LEGARRETA, Isabel. *Hanbook of Poultry Science and Technology*. John Wiley & Sons, 2010.
- [38] PŘÍHODA, J. (1991): Cereální chemie a technologie III. Technologie trvanlivého pečiva a snack výrobků. VŠCHT Praha, 58 p.
- [39] WANG, C., F. XU, D. LI a M. ZHANG. Physico-chemical and structural properties of four rice bran protein fractions based on the multiple solvent extraction method: Preclinical Observations. *Czech Journal of Food Sciences*. 2016, 33(3), 283-291. DOI: 10.17221/462/2014-CJFS. ISSN 12121800.
- [40] DOLEŽAL, V. (2003): Extruzní technologie a výrobky. Pekař cukrář, 7, Pekař a cukrář s.r.o., Praha, 15 p.
- [41] SIMURINA, O a I SEDEJ. *Cookies produced from whole grain buckwheat flour*. 84-91. Opatija, Croatia: J J STROSSMAYER UNIV OSIJEK-CROATIA, FAC FOOD TECH, DEPT CEREAL PROC TECH, FRANJE KUHACA 18-20, OSIJEK, HR-31 000, CROATIA, 2009. ISBN 978-953-7005-21-4.
- [42] HAMPL, J., PŘÍHODA, J. (1985): Cereální chemie a technologie II. VŠCHT Praha SNTL, 248 p. HAMPL, J., PŘÍHODA, J. (1985): Cereální chemie a technologie II. VŠCHT Praha SNTL, 248 p.
- [43] MOŠOVSKÁ, Silvia a Dominika NOVÁKOVÁ. Antioxidant activity of ginger extract and identification of its active components. *Acta Chimica Slovaca, Vol. 8, No. 2, 2015*,. 2015, (Vol. 8), 115-119. DOI: DOI: 10.1515/acs-2015-0020.
- [44] Lukin, Aleksandr & Bitiutskikh, K.. (2017). On potential use of hemp flour in bread production. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. 10. 113-118.
- [45] KUČEROVÁ, Jindřiška. *Technology of cereals*. Brno: Mendel University in Brno, 2015. ISBN ISBN978-80-7509-343-1.
- [46] M, Maizura a Aminah A. *Total phenolic content and antioxidant activity of kesum (Polygonum minus), ginger (Zingiber officinale) and turmeric (Curcuma longa) extract*. , 529-534. DOI: 18: 529-534 (2011).
- [47] ARPIT SAXENA, Raghavendra Haniadka a Arnadi R Shivashankara RAJA FAYAD. *Ginger Protects the Liver against the Toxic Effects of Xenobiotic Compounds: Preclinical Observations*. 2013, 03(05). DOI: 10.4172/2155-9600.1000226. ISSN 21559600.

- [48] Hinneburg, I., Damien Dorman, H.J. and Hiltunen, R. 2006. Antioxidant activities of extracts from selected culinary herbs and spices. *Food Chemistry* 97: 122- 129.
- [49] DINI, Cecilia, María Alejandra GARCÍA a Sonia Zulma VIÑA. *Non-traditional flours: frontiers between ancestral heritage and innovation*. 2012, 3(6). DOI: 10.1039/c2fo30036b. ISSN 2042-6496.
- [50] WANG, C., F. XU, D. LI a M. ZHANG. Physico-chemical and structural properties of four rice bran protein fractions based on the multiple solvent extraction method. *Czech Journal of Food Sciences*. 2016, 33(3), 283-291. DOI: 10.17221/462/2014-CJFS. ISSN 12121800.
- [51] KOSANIĆ, Marijana, Branislav RANKOVIĆ a Tatjana STANOJKOVIĆ. Antioxidant and Antimicrobial Properties of Some Lichens and Their Constituents. *Journal of Medicinal Food*. 2011, 14(12), 1624-1630. DOI: 10.1089/jmf.2010.0316. ISSN 1096-620X.
- [52] KOSANIĆ, Marijana, Branislav RANKOVIĆ a Tatjana STANOJKOVIĆ. Antioxidant, Antimicrobial, and Anticancer Activity of 3 Umbilicaria Species. *Journal of Food Science*. 2012, 77(1), T20-T25. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2011.02459.x. ISSN 00221147.
- [53] readingbakery [online]. [cit. 19.3.2020]. Dostupný na WWW: <https://www.readingbakery.com/ultrasonic-guillotine-cutter-bakery-equipment.html>
- [54] MICHAEL, Niahm. Flavour pairing with plant proteins What s best for your product. *Food navigator* [online]. [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.foodnavigator.com/Article/2017/09/01/Flavour-pairing-with-plant-proteins-What-s-best-for-your-product>
- [55] SCHIRA, ROBERTA. Perfect Food Pairings: Pumpkin. *Finedining lovers* [online]. [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.finedininglovers.com/article/perfect-food-pairings-pumpkin>
- [56] Organic Milk Thistle Seed Flour [online]. In: . [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: <https://www.bestofhungary.co.uk/products/organic-milk-thistle-seed-flour>
- [57] Milk thistle seed. In: *Bestofhungary* [online]. [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: <https://www.herbco.com/p-380-milk-thistle-seed-whole.aspx>
- [58] ADEOLA, Abiodun A. a Ehimen R. OHIZUA. Physical, chemical, and sensory properties of biscuits prepared from flour blends of unripe cooking banana, pigeon pea, and sweet potato. 2018,6(3), 532-540. DOI: 10.1002/fsn3.590. ISSN 20487177.

- [59] MORITA, T., & KIRIYAMA, S. (1993). Mass Production Method for Rice Protein Isolate and Nutritional Evaluation. *Journal of Food Science*, 58(6), 1393–1396. doi:10.1111/j.1365-2621.1993.tb06190.x ryza
- [60] COLLA, Kathryn, Andrew COSTANZO a Shirani GAMLATH. Fat Replacers in Baked Food Products. *Foods*. 2018,7(12). DOI: 10.3390/foods7120192. ISSN 2304-8158
- [61] Apostol, Livia & Popa, Mona & Mustatea, Gabriel. (2015). Cannabis sativa L partially skimmed flour as source of bio-compounds in the bakery industry. *Romanian Biotechnological Letters*. Volume 20. 10835-10844. popol skrob vlaknina lipidy hemp a in
- [62] KOSANIĆ, Marijana, Branislav RANKOVIĆ a Jelena VUKOJEVIĆ. Antioxidant properties of some lichen species. *Journal of Food Science and Technology*. 2011, 48(5), 584-590. DOI: 10.1007/s13197-010-0174-2. ISSN 0022-1155.
- [63] HERNÁNDEZ-URBIOLA, Margarita I., Esther PÉREZ-TORRERO a Mario E. RODRÍGUEZ-GARCÍA. Chemical Analysis of Nutritional Content of Prickly Pads (*Opuntia ficus indica*) at Varied Ages in an Organic Harvest. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2011, 8(5), 1287-1295. DOI: 10.3390/ijerph8051287. ISSN 1660-4601. Dostupné také z: <http://www.mdpi.com/1660-4601/8/5/1287> kaktus
- [64] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin*. Tábor: OSSIS, 1999. Česká zahrada. ISBN 80-902-3914-5. zlknutie tukov
- [65] ALONGI, Marilisa, Sofia MELCHIOR a Monica ANESE. Reducing the glycemic index of short dough biscuits by using apple pomace as a functional ingredient. *LWT*. 2019,100, 300-305. DOI: 10.1016/j.lwt.2018.10.068. ISSN 00236438.
- [66] Giami, S. Y., & Bekebain, D. A. (1992). Proximate composition and functional properties of raw and processed full-fat fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*) seed flour. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 59(3), 321–325. doi:10.1002/jsfa.2740590308 tekvica
- [67] SVIHUS, Birger, Esther PÉREZ-TORRERO a Mario E. RODRÍGUEZ-GARCÍA. Nutritive and Digestive Effects of Starch and Fiber in Whole Wheat. *Wheat and Rice in Disease Prevention and Health*. Elsevier, 2014, 2014, 8(5), 81-87. DOI: 10.1016/B978-0-12-401716-0.00007-6. ISBN 9780124017160. ISSN 1660-4601. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780124017160000076> škrob základ
- [68] BLANCO CANALIS, M.S., A.E. LEÓN a P.D. RIBOTTA. Incorporation of dietary fiber on the cookie dough. Effects on thermal properties and water availability. *Food*

- Chemistry. 2019,271, 309-317. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.07.146. ISSN 03088146.
- [69] Lukin, Aleksandr & Bitiutskikh, K.. (2017). On potential use of hemp flour in bread production. Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering. 10. 113-118. popol bielkoviny vlaknina hemp
- [70] KORKMAZ, A.I., H. AKGUL, M. SEVINDIK a Z. SELAMOGLU. Study on determination of bioactive potentials of certain lichens. Acta Alimentaria. 2018, 47(1), 80-87. DOI: 10.1556/066.2018.47.1.10. ISSN 0139-3006.
- [71] SVIHUS, Ahsan Habib, Esther PÉREZ-TORRERO a Mario E. RODRÍGUEZ-GARCÍA. Nutritive and Digestive Effects of Starch and Fiber in Whole Wheat. Wheat and Rice in Disease Prevention and Health. Elsevier, 2015, 2014, 05(04), 81-87. DOI: 10.4172/2155-9600.1000374. ISBN 9780124017160. ISSN 21559600. tekvica škrob biel ---
- [72] FERRARI, Maria Cristina, Maria Teresa Pedrosa Silva CLERICI a Yoon Kil CHANG. A comparative study among methods used for wheat flour analysis and for measurements of gluten properties using the Wheat Gluten Quality Analyser (WGQA). Food Science and Technology. Elsevier, 2014, 2014, 34(2), 235-242. DOI: 10.1590/fst.2014.0038. ISBN 9780124017160.
- [73] [online]. [cit. 2020-05-01]. Dostupné z: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/?query=ndbNumber:1032>
- [74] KORUS, Jarosław, Mariusz WITCZAK, Rafał ZIOBRO a Lesław JUSZCZAK. Hemp (*Cannabis sativa* subsp. *sativa*) flour and protein preparation as natural nutrients and structure forming agents in starch based gluten-free bread. *LWT*. 2017, 84, 143-150.
- [75] Jaekel, Leandra & Silva, Camila & Steel, Caroline & Chang, Yoon. (2012). Influence of xylanase addition on the characteristics of loaf bread prepared with white flour or whole grain wheat flour. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 32. DOI: 10.1590/S0101-20612012005000116.
- [76] KORUS, Jarosław, Mariusz WITCZAK, Rafał ZIOBRO a Lesław JUSZCZAK. Position of the American Dietetic Association: Health Implications of Dietary Fiber. *Journal of the American Dietetic Association*. 2008, 108(10), 1716-1731. DOI: 10.1016/j.jada.2008.08.007. ISSN 00028223.

- [77] Livia APOSTOL¹, Corneliu Sorin IORGA², Claudia MOȘOIU¹. NUTRIENT COMPOSITION OF PARTIALLY DEFATTED MILK THISTLE SEEDS. National Research and Development Institute for Food Bioresources, 6 Dinu Vintilă Street, District 2, 021102, Bucharest, Romania. Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies, Vol. XXI, 2017 ISSN 2285-1364,
- [78] FIGUEROA-PÉREZ, Marely G., Iza F. PÉREZ-RAMÍREZ, Octavio PAREDES-LÓPEZ, Candelario MONDRAGÓN-JACOBO a Rosalía REYNOSO-CAMACHO. Phytochemical Composition and in Vitro Analysis of Nopal (O. Ficus-Indica) Cladodes at Different Stages of Maturity: Health Implications of Dietary Fiber. *International Journal of Food Properties*. 2018, 21(1), 1728-1742. DOI: 10.1080/10942912.2016.1206126. ISSN 1094-2912.
- [79] ALU'DATT, Muhammad H., Taha RABABAH, Mohammad N. ALHAMAD, et al. Fermented Malt Beverages and Their Biomedicinal Health Potential: Classification, Composition, Processing, and Bio-Functional Properties. *Fermented Beverages*. Elsevier, 2019, 2019, 21(1), 369-400. DOI: 10.1016/B978-0-12-815271-3.00009-9. ISBN 9780128152713. ISSN 1094-2912.
- [80] ALVES, Francisco Abel Lemos, Albericio Pereira de ANDRADE, Riselane de Lucena Alcântara BRUNO, et al. Seasonal variability of phenolic compounds and antioxidant activity in prickly pear cladodes of Opuntia and Nopalea genres: Classification, Composition, Processing, and Bio-Functional Properties. *Food Science and Technology*. Elsevier, 2017, 2019, 37(4), 536-543. DOI: 10.1590/1678-457x.19316. ISBN 9780128152713. ISSN 1678-457X.
- [81] PROESTOS, C. a M. KOMAITIS. Antioxidant Capacity of Hops. *Beer in Health and Disease Prevention*. Elsevier, 2009, 2009, , 467-474. DOI: 10.1016/B978-0-12-373891-2.00045-6. ISBN 9780123738912.
- [82] SERÇE, Aynur, Bircan Çeken TOPTANCI, Sevil Emen TANRIKUT, Sevcan ALTAŞ, Göksel KIZIL, Süleyman KIZIL a Murat KIZIL. Assessment of the Antioxidant Activity of Silybum marianum Extract and Its Protective Effect against DNA Oxidation, Protein Damage and Lipid Peroxidation. *Food Technology and Biotechnology*. Elsevier, 2016, 2009, 54(4), 467-474. DOI: 10.17113/ftb.54.04.16.4323. ISBN 9780123738912. ISSN 13309862.
- [83] Food Pairing Chart. In: Winefolly [online]. 2013 [cit. 2020-05-02]. Dostupné z: <https://winefolly.com/wine-pairing/taste-flavor-pairing-chart-combinations/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AOA	Antioxidačná aktivita (Antioxidant Activity)
ČSN	České technické normy
DMD	Stráviteľnosť sušiny (Dry Matter Digestibility)
DPPH	2,2-difenyl.1-pikrylhydrazyl
GAE	Ekvivalent kyseliny gallovej (Gallic Acid Equivalent)
ISO	Medzinárodná organizácia zaoberajúca sa tvorbou noriem (International Organization for Standardization)
NDČ	Neutrálne-detergentné činidlo
NDF	Neutrálne-detergentná vlákna (Neutral-Detergent Fiber)
NDR	Neutrálne-detergentný roztok
OMD	Stráviteľnosť organickej hmoty (Organic Matter Digestibility)
SD	Smerodajná odchýlka
TE	Ekvivalent trolloxu (Trolox Equivalent)
TPC	Celkový obsah polyfenolov (Total Phenolic Content)

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Gilotinový krájač [53]	11
Obr. 2 Múka zo semien pestreca mariánskeho[56].....	17
Obr. 3 Semená pestreca mariánskeho[57]	17
Obr. 4 Destilačná aparátúra Behr S2	30
Obr. 5 Filtrácia vzoriek pri stanovení škrobu	32

SEZNAM TABULEK

Tab. 1	Vhodný obsah bielkovín pre jednotlivé spôsoby formovania sušienok	13
Tab. 2	Percentuálny podiel alternatívnych múk v ceste I.....	26
Tab. 3	Percentuálny podiel proteínových výťažkov v ceste I.....	26
Tab. 4	Percentuálny podiel alternatívnych múk v ceste II.....	26
Tab. 5	Percentuálny podiel proteínových výťažkov v ceste II	27
Tab. 6	Výsledné alternatívne receptúry po selekcii v ceste I.....	38
Tab. 7	Výsledné alternatívne receptúry po selekcii v ceste II	39
Tab. 8	Finálne prídavky netradičných surovín do cesta I po food pairingu	39
Tab. 9	Finálne prídavky netradičných surovín do cesta II po food pairingu	40
Tab. 10	Finálne receptúry pre cesto I	40
Tab. 11	Finálne receptúry pre cesto II	40
Tab. 12	Výsledky stanovenia sušiny.....	42
Tab. 13	Výsledky stanovenia popolu v sušine.....	42
Tab. 14	Výsledky stanovenia škrobu v sušine	43
Tab. 15	Výsledky stanovenia bielkovín v sušine.....	44
Tab. 16	Výsledky stanovenia lipidov v sušine	44
Tab. 17	Výsledky stanovenia NDF v sušine.....	46
Tab. 18	Výsledky stanovenia DMD a OMD	46
Tab. 19	Výsledky stanovenia TPC v sušine	49
Tab. 20	Výsledky stanovenia AOA v sušine	49

ZOZNAM PRÍLOH

PŘÍLOHA P I: DOTAZNÍKY PRE SENZORICKÚ ANALYZU

PŘÍLOHA P II: FOOD-PAIRINGOVÁ MAPA [83]

PRÍLOHA P I: DOTAZNÍKY PRE SENZORICKÚ ANALÝZU

Dotazník pro senzorní hodnocení trvanlivého pečiva II

Jméno a příjmení:

Datum:

Podpis:

Čas:

Úkol č. 1: Celkový dojem – stupnicová zkouška

Předložené vzorky krekrového pečiva senzornicky zhodnoďte a ke každému znaku přiřaďte stupeň dle příložené hedonické/intenzitní stupnice.

	Vzorky					
	A	B	C	D	E	F
Vzhled a barva						
Křupavost						
Chut' a vůně						

Úkol č. 2: Pořádková zkouška preference

Seřadte dané vzorky krekrového pečiva z ne tradiční mouky podle vašich preferencí.

vzorek	pořadí
a	
b	
c	
d	

(1 – nejvíce oblíbený, 4 – nejméně oblíbený)

vzorek	pořadí
a	
e	
f	

(1 – nejvíce oblíbený, 3 – nejméně oblíbený)

Stupnice pro úkol 1

Vzhled a barva

- 1 - vynikající** - barva odpovídá použité surovině, stejnorodá, bez cizích odstínů. Tvar a velikost trvanlivého pečiva je stejnorodý.
- 2 - velmi dobrý** - barva stále odpovídá použité surovině, bez cizích odstínů. Změny barvy způsobené oxidací změnami vyloučenými. Tvar a velikost trvanlivého pečiva je stejnorodý.
- 3 - dobrý** - nepatrné odchylky v barevnosti trvanlivého pečiva. Změny způsobené oxidací změnami vyloučenými. Tvar a velikost je stejnorodý.
- 4 - méně dobrý** - větší odchylky v barevnosti trvanlivého pečiva způsobené oxidativními procesy. Tvar a velikost je více nestejný.
- 5 - nepřijatelný** - barva nevyhovující, neodpovídá použité surovině. Tvar a velikost nestejný.

Křupavost:

- 1. Extrémně křupavý**
- 2. Více křupavý**
- 3. Křupavý**
- 4. Méně křupavý**
- 5. Nekřupavý**

Chut' a vůně:

- 1 - vynikající** - čisté, výrazné aroma odpovídající použité surovině, bohatá, harmonická chuť a vůně
- 2 - velmi dobrý** - výborné, harmonické, dosti výrazné cereální aroma odpovídající použité surovině, harmonická pražená chuť a vůně
- 3 - dobrý** - stále harmonické, čisté cereální aroma odpovídající použité surovině bez cizích příchutí, méně výrazná pražená chuť a vůně
- 4 - méně dobrý** - málo výrazné, netypické cereální aroma, neharmonická pražená chuť a vůně s výskytem slabě cizích příchutí
- 5 - nepřijatelný** - nevýrazné cereální aroma s výskyty cizích chutí a vůní, silně neharmonická pražená chuť a vůně (přípaleň)

Dotazník pro senzorické hodnocení trvanlivého pečiva

Jméno a příjmení:

Datum:

Podpis:

Čas:

Úkol č. 1: Celkový dojem – stupnicová zkouška

Předložte vzorky pečlivě prohlédněte a ke každému znaku přiřaďte stupeň dle přiložené hedonické/intenzitní stupnice:

	Vzorky					
	A	B	C	D	E	F
Vzhled a barva						
Křupavost						
Chut' a vůně						

Úkol č. 2: Pořadová zkouška preference

Seřadte dané vzorky pečlivě prohlédněte a ke každému znaku přiřaďte preferenci.

vzorek	pořadí
a	
b	
c	
f	

(1 – nejvíce oblíbený, 4 – nejméně oblíbený)

vzorek	pořadí
a	
d	
e	

(1 – nejvíce oblíbený, 3 – nejméně oblíbený)

Stupnice pro úkol 1

Vzhled a barva

- 1 - vynikající** - barva odpovídá použité surovině, stejnorodá, bez cizích odstínů. Tvar a velikost trvanlivého pečiva je stejnoměrný.
- 2 - velmi dobrý** - barva stále odpovídá použité surovině, bez cizích odstínů. Změny barvy způsobené oxidací změnami vyloučeny. Tvar a velikost trvanlivého pečiva je stejnoměrný.
- 3 - dobrý** - nepatrné odchylky v barevnosti trvanlivého pečiva. Změny způsobené oxidací změnami vyloučeny. Tvar a velikost je stejnoměrný.
- 4 - méně dobrý** - větší odchylky v barevnosti trvanlivého pečiva způsobené oxidativními procesy. Tvar a velikost je více nestejnomy.
- 5 - nepřijatelný** - barva nevyhovující, neodpovídá použité surovině. Tvar a velikost nestejnomy.

Křupavost

- 1. Extrémně křupavý**
- 2. Více křupavý**
- 3. Křupavý**
- 4. Méně křupavý**
- 5. Nekřupavý**

Chut' a vůně:

- 1 - vynikající** - čisté, výrazné aroma odpovídající použité surovině, bohatá, harmonická chut' a vůně
- 2 - velmi dobrý** - výborné, harmonické, dosti výrazné cereální aroma odpovídající použité surovině, harmonická pražená chut' a vůně
- 3 - dobrý** - stále harmonické, čisté cereální aroma odpovídající použité surovině bez cizích příchutí, méně výrazná pražená chut' a vůně
- 4 - méně dobrý** - málo výrazné, netypické cereální aroma, neharmonická pražená chut' a vůně s výskytem slabě cizích příchutí
- 5 - nepřijatelný** - nevýrazné cereální aroma s výskyty cizích chutí a vůní, silně neharmonická pražená chut' a vůně (připálená)

PŘÍLOHA P II: FOOD-PAIRINGOVÁ MAPA [83]

