

Výroba trvanlivého pečiva a stanovenie základných nutričných znakov

Jozef Damašek

Bakalářská práce
2018



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav analýzy a chemie potravin

akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jozef Damašek**
Osobní číslo: **T15846**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie a řízení v gastronomii**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Výroba trvanlivého pečiva a stanovenie jeho akostných znakov**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Výroba a charakteristika sortimentu trvanlivého pečiva.
2. Suroviny používané pre výrobu trvanlivého pečiva.

II. Praktická část

1. Výroba pilotných vzorkou trvanlivého pečiva podľa a zadanej receptúry.
2. Stanovení základných akostných znakov u vyrobených vzorkou.
3. Spracovanie nameraných dát, diskusia, záver.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

- [1] MANLEY, Duncan. Biscuit, cracker and cookie recipes for the food industry. Boca Raton, FL: CRC, 2001. ISBN 978-185-5735-439.
- [2] LAGUNA, Laura, Kathleen J. R. VALLONS, Albert JURGENS a Teresa SANZ. Understanding the effect of sugar and sugar replacement in short dough biscuits. Food and Bioprocess Technology. 2013, 6(11), 3143-3154. DOI: 10.1007/s11947-012-0968-5. ISSN 1935-5130. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s11947-012-0968-5>.
- [3] 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 .
- [4] PAULY, Anneleen a Bram PAREYT. Flour from wheat cultivars of varying hardness produces semi-sweet biscuits with varying textural and structural properties. LWT - Food Science and Technology. 2013, 53, 452-457.

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Daniela Sumczynski, Ph.D.

Ústav analýzy a chemie potravin

Datum zadání bakalářské práce:

2. února 2018

Termín odevzdání bakalářské práce:

4. května 2018

Ve Zlíně dne 2. února 2018



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
děkan



doc. Ing. Jiří Mlček, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Damašek Josef

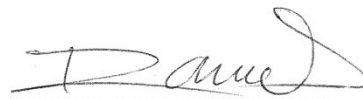
Obor: TRG

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně 4.5.2018



¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ 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, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ 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, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlíádne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Bakalárska práca sa zaoberá výrobou trvanlivého pečiva a stanovením jeho základných nutričných znakov. V teoretickej časti boli charakterizované jednotlivé suroviny, následne boli zhrnuté základné technológie využívané na výrobu trvanlivého pečiva. Praktická časť obsahuje výrobu trvanlivého pečiva podľa zadanej receptúry. V pripravených vzorkách boli analyzované jednotlivé nutričné znaky: stanovenie vlhkosti, popola, obsahu bielkovín, lipidov, škrobu, hrubej a neutrálne-detergentnej vlákniny a stráviteľnosti.

Kľúčové slová: trvanlivé pečivo, obilniny, nutričné znaky

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with production of durable pastry and determination of its basic nutritional characteristics. In the theoretical part, individual raw materials were characterized, followed by the basic technologies used for the production of durable pastry. The practical part includes the production of durable pastry according to the prescribed recipe. Individual nutritional characteristics were analysed in the prepared samples: determination of moisture, ash, proteins, lipids, starch, crude fibre and neutral detergent fibre and digestibility.

Keywords: durable pastries, cereals, nutritional characteristics

Tu by som rád poďakoval svojej vedúcej bakalárskej práce pani doc. Ing. Daniela Sumczynski, Ph.D. za poskytnutú pomoc, trpezlivosť a pripomienky týkajúce sa bakalárskej práce. Ďalej by som poďakoval aj pani Ing. Lenke Fojtíkovej za pomoc pri práci v laboratóriu. Práca bola podporená grantom UTB v Zlíne IGA/FT/2018/006. Rád by ešte poďakoval mojej rodine, priateľke a všetkým ktorý ma podporovali popri mojom štúdiu.

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

OBSAH

ÚVOD.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST.....	11
1 CHARAKTERISTIKA SORTIMENTU TRVANLIVÉHO PEČIVA.....	12
1.1 CHARAKTERISTIKA TRVANLIVÉHO PEČIVA A JEHO SKUPINY.....	12
1.1.1 Sucháre, praclíky, tyčinky.....	12
1.1.2 Sušienky.....	12
1.1.3 Trvanlivé pečivo zo šľahaných hmôt.....	13
1.1.4 Oplátky.....	13
1.1.5 Perníky.....	13
1.1.6 Expandované výrobky.....	13
1.1.7 Crackery.....	13
2 SUROVINY POUŽÍVANÉ PRE VÝROBU TRVANLIVÉHO PEČIVA.....	15
2.1 SUROVINY POUŽITÉ PRI VÝROBE PRACLÍKOV.....	15
2.1.1 Obilniny.....	15
2.1.1.1 Pšeničná múka.....	15
2.1.1.2 Ovsená múka.....	15
2.1.1.3 Ražná múka.....	15
2.1.1.4 Pohánková múka.....	16
2.1.1.5 Tef.....	16
2.1.2 Sacharidy a sladidlá.....	17
2.1.3 Lipidy.....	18
2.1.4 Kypriace prostriedky.....	18
2.1.5 Soľ.....	19
2.1.6 Voda.....	19
2.2 OSTATNÉ SUROVINY POUŽÍVANÉ PRI VÝROBE TRVANLIVÉHO PEČIVA.....	19
2.2.1 Vajce a vaječné produkty.....	19
3 TECHNOLOGICKÝ PROCES VÝROBY TRVANLIVÉHO PEČIVA.....	21
3.1 SUCHÁRE, PRACLÍKY, TYČINKY.....	21
3.2 OSTATNÍ TRVANLIVÉ PEČIVO.....	23
3.2.1 Sušienky.....	23
3.2.2 Trvanlivé pečivo zo šľahaných hmôt.....	24
3.2.3 Oplátky.....	24
3.2.4 Perníky.....	25
3.2.5 Expandované výrobky.....	25
3.2.6 Crackery.....	26
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	27
4 METODIKA.....	28
4.1 CIEL PRÁCE.....	28
4.2 POUŽITÉ CHEMIKÁLIE.....	28
4.3 POUŽITÉ PRÍSTROJE A POMÔCKY.....	29
4.4 VÝROBA VZORKY.....	30
4.4.1 Základná receptúra vzorky a jej modifikácie.....	30
4.4.2 Výroba vzoriek pečením.....	30

4.5	STANOVENIE OBSAHU VLNKOSTI REFERENČNOU METÓDOU	31
4.6	STANOVENIE OBSAHU POPOLA	32
4.7	STANOVENIE DUSÍKU PODĽA KJELDAHLA S PREPOČTOM NA OBSAH HRUBEJ BIELKOVINY	32
4.8	STANOVENIE OBSAHU LIPIDOV PODĽA SOXHLETA.....	34
4.9	STANOVENIE ŠKROBU PODĽA EWERSE	34
4.10	STANOVENIE HRUBEJ VLÁKNINY	35
4.11	STANOVENIE NEUTRÁLNE-DETERGENTNEJ VLÁKNINY.....	36
4.12	STANOVENIE <i>IN VITRO</i> STRÁVITEENOSTI	38
5	VYSLEDKY A DISKUSIA.....	40
5.1	VÝSLEDKY STANOVENIA POPOLA A VLNKOSTI	40
5.2	VÝSLEDKY STANOVENIA OBSAHU BIELKOVÍN, ŠKROBU A LIPIDOV	40
5.3	VÝSLEDKY STRÁVITEENOSTI, NEUTRÁLNE-DETERGENTNEJ A HRUBEJ VLÁKNINY	42
	ZÁVER	44
	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY.....	45
	ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK.....	49
	ZOZNAM OBRÁZKOV	50
	ZOZNAM TABULIEK	51

ÚVOD

Trvanlivé pečivo je s veľkou obľubou konzumované ako pochutiny. Tieto výrobky sa vyrábajú prevažne z pšeničnej múky, rastlinného tuku a ostatných surovín. Účelom tejto práce bolo zlepšenie nutričných znakov, nie veľmi nutrične bohatého trvanlivého pečiva. Väčšina trvanlivého pečiva obsahuje nadbytočné množstvo sodíka prípadne tuku, ktorých nadmerný príjem môže spôsobovať vysoký tlak, vznik kardiovaskulárnych a iných ochorení. Princípom práce bolo zlepšiť receptúru a výživovú hodnotu trvanlivého pečiva.

V tejto práci boli charakterizované suroviny používané na výrobu trvanlivého pečiva z chemického, ale aj z nutričného hľadiska. Následne boli popísané alternatívne suroviny, ktoré by boli vhodné ako náhrada časti pšeničného podielu. Potom boli charakterizované jednotlivé technologické procesy pri výrobe trvanlivého pečiva a podrobne popísaná výroba trvanlivého pečiva. V praktickej časti bakalárskej práce bolo vybraných deväť vzoriek s podielom pšeničnej múky a iných obilných surovín, u ktorých boli stanovované základné nutričné hodnoty.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CHARAKTERISTIKA SORTIMENTU TRVANLIVÉHO PEČIVA

1.1 Charakteristika trvanlivého pečiva a jeho skupiny

Aktuálne znenie Ministerstva hospodárstva definuje trvanlivé pečivo podľa vyhlášky č. 333/1997 Sb. v aktuálnom znení ako „výrobky vyrobené predovšetkým z múky, poprípade ďalších surovín, prídavných látok a látok určených k aromatizácii, s obsahom vody najviac 10 %, s výnimkou perníkov, praclíkov a trvanlivých tyčínok s obsahom vody najviac 16 %; poprípade plnené rôznymi náplňami, máčané, potáhané alebo povrchovo upravené“ [17]. Na základe tejto komoditnej vyhlášky môžeme deliť trvanlivé pečivo na nasledujúce druhy: sušienky, trvanlivé pečivo zo šľahaných hmôt, oplátky, perníky sucháre, praclíky, trvanlivé tyčinky, knäckebrat, crackerové pečivo, extrudované a pufované výrobky a macesy [17].

1.1.1 Sucháre, praclíky, tyčinky

Sucháre sú podľa vyhlášky č. 333/1997 Sb. v aktuálnom znení ako výrobky z cesta kypreného chemicky alebo biologicky a po upečení krájané na plátky a restované. Praclíkmi a trvanlivými tyčkami sú výrobky z cesta kypreného chemicky alebo biologicky, ktoré musia byť pri pečení presušené v celom objeme [17]. Sucháre, praclíky a tyčinky patria predovšetkým medzi biologicky kyprené pečivo, prípadne sa do receptúry pridávajú chemické kypridlá. Majú veľmi vysokú trvanlivosť až 1 rok vďaka veľmi nízkej vlhkosti počas celej doby skladovania aj konzumovania. Sú to zväčša výrobky slanej až neutrálnej chuti, môžeme sa ale stretnúť aj zo sladkými variantmi. Vďaka nízkej energetickej hodnote sa odporúčajú aj k redukčným diétam [1, 2].

1.1.2 Sušienky

Sušienky sú podľa vyhlášky č. 333/1997 Sb. v aktuálnom znení výrobky získané upečením cesta, hlavne chemicky kypreného [17]. Sušienky môžeme charakterizovať ako cereálnu zmes s rôznym obsahom tuku od 0 do 35 % a cukru od 10 do 20 %. Sortiment sušienok sa líši hlavne variabilitou náplne a potáhaných hmôt. Sušienky sa delia podľa obsahu tuku na biskvity s obsahom tuku od 15 do 35 % a keksy s obsahom tuku 0 až 15 %. Vďaka nižšiemu obsahu tuku sa javia tvrdšie a suchšie. Sušienky sa pred balením bežne upravujú a podľa toho sa delia na jednoduché, plnené, polomáčané, celomáčané a zdobené na povrchu. Nakoniec sa delia podľa charakteristickej chuti na sladké, slané, prípadne na špeciálne dochutené [1, 3].

1.1.3 Trvanlivé pečivo zo šľahaných hmôt

Trvanlivým pečivom zo šľahaných hmôt sú podľa vyhlášky č. 333/1997 Sb. v aktuálnom znení výrobky kyprené výhradne mechanicky, ktorých základnými surovinami sú vaječný obsah a cukor. Sortiment trvanlivého pečiva zahŕňa detské piškóty, kokosky a pasians [5, 17].

1.1.4 Oplátky

Oplátkami sú podľa vyhlášky č. 333/1997 Sb. v aktuálnom znení výrobky získané upečením tenkej vrstvy cesta alebo hmoty kontaktným spôsobom vo formách [17]. Podľa tvaru poznáme oplátky ploché, trubičky, kornúty, mušle a mnohé iné. Často sa poťahujú čokoládovou polevou. Suroviny na prípravu oplátok sa skladajú predovšetkým z pšeničnej múky a vody, ktoré tvoria až 97 % objemu cesta. Do oplátkového cesta sa pridáva aj cukor, tuk, vajce, sušené mlieko a zmes fosfolipidov. Pšeničná múka by mala mať slabý lepok, dobré bobtnajúci škrob s maximálnym obsahom bielkovín 9 % [2].

1.1.5 Perníky

Perníkom sú podľa vyhlášky č. 333/1997 Sb. v aktuálnom znení pečené výrobky z chemicky kypreného cesta s prídavkom korenia a neutralizovaného invertného cukrového roztoku alebo invertného cukru alebo medu [17]. Perníky patria medzi tradičné výrobky sortimentu trvanlivého pečiva. V českých regiónoch je známy predovšetkým medový perník [3].

1.1.6 Expandované výrobky

Pufovaným výrobkom je podľa vyhlášky č. 333/1997 Sb. v aktuálnom znení 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 [17]. Sú to výrobky, ktoré sú kyprené termomechanicky. Toto kyprenie spočíva v extrémnom stlačení zmesi a rýchlom vytlačení do okolia, pričom dochádza k rýchlemu vyrovnaniu tlaku, čo spôsobí expanziu zmesi. Výsledný produkt je veľmi suchý, krehký, so štruktúrou tuhej peny. Expandované výrobky delíme na pufované a extrudované [4].

1.1.7 Crackery

Crackerovým pečivom sú podľa vyhlášky č. 333/1997 Sb. v aktuálnom znení výrobky z laminovaných ciest kyprených chemicky alebo biologicky. Crackery sú bežnou skupinou

pochutín trvanlivého pečiva, slúžia ako určitá náhrada voči sušienkam. Líšia sa hlavne textúrou a nižšou trvanlivosťou, vďaka vyššiemu obsahu tuku [1 ,17].

2 SUROVINY POUŽÍVANÉ PRE VÝROBU TRVANLIVÉHO PEČIVA

2.1 Suroviny použité pri výrobe praclíkov

2.1.1 Obilniny

Obilniny a ich mlynské výrobky sú hlavnou surovinou na výrobu pečiva. Význam obilovin je daný ich univerzálnosťou a dobrou dostupnosťou. Výhodou je ich ľahká skladovateľnosť, ktorá je zapríčinená ich nízkou vlhkosťou [2].

2.1.1.1 Pšeničná múka

Základnou surovinou pre výrobu trvanlivého pečiva je pšeničná múka slabá, s nižším obsahom lepku, ktorý je ťažný, nie pružný. Obsah bielkovín je dôležitý hlavne z technologického hľadiska. Múka je nevyhnutná surovina používaná na prípravu cesta, v ceste tvorí až 60 % a viac. Muky rozoznávame podľa stupňa vymletia, ktorý udáva obsah popola v múke. Spravidla vyššie vymleté múky obsahujú menej popola, pričom pri nižšie vymletých múkach obsah popola rastie. Obsah bielkovín v pšeničnej múke hladkej je asi 11 %. Rozoznávame takzvanú silu múky, ktorá je daná kvalitou lepko-tvorených bielkovín, a fyzikálnymi vlastnosťami ciest. Táto schopnosť ovplyvňuje schopnosť zadržiavať plyn v ceste. Zároveň sa určuje plynotvorná schopnosť múky, ktorá je daná schopnosťou produkcie plynu CO₂. Akosť múky ovplyvňuje aj cukrotvorná schopnosť múky, ktorá je určená množstvom zkvasiteľných cukrov, ktoré sú prirodzene prítomné v múke. Túto schopnosť ovplyvňujú aj cukry, ktoré vznikajú v ceste pôsobením enzýmov, ktoré rozkladajú škrob a cukrov pridaných do receptúry [3, 15, 22].

2.1.1.2 Ovsená múka

Oves je typická obilovina pre mierne a chladnejšie klimatické pásma, ktorá je bohatá na lipidy, pričom obsah bielkovín v ovsenej múke celozrnnej sa pohybuje okolo 12 %. V ovsenej múke hladkej sa môže obsah bielkovín vyšplhať až na 14 %. Ovos sa v rôznych formách používa na zlepšenie chuti, textúry a vzhľadu trvanlivého pečiva. Okrem ovsenej múky sa do základu cesta môžu pridať aj ovsené vločky alebo otruby [3, 15].

2.1.1.3 Ražná múka

Raž sa pestuje v chladnejších oblastiach severnej a strednej Európy, prípadne Ruska. V trvanlivom pečive sa využíva hlavne pri výrobe perníkov a medovníkov. Obsahuje asi

11,5 % bielkovín. Jej lepok je pružný, menej elastický, preto má väčší problém so zadržiavaním kypriacich plynov. Z výživového hľadiska sa raž veľmi nelíši od pšenice. Je veľmi dôležitá pri redukčných diétach, vďaka obsahu pentosanov, ktoré bobtnajú a zväčšujú svoj objem v žalúdku. Tým dodávajú pocit sýtosti. Hydrolýza polysacharidov raže prebieha pomaly, takže krvný cukor stúpa pomalšie, ale ich účinok pôsobí až 6 hodín, a tým zabraňuje pocitu hladu [3].

2.1.1.4 Pohánková múka

Pohánková múka je používaná pre dodanie nových sensorických vlastností a zlepšenia nutričných hodnôt. Pohánka obsahuje veľké množstvo proteínov, ďalej obsahuje škrob, vitamíny, pričom neobsahuje lepok, takže je vhodná pre bezlepkové diéty. Obsah sacharidov v tejto múke sa pohybuje medzi 67 – 70 % z toho je 54 % škrob. Obsah proteínov je okolo 11,5 %, kde prevládajú globulíny, a to až do 70 % celkových proteínov. Albumínové frakcie sú v pohánke prítomné v množstve 18 – 30 %. Obsah aminokyselín je veľmi podobný ako u pšenice, okrem glutaminu a prolínu, ktorých množstvo je výrazne nižšie. Naopak limitujúca aminokyselina lyzín sa nachádza až v 2x vyššom množstve. V neposlednej rade je pohánka známym zdrojom rutínu, ktorý je vhodný vďaka jeho zdravotným účinkom na organizmus, pričom zvyšuje pružnosť ciev znižuje LDL cholesterol, a je tiež významným antioxidantom [15, 3, 6].

2.1.1.5 Tef

Tef patrí medzi obilniny, ktoré sa tradične pestujú v Etiópii, ale teší sa čím ďalej tým väčšej obľube a v poslednej dobe rastie záujem o jej pestovanie aj v južnej Afrike, USA, Kanade a v iných krajinách. Sušina obilky tefu obsahuje asi 80 % škrobu, 11 % bielkovín a 3 % tuku. Ma veľké množstvo minerálnych prvkov a esenciálnych aminokyselín vrátane lyzínu. Obilka sa často používa v bezlepkových potravinách, často sa používa na výrobu oplátok, muffinov, sušienok a podobných pekárskejších výrobkov. Vďaka vysokému zastúpeniu minerálnych látok sa používa aj ako jedna zo surovín na výrobu detskej výživy [2].



Obr. 1 Teff [16]

2.1.2 Sacharidy a sladidlá

Ďalšou základnou surovinou pre výrobu trvanlivého pečiva je cukor. Najbežnejšie používaná sacharóza ma význam pre dosiahnutie plnej sladkej chuti, ovplyvňuje aj senzorické vlastnosti, keďže pri pečení karamelizuje a tým ovplyvňuje farbu, textúru a chuť výrobku. V praxi sa častejšie používajú cukrové sirupy, čo zabezpečuje ľahšie dávkovanie. Často sa používajú zmesi invertného sirupu so sacharózou, a to aj z dôvodu, že kryštalizácia v takomto roztoku klesá. Je možné používať aj iné druhy cukrov napríklad fruktózu, respektíve fruktózový sirup, ktorý ma vyššiu sladivosť ako sacharóza. Ďalším spôsobom sladenia je sladenie pomocou medu. Používa sa hlavne na výrobu špeciálneho sortimentu trvanlivého pečiva ako sú medovníky. Jeho použitie je významne hlavne kvôli jeho typickej chuti a vôni [7, 4].

Pre výrobu špeciálnych druhov trvanlivého pečiva je podľa vyhlášky č. 4/2008 Sb. v aktuálnom znení možné použiť aj nasledovné sladidlá v následných povolených množstvách [18].

Tab. 1 Sladidlá používané pri výrobe trvanlivého pečiva a ich prípustné množstvo

Sladidlo	Povolené množstvo (mg.kg ⁻¹)
Acesulfam K	1000
Aspartam	1700
Kyselina cyklámová a jej voľná vápenatá a sodná soľ	1600
Sacharín a jeho sodná vápenatá a draselná soľ	170
Neohesperidin DC	150

2.1.3 Lipidy

Z lipidov sa najčastejšie využívajú tuky a oleje. Tuk ma veľmi veľký význam pre trvanlivé pečivo, pričom znižuje tvorbu pružnej lepkovej štruktúry, znižuje absorpciu vody hydrofilnými zložkami a tým sa znižuje viskozita cesta. Tuky sú veľmi dôležité pre výsledné vlastnosti cesta, finálneho výrobku a taktiež určité množstvo tuku spomaľuje starnutie pečiva. Majú veľký vplyv na textúru pečiva, z praxe je známe, že s prídavkom tuku sa zvyšuje krehkosť výrobku. Do jemného a trvanlivého pečiva sa prevažne používajú tuky čiastočne stužené a tuky ako palmový kokosový alebo palmojadrový tuk. Tento tuk obsahuje vyšší obsah nasýtených mastných kyselín. Veľkou nevýhodou je vyššia energetická hodnota výrobku [1].

2.1.4 Kypriace prostriedky

Kyprenie slúži pre získanie pórov vo výrobku. Vo výrobe rozlišujeme štyri základné princípy, a to biochemický, chemický, mechanický a termomechanický. Biochemický princíp využíva kvasinky *Saccharomyces cerevisiae*, ktoré produkujú kypriaci plyn pri fermentácii. Pri chemickom princípe spočíva kyprenie v rozklade chemickej látky na inú zložku a kypriaci plyn. Príkladom takýchto látok sú napríklad hydrogenuhličitan sodný a hydrogenuhličitan amónny. Mechanický spôsob využíva šľahanie, pričom sa do cesta dostáva vzduch. Látky ktoré pomáhajú mechanickému spôsobu, sú rôzne emulgátory. Vo výrobe sa najčastejšie využíva vaječný bielok. Princípom termo-mechanického kyprenia je

prudká expanzia pary vo výrobku a tým dôjde k nakypreniu a upečeniu suroviny. Tento spôsob sa využíva pri výrobe extrudovaných výrobkov [1, 2].

2.1.5 Soľ

Soľ je kryštalická látka, ktorá obsahuje najmenej 97 % chloridu sodného v sušine. Často je do nej pridaný jód a iné látky. Soľ je pre ľudský organizmus nenahraditeľná, ale v súčasnosti je skôr problém s jej nadbytočným príjmom. Doporučený príjem sa pohybuje od 6 – 8 g na deň. Soľ je technologicky veľmi významnou látkou vo výrobe a preto sa pridáva prakticky do všetkých receptúr pre kysnuté výrobky. Jej použitie je dôležité nie len pre chuť, ale jej prídavok má vplyv na reologické vlastnosti cesta. Soľ stužuje lepok a zároveň zmiernuje väznosť múky. Pridaním soli sa znižuje aktivita kvasiniek, čo zapríčiňuje pomalšie zrenie. Soľ má vplyv na sfarbenie kôrky behom pečenia. V receptúre sa najčastejšie používajú drobné kryštáliky, alebo sa soľ predtým rozpusti v technologickej vode, ktorá sa do cesta pridá. Hrubá soľ sa často používa na zdobenie pochutín [5].

2.1.6 Voda

Voda ako dôležitá surovina sa vyskytuje vo všetkých surovinách určených na výrobu, a zároveň sa používa ako základná surovina, či technologický významná látka. Požiadavky na kvalitu technologickej vody sú mnohokrát prísnejšie, ako na vodu pitnú. Obsah vody je významným faktorom, ktorý určuje trvanlivosť potraviny, keďže slúži ako prostredie pre väčšinu procesov, ktoré spôsobujú kazenie potravín. Hlavným znakom kvality vody je jej tvrdosť, ktorá nám udáva množstvo rozpustených vápenatých a horečnatých iónov. Vhodná na výrobu je stredne tvrdá voda, ktorá obsahuje 3,5 – 8,0 mmol.dm⁻³ rozpustených zložiek. Príliš mäkká voda urýchľuje kvasenie, cesto ktoré obsahuje takúto vodu je lepkavejšie roztekavejšie s nižšou väznosťou vody. Zatiaľ čo tvrdá voda kvasenie spomaľuje, v prípade, že sa použije takáto voda vo výrobe, je vhodné zvýšiť dávku droždia, alebo sladovej múčky [1].

2.2 Ostatné suroviny používané pri výrobe trvanlivého pečiva

2.2.1 Vajce a vaječné produkty

Vajcia sa používajú na výrobu potravín hlavne kvôli im funkčným vlastnostiam, medzi ktoré patria tvorba gélu a peny. Mimo toho sú zdrojom kvalitných bielkovín a tak zvyšujú nutričnú hodnotu potraviny. Vajce taktiež potlačuje kryštalizáciu sacharózy, upravuje farbu

výrobku a dodáva jeho charakteristickú chuť a vôňu. Najvýznamnejšou vlastnosťou je tvorba peny, ktorá sa často používa pri výrobe pekárenských výrobkov. Zpracovanie takejto peny do výrobku zabezpečuje veľmi dobre nakyprenie cesta s rovnomernými malými pórami. Vo výrobe sa môžu používať čerstvé vajcia, alebo vaječné produkty, ktoré delíme na tekuté, mrazené a sušené vaječné produkty. Podľa obsahu vaječné produkty rozlišujeme s obsahom bielku, žĺtku, alebo melanže. Takéto výrobky podliehajú šetrnej pasterizácii, tak aby sa ich funkčné vlastnosti nezmenili [2].

3 TECHNOLOGICKÝ PROCES VÝROBY TRVANLIVÉHO PEČIVA

3.1 Sucháre, praclíky, tyčinky

V ďalšej časti bude poukázané na technologickú výrobu takzvaných tvrdých malých praclíkov, pričom väčšie tradičné praclíky majú určité variácie vo výrobe. Praclíky sú tradičné trvanlivé výrobky, vyrábané pre zvláštne príležitosti. Tradične sa vyrába ručne, splietaním kynutého cesta do typického kruhovitého tvaru. Komerčne sú masovo produkované automatickými strojmi, ktoré im dodávajú typický vzhľad a tvar dvojitej slučky s uzlom. Majú crackrovú arómu, na povrchu majú hnedú lesklú farbu. S vlhkosťou asi 2 – 4 % majú veľmi dlhú trvanlivosť. Múka je najdôležitejšou surovinou, po zmiešaní s vodou sa v nej ihneď začne tvoriť lepok, ktorý umožňuje praclík zmotat' do požadovaného tvaru. Obsah proteínov v múke by mal byť okolo 9 %. Kvasnice, cukor a tuk sú ďalšie dôležité ingrediencie. Technologický proces spočíva vo vymiešaní múky s vodou, následne sa pridávajú kvasnice, ktoré sú spolu s múkou a vodou mixované horizontálnym mixérom. Následne sú primiešané ostatné ingrediencie ako cukor, sóda bikarbóna, rastlinný tuk, soľ a prípadné ochucovadlá. Zmes sa nemiesi príliš dlho, aby sa predišlo lepkavej a zlej konzistencii cesta. Cesto sa nechá pol hodinu fermentovať. Následne sa cesto tvaruje, najčastejšie pomocou extrudérou, ktoré cesto vytlačujú cez matricu a v zapätí sú odrezávané. V priebehu niekoľkých minút sú pásom presúvané do alkalickej kade. Počas presunu prebieha krátka fermentácia. Kaďa je napustená 1% NaOH o teplote asi 93 °C, kde sú ponorené 10 – 20 s. Následne sú solené kamennou soľou, praclíky sa posypávajú cca 2 % soli. Praclíky sa pečú v pásových peciach pri teplote 176 – 286 °C po dobu 4 – 8 minút. Na začiatku pece je teplota značne vyššia, čo zabezpečuje typicky tmavé sfarbenie na povrchu. Teplota sa zvyšuje postupne, aby sa zabránilo krehkej textúre, čo by mohlo predstavovať problém pri transporte a výrobky by sa mohli lámať. Vlhkosť sa pri pečení zníži až o 15 %. V ďalšej časti peci je teplota 120 °C ktorá zabezpečuje dosušenie pečiva, praclíky sa sušia 20 – 40 minút, pričom vlhkosť klesne o ďalšie 4 %. Praclíky sa nechajú vychladnúť a sú presunuté do baliacich zariadení, ktoré ich zväžia a balia najčastejšie do vzduchotesných plastových balení [3, 8].

Tyčinky patria medzi široký sortiment trvanlivého pečiva, predovšetkým nesladkého, ktoré sa bežne podáva k nápojom ako pochutina. Hlavnou surovinou je pšeničná múka hladká špeciál s lepkom vhodným na výrobu bežného pečiva, ktorá sa kyprí droždím alebo chemicky. Do cesta sa bežne pridáva soľ, tuk a iné suroviny. Typickým príkladom tyčiniiek sú

soletky, ktoré sú jemne, tenké, majú priemer 4 – 6 mm a upravujú sa hydroxidom sodným. Proces výroby je veľmi podobný až identický výrobe trvanlivých pračlíkov [1,5].

Pri výrobe suchárov je na rozdiel od ostatných produktov trvanlivého pečiva žiaduci silný lepok, ktorý je ťažný a pružný. Ďalšie zložky receptúry závisia hlavne od druhu suchárov, napr. tuky, droždie, cukor, vaječné produkty, sušené mliečne výrobky, chemické kypridlá soľ a iné [1, 2].



Obr. 2 Praclíky na dopravnom páse [19]



Obr. 3 Pásová pec na pečenie pračlíkov [21]



Obr. 4 Upečené trvanlivé pračlíky [20]

3.2 Ostatní trvanlivé pečivo

3.2.1 Sušenky

Základom receptúry sú mimo pšeničnej múky aj kypriace latky, a to predovšetkým hydrogenuhličitan sodný a hydrogenuhličitan amónny, ktoré tvoria rovnomerné silno-stenné drobné póry. Súčasťou receptu môžu byť vajcia alebo vaječné produkty, sušené mlieko, aromatické a dochucujúce latky. Technologický postup zahrnuje všetky fáze výroby sušienok, od miešania sypkých surovín, miesenie cesta, tvarovanie, pečenie, chladenie, zdobenie až po balenie. Všeobecné je dané, že dlhšia doba hnetenia a vyššie teploty cesta sú bežne pri príprave sušienok s vyšším obsahom tuku. Miesenie cesta prebieha v špeciálnych strojoch, vďaka ktorým nedochádza k tvorbe súvislej lepkovej štruktúry. Tomu pomáha mimo pridaného tuku aj pridaný cukor a malé množstvo vody. Múka by mala mať nižší obsah lepku (22 – 28 %), ktorý je ťažný a menej pružný. Cesto sa tvaruje štyrmi rôznymi spôsobmi: vypichovaním, lisovaním, vytlačovaním a striekaním. Pre jednotlivé spôsoby formovania je doporučený nasledovný obsah bielkovín v muke [2, 9, 10, 23].

Tab. 2 Doporučený obsah bielkovín vhodný pre jednotlivé spôsoby formovania trvanlivého pečiva

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

Pri vypichovaní tenký pás cesta prechádza popod vypichovaním valcom, ktorý je bežne vybavený hrotmi k penetrácii cesta. Takto vykrojené cesto pokračuje do ďalej, zatiaľ čo odrezky cesta sa vracajú späť do výroby. Pri lisovaní je pripravené cesto vtlačované podávacím valcom do žliabkov tvarovacieho valca, takto hotové tvary padajú na dopravný pás. Pri vytlačovaní je cesto vytlačované otvorom, ktorý ma požadovaný tvar sušienky, následne sa odrezáva tenký plát cesta určitej hrúbky. Po tvarovaní môžu byť sušenky upravované posypom a následné sú pečené pre sušenky v typických pásových peciach, pri teplote

240 – 280 °C. Celý proces trvá 4 až 5 minút. Pri pečení dochádza k rovnomernému nakypreniu pečiva, k žltohnedému sfarbeniu a k zníženiu obsahu vody na 1 – 4 %. Po pečení sa sušienky chladia pod 30 °C, po dosiahnutí tejto teploty, sa sušienky môžu plniť, zlepovať alebo inak zdobiť. Po všetkých úpravách sa balia [1].

3.2.2 Trvanlivé pečivo zo šľahaných hmôt

Na výrobu pekárskeho pečiva sa používajú látky bielkovinového charakteru, ktoré pri mechanickom namáhaní čiastočne povrchovo denaturujú a tvoria pevný, pružný a stabilný film. Ako penotvorná látka bielkovinovej povahy sa používa vaječný bielok, do ktorého je možné pridať vodu, ktorá zvyšuje objemovú výťažnosť, až do celkového množstva 40 %, alebo cukru, ktorý naopak znižuje objem peny ale zrášťa jej stabilitu. Prídavok tuku nie je bežný pretože zhoršuje stabilitu peny, alebo jej tvorenie znemožňuje. Penotvorné schopnosti vo vaječnom bielku majú bielkoviny ovoalbumin a ovomukoid, pričom ovomucin penu stabilizuje. Hotové cesto by nemalo byť príliš tuhé, z dôvodu ľahšieho dávkovania. Cesto sa pečie pri nižších teplotách dlhšiu dobu, preto je chrumkavé a pomerne tvrdé [5, 2].

3.2.3 Oplátky

Základ výroby je v príprave emulzie, použitím sypkých surovín, následným šľahaním a dávkovaním do páčiacich kliešti. Šľahanie riedkeho cesta prebieha vo veľmi výkonných šľahačoch pri otáčkach 500 – 1400 otáčok za minútu. Takéto rýchle šľahanie dôkladne cesto homogenizuje a prevzdušňuje. Tento proces musí prebehnúť čo najrýchlejšie aby sa zabránilo vývinu lepkovej štruktúry. Pri dávkovaní cesta je dôležité prispôbiť objem pečiva keďže pri pečení dôjde k jeho strate až o 4 %. Hotové pláty sa chladia, skladujú a nechajú sa odležať, z dôvodu vyrovnaniu vlhkosti z 1 – 3 % po upečení na 8 % po odležaní. Toto vyrovnanie vlhkosti je dôležité vykonávať pred plnením oplátok, lebo neodležané oplátky by sa mohli od náplni oddeľovať. Oplátky sa zvyčajne plnia tukovými náplňami s rôznymi náplňami, jednotlivé pláty sa plnia a navzájom na seba skladajú, takto pripravený korpus sa reže na tvar finálneho výrobku. Niektoré oplátky sa často po obvode poťahujú čokoládovou polevou. Plnené oplátky sú hlavná časť sériovej výroby. Špeciálne oplátky ako napríklad pláty na trubičky kornúty na zmrzliny a iné sa vytvárajú malosériovo za pomoci ručnej práce [6, 22].

3.2.4 Perníky

Pre perníky je typická silná pšeničná múka hladká špeciál, so silným pružným lepkom (30 – 36 %). Namiesto sacharózy sa používa invertný sirup, ktorý zabezpečuje hygroskopickosť perníku. Súčasťou receptúry je zmes aromatického korenia ktorá dodáva perníky jeho typickú chuť. Do receptúry sa pridávajú chemické kypridlá, jedlý tuk a vaječné produkty. Postup výroby perníkov zahŕňa výrobu invertného sirupu, prípravu cesta, jeho odležanie, hnetenie cesta s kypridlami a dochucovacími látkami, následne tvarovanie, pečenie, chladenie, plnenie a balenie. Invertný sirup sa pripravuje kyslou hydrolyzou s prídavkom 0,03 – 0,35% HCl na 70% roztoku sacharózy po dobu 5 – 10 min pri teplote 105 °C. Po uplynutí tejto doby sa roztok neutralizuje hydrogénuhličitanom sodným. Základ cesta je pripravený za tepla, kde sirup inverzovanej sacharózy o teplote 60 °C je zmiešaný s múkou, olejom, vaječnou zmesou a perníkovým korením. Po pomalom hnetení sa tuhé cesto necháva odležať pri chladiarenských teplotách 2 – 3 dni. Pri odležaní prebiehajú biochemické procesy ktoré kladne ovplyvňujú chuť textúru a trvanlivosť perníku. Po odležaní sa cesto opätovne miesi s kypridlami a s malým prídavkom vody. Následne sa perníky tvarujú vypichovaním, alebo lisovaním do foriem. Pečenie prebieha v pásových peciach pri teplotách 220 – 300 °C po dobu 4,5 – 5,5 minút. Technologicky správne upečený perník má rovnomerné malé pory, a bežne zväčší objem až 4 krát. Vychladené perníky sa bežne zdobia alebo poťahujú cukrovými a čokoládovými polevami, plnia sa ovocnými a tukovými náplňami [2].

3.2.5 Expandované výrobky

Základom výroby pufovaných výrobkov je umiestnenie najčastejšie obilného zrna do pufovacieho dela, čo je uzavretá nádoba, ktorá je vystavená vysokému tlaku. Tlak je v vzápätí uvoľnený a zrno vystrelí von, pričom vďaka expanzii dochádza k expanzii a tepelnému opracovaniu zrna. Pufované výrobky sa môžu konzumovať tak ako sú, alebo sa obalujú v cukrových polevách. Extrudované výrobky sa môžu vyrábať vysokotlakovou alebo nízkotlakovou extrúziou. Z hľadiska trvanlivosti sú pre nás zaujímavé výrobky pripravené vysokotlakovou extrúziou, keďže hotové výrobky sú charakteristické vysokou trvanlivosťou. Na výrobu týchto produktov sa používajú hlavne obilne alebo strukoviny nové krupice, do ktorých sa pridá v extrudéri malé množstvo vody. Zmes sa pod vysokým tlakom vytlačuje pričom dochádza k prevareniu zmesi a jej expandovaniu. Výrobky sa často poťahujú a inak rôzne upravujú [2, 4].

3.2.6 Crackery

Pre výrobu je ideálna múka s vyšším obsahom silného lepku, ktorý sa dodatočne upravuje siričitanom sodným, alebo enzymaticky. Dôležitými surovinami pre výrobu sú aj tuk a sladová múčka. Na kyprenie sa používa kombinácia droždia a hydrogenuhličitanu sodného. Crackery sa môžu mimo klasickej receptúry upravovať na sóda crackery, ktoré obsahujú menšie množstvo tuku a savoury crackery, ktoré sú dochucované. Výroba crackerov začína výrobou kvasného predstupňa, zmiešaním múky vody droždia a sladovej múčky, ktorý zreje pri teplote približne 27 °C po dobu 12 – 20 hodín. Z kvásku sa vyrába cesto pridaním ostatných komponentov. Cesto sa nechá odležať 3 – 5 hodín. Moderný spôsob zahrňuje priame vedenie zo sypkých surovín, ktoré sa premiešajú a následne sa pridáva droždie rozmiešané v časti technologickej vody. Cesto sa hnetie a pridáva sa doňho temperovaná voda, kypridlá a enzýmy [2, 22].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 METODIKA

4.1 Ciel práce

Cieľom práce bolo stanoviť základne akostné znaky trvanlivého pečiva. Bolo pripravených 9 vzoriek s rôznym pomerovým zastúpením obilných múk. V rámci experimentálnej časti bolo úlohou stanoviť podiel vlhkosti, obsah popola, hrubých bielkovín, škrobu, hrubej a neutrálne-detergentnej vlákniny a stráviteľnosť. Účelom bolo zistiť ktorá vzorka s daným pomerom múk má najvhodnejšie nutričné vlastnosti.

4.2 Použité 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. PetrLukaš, Uherský Brod, ČR)
- H_2SO_4 ($0,0254 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$) (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)
- NDČ (disodná soľ kyseliny etylendiamintetraoctové, tetraboritan sodný dekahydrát, hydrogenfosforečnan sodnýlaurylsulfát sodný) (AnkomTechnology, USA)
- acetón p.a. (Penta, Ing. PetrLukaš, Uherský Brod, ČR)
- siričitan sodný (Lach-Ner, s.r.o, Neratovice, ČR)
- α -amyláza (AnkomTechnology, USA)
- trietylenglykol (AnkomTechnology, 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)
- kyselina trichloroctová (Ing. PetrLukeš, Uherský Brod, ČR)

4.3 Použité prístroje a pomôcky

Pre jednotlivé stanovenia boli použité nasledujúce prístroje a pomôcky:

- mlyn na obilniny (WaldnerBiotechCombiStar, Rakousko)
- 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, Německo)
- predvážky (Kern 6002, Německo)
- extrakčné patróny (Verkon, Praha)
- Soxtherm (Gerhard, Německo)
- polarimeter (Optika Microscopes, Itálie)
- vodný kúpeľ (Memmert, Německo)
- mineralizátor Selecta (Blockdigest 12, O. K. Servis BioPro, Praha)
- ultrazvukový kúpeľ TESLA (ČR)
- filtrační vrecká F57 veľikost pórov 50 μm (AnkomTechnology, New York, USA)
- impulzná zvaračka (KF-200 HC, ČR)
- Ankom220 analyzátor vlákniiny (AnkomTechnology, New York, USA)
- pH metr typ 211 (Hanna Instrument)

- inkubačné fľaše (Adam, AFA-210 LC, Schoeller, ČR)
- Daisy^{II} inkubátor (AnkomTechnology, New York, USA)
- magnetické miešadlo s ohrevom (WiseStirr MSH-20D, WisdLaboratory Instruments)

4.4 Výroba vzorky

4.4.1 Základná receptúra vzorky a jej modifikácie

Pre výrobu trvanlivého pečiva, bola zvolená základná receptúra: Pre výrobu základnej receptúry boli na 100 g pšeničnej hladkej múky použité nasledujúce suroviny: 1,5 g cukru, 1,5 g soli, 0,12 g hydrogénuhličitanu sodného, 39 ml vody, 12,5 g palmového tuku a 0,12 g droždia. Táto základná receptúra bola použitá pre vzorku číslo 9. Pripravené cesto bolo vypichované do tvaru kruhov o priemere 3 cm.

Tento základný recept bol nasledovne modifikovaný, pričom bol zmenený obsah pšeničnej múky, ktorá bola z časti nahradzovaná inými druhmi múk. Ostatné suroviny boli stále v rovnakom množstve. Medzi tieto alternatívne múky a suroviny, ktoré boli použité patria: ovsená múka, mletý teff, múka z červenej pšenice, pohánková múka a otruby. Podiely obilných múk sú prezentované v tabuľke č. 3.

Tab. č 3 Modifikácie v podiele pšeničnej múky v receptúre trvanlivého pečiva

Vzorka	Obilný podiel (podiel múk)
1	20 % ovsená múka + 80 % pšeničná múka
2	15 % ovsená múka + 10 % mletý teff + 75 % pšeničná múka
3	10 % otruby + 90% pšeničná múka
4	15 % ovsená múka + 10 % otruby+ 75 % pšeničná múka
5	40 % červená pšenica + 60 % pšeničná múka
6	40 % červená pšenica+ 10 % mletý teff + 50 % pšeničná múka
7	20 % pohánková múka +80 % pšeničná múka
8	15 % pohánková múka + 10 % mletý teff + 75 % pšeničná múka
9	základná receptúra

Pozn.: Zrno teffu bolo pomleté na prístroji CombiStar, následne získaný šrot bol použitý v receptúre.

4.4.2 Výroba vzoriek pečením

Pre výrobu trvanlivého pečiva bolo nutné zmiešať všetky sypké suroviny, následne boli pridané tuk a voda. Ručne bolo vymiesené tuhé cesto a nechalo sa kynúť 30 minút. Po 30 minútach bolo cesto vyváľané to tenkých plátov o hrúbke asi 2 mm. Z týchto plátov boli vykrajované krúžky o priemere 3 cm. Po vykrojení boli prenesené na plech, kde boli potre-

né 1% NaOH a pečené pri teplote 220 °C po dobu 9 minút. Vzorky sa nechali vychladnúť. Následne boli vzorky homogenizované v kuchynskom mixéry Braun, presypané do nepriehľadných plastových obalov a skladované najdlhšie tri týždne pri laboratórnej teplote (23 ± 2 °C), kým neprebehla analýza.



Obr. 5 Homogenizácia vzorky

4.5 Stanovenie obsahu vlhkosti referenčnou metódou

Stanovenie obsahu vlhkosti spočíva v gravimetrickej metóde, kde boli predsušené hliníkové misky v elektrickej sušiarne pri teplote 130 ± 3 °C počas 1 hodiny, následne boli vložené do exsikátoru a zvážené na analytických váhach s presnosťou na 0,1 mg. Do misiek bol navážený 1 g vzorky s presnosťou na 0,1 mg. Misky spolu so vzorkou boli sušené pri teplote 130 ± 3 °C po dobu 1 hodiny. Po vytiahnutí a schladení v exsikátore boli misky zvážené na analytických váhach s presnosťou na 0,1 mg. Pre každú vzorku boli vykonané 3 stanovenia, ktorých priemer a smerodajná odchýlka je výsledkom stanovenia. Postup bol prevedený 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 praclíku 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 bolo prvotné nutné vyžehať porcelánové kelímky po dobu 1 hodinu pri teplote 550 ± 25 °C. Následne boli vložené do exsikátoru a po ich vychladnutí boli zvažované s presnosťou na 0,1 mg. Do kelímok bolo navážených 1 g vzorky s presnosťou na 0,1 mg. Vzorky v kelímkoch boli spálené pri teplote 550 ± 25 °C po dobu 5,5 hodín. Následne boli kelímky so vzorkami prenesené do exsikátoru, kde sa nechali pozvoľne vychladnúť. Po vychladnutí sa kelímky zvažili na analytických váhach s presnosťou na 0,1 mg. Stanovenie prebehlo 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 prebehlo 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 pripevnená do mineralizátoru Block Digest 12, ktorý bol vybavený odsávaním pár a splodín, ktoré pri mineralizácii vznikajú. Prístroj bol umiestnený 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 baňky bolo odpipetované 10 ml mineralizátu do destilačnej baňky,

ktorá bola vložená do automatickej destilačnej aparatury Behr S2, ktorá automaticky dávkovala 30% hmot. roztok NaOH. Po jeho pridaní do vzorky, uvoľňovaný amoniak bol predestilovaný vodnou parou do predom pripravených baniek s 50 ml 2% hmot. roztoku H_3BO_4 . Tento roztok bol titrovaný $0,025 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ H_2SO_4 na indikátor Tashiro do červeno-fialového sfarbenia. Obsah dusíku bol vypočítaný s presnej spotreby H_2SO_4 a pomocou prevádzacieho faktoru 6,25 bol obsah dusíku prepočítaný na obsah hrubej bielkoviny. Stanovenie prebehlo 3 krát pre každú vzorku. Obsah dusíku bol stanovený podľa modifikácie normy ČSN EN ISO 20483.



Obr. 6 Destilačná aparatura Behr S2

Výpočet obsahu hrubej bielkoviny:

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

kde: V_b – spotreba odmerného roztoku H_2SO_4 [ml],

c – presná koncentrácia odmerného roztoku H_2SO_4 [$\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$]

M_N – molárna hmotnosť dusíku [$M_N = 14,01 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$],

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 [%]:

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

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 aj s varnými kamienkami, určené na extrakciu tukov, boli predsušené, uložené do exsikátoru a po vychladnutí zvážené s presnosťou na 0,1 mg. Do čistých ekstrakčných patrónov bolo na analytických váhach navážených 2 g vzorky, a vzápätí boli vložené v drôtených držiakoch do ekstrakčnej nádoby. Následne bolo do nádob naliatych 100 ml n-hexanu a vršok patróny bol prikrytý kúskom vaty. Tieto nádoby boli vložené do prístroja Soxtherm, kde prebehla extrakcia po dobu 2 hodín a 22 minút. Po skončení extrakcie bol prebytočný n-hexan odparený na ohrevnom hniezde. Po odparení boli nádobky vysušené a po vychladnutí v exsikátore boli ihneď zvážené. Stanovenie prebehlo tri 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 Ewerse

Najprv bolo na analytických váhach s presnosťou na 0,1 mg navážených 5 g vzorky, vzorka bola presypaná do 100ml odmernej baňky do ktorej bolo pridaných 25 ml 1,124 hmot. % HCl, pritom boli spláchnuté všetky ostatky, ktoré boli prichytené na stenách baňky. Následne bola baňka vložená do vriacej vody, kde bola po dobu 3 minút neustále premiešavaná, po tejto dobe bol obsah baňky varený 15 minút. Po vytiahnutí baňky bolo pridaných ďalších 20ml 1,124 hmot. % HCl a baňka bola ochladená pod tečúcou vodou na teplotu okolia. 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 minútu. Obsah bol nechán po dobu 5 minút reagovať a následne bol doplnený destilovanou vodou po rysku. Baňka bola prefiltrovaná cez skladaný suchý filter. Prvé podiely filtrátu boli opäť vliate späť na filter. Číry filtrát bol naplnený do polarimetrickej trubice a 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. 7 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: $[\alpha]_{\lambda}^t$ – špecifická otáčavosť pri teplote t a vlnovej dĺžke λ [°]

– pre pšeničný škrob $182,7^{\circ}$

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

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

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

4.10 Stanovenie hrubej vlákniny

Filtračné vrecká F57 boli predom vyprané v acetóne, hneď nato boli odvetrané v digestore a zvažované na analytických váhach. Nato bola do nich navážaná 0,5 g vzorky s presnosťou 0,1 mg. Vrecká boli zatavené, jedno vrecko bolo zatavené bez vzorky pre stanovenie korekcie. Vrecká boli vložené do prístroja Ankom²²⁰. Analyzátor vlákniny bol naplnený 0,1275 mol.dm⁻³ H₂SO₄, pričom bol zapnutý ohrev a miešanie. Po dosiahnutí 100 °C prebiehala hydrolýza po dobu 45 minút. Po tejto dobe bol prístroj vypnutý a kyselina vypustená. Vrecká boli 3 krát premývané horúcou destilovanou vodou o teplote 90 °C po dobu 5 minút. Celý proces prebiehal opakovane, ale za použitia 0,313 mol.dm⁻³

NaOH. Po skončení hydrolýzy boli vrecká znova opláchnuté 3 krát horúcou vodou a štvrtý krát studenou. Po ochladiení boli vrecká vytiahnuté vyprané v acetóne a odvetrané. Následne boli vysušené pri 105 °C po dobu 4 hodín. Vrecká boli zvažované na analytických váhach a potom boli vložené do predom vyžíhaných a zvažovaných kelímkov. Vrecká boli pálene 5,5 hodín pri teplote 550 °C. Po vychladnutí v exsikátore boli kelímky s popolom zvažované s presnosťou na 0,1 mg. Stanovenie bolo pre každú vzorku uskutočnené 3 krát.

Výpočet obsahu hrubej vlákniny [%]:

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

kde: m_1 – hmotnosť prázdneho vrecka [g]

m_2 – hmotnosť navážky vzorku trvanlivého pečiva [g]

m_3 – hmotnosť vrecka po vysušení [g]

m_4 – hmotnosť popola po spálení vysušeného vrecka [g]

c_1 – korekcia hmotnosti vrecka po hydrolýze [g]

c_2 – korekcia vrecka po spálení [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 vrecka po hydrolýze [g]

m_p – hmotnosť popola prázdneho vrecka [g].

4.11 Stanovenie neutrálne-detergentnej vlákniny

Bol pripravený roztok neutrálne-detergentného činidla, ktorý bol pripravený rozpustením 120 g NDC (obsahujúci disodnú soľ kyseliny etylendiamintetraoctovej, tetraboritan sodný dekahydrát, hydrogenfosforečnan sodný a laurylsulfát sodný) s 20 ml trietylglykolu a všetko bolo rozpustené v 2 l destilovanej vody. Následne bol pripravený neutrálne-

detergentný roztok (NDR) pridaním 20 g siričitanu sodného a 4 ml α -amylázy do NDC. Potom boli filtračné vrecká F57 vyprané v acetóne, hneď nato boli odvetrané v digestore a zvážené na analytických váhach. Nato bola do nich navážaná 0,5 g vzorky s presnosťou na 0,1 mg. Vrecká boli zatavené, jedno vrecko bolo zatavené bez vzorky pre stanovenie korekcie. Vrecká boli vložené do prístroja Ankom²²⁰, do ktorého bol naliaty neutrálne-detergentný roztok. Prístroj bol zahriaty na 100 °C a zaplo sa miešanie na dobu 75 minút. Po ukončení miešania bol NDR vypustený pomocou výpustného ventila. Bol 3x prevedený oplach horúcou vodou s prídavkom α -amylázy. Pri každom oplachu bolo zapnuté miešanie na 5 minút. Posledný štvrtý oplach bol prevedený studenou čistou destilovanou vodou. Vrecká boli osušené na filtračnom papieri, následne vyprané v acetóne a opätovne osušené. Vrecká boli následne prenesené do sušiarne kde sa sušili pri teplote 105 °C po dobu 4 hodín. Suché vrecká boli zvážené na analytických váhach a potom boli vložené do predov vyhrievaných a zvážených kelímok. Vrecká boli pálene 5,5 hodín pri teplote 550 °C. Po vychladnutí v exsikátore boli kelímky s popolom zvážené s presnosťou na 0,1 mg. Stanovenie bolo pre každú vzorku uskutočnené 3 krát.

Výpočet obsahu neutrálne-detergentej vlákniny [%]:

$$CF = \frac{(m_3 - m_1 \cdot c_1) - (m_4 - m_1 \cdot c_2)}{m_2} \quad (12)$$

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 vzorku se sáčkom [g]

c_1 – korekcia hmotnosti vrecka po hydrolýze [g]

c_2 – korekcia hmotnosti vrecka po spálení [g]

m_S – hmotnosť vysušeného prázdneho vrecka po hydrolýze [g]

m_P – hmotnosť popola prázdneho vrecka [g].

Výpočet korekcie [g]:

$$c_1 = \frac{m_s}{m_1} \quad (13)$$

$$c_2 = \frac{m_p}{m_1} \quad (14)$$

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

m_p – hmotnosť popela prázdneho vrečka [g].

4.12 Stanovenie *in vitro* stráviteľnosti

Stráviteľnosť bola stanovená enzymatickou hydrolýzou, a to v kombinácii pepsínu a pankreatínu (zmes lipázy, amylázy a proteázy). Pre stanovenie boli použité filtračné vrecká F57 vyprané v acetóne, hneď nato boli odvetrané v digestore a zvážené na analytických váhach. Nato bola do nich navážená 0,25 g vzorky s presnosťou na 0,1 mg. Vrecká boli zatavené, jedno vrecko bolo zatavené bez vzorky pre stanovenie korekcie. Tieto vrecká boli spoločne vložené do inkubačných fliaš. Do týchto fliaš bola naliata 1,7 l HCl o koncentrácii $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ a následne do nich boli nasypané 3 g pepsínu (na 25 vreciek). Fľaše boli inkubované v inkubátore Daisy^{II} po dobu 4 hod pri teplote $37 \text{ }^\circ\text{C}$. Po vybratí z fľaše boli prepláchnuté destilovanou vodou, ktorá sa následne čiastočne vytlačila pomocou filtračného papiera. Medzitým bol pripravený sodno-fosfátový pufer o pH 7,45 a objemu 1,7 l. Tento pufer bol pripravený z KH_2PO_4 (9,078 g na 1l) a z $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12 \text{ H}_2\text{O}$ (23,889 g na 1l). V tomto pufrí 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 niekoľkokrát prepláchnuté destilovanou vodou a nechali sa sušiť v sušiarňi pri teplote $105 \text{ }^\circ\text{C}$ po dobu 24 hodín. Po tejto dobe sa nechali pozvoľne vychladnúť v exsikátore. Suché vrecká sa zväžili s presnosťou na 0,1 mg. Následne boli vrecká vypálené v predom vypálených a zvážených kelímkoch pri teplote $550 \text{ }^\circ\text{C}$ po dobu 5,5 hodín. Kelímky boli po vychladnutí v exsikátore znova zvážené. Pre stanovenie stráviteľnosti bolo nutné paralelne stanoviť aj sušinu a popol. Stráviteľnosť bola vyjadrená v % ako stráviteľnosť organickej hmoty (OMD) a aj ako stráviteľnosť sušiny (DMD).

Výpočet stráviteľnosti [%]:

$$DM = 100 - \frac{100 \cdot DMR}{m_2 \cdot DM} \quad (15)$$

$$DMR = m_3 - m_1 * c_1 \quad (16)$$

$$DM = \frac{S * m_s}{100} \quad (17)$$

$$OMD = \frac{100 * (DMR - AR)}{m_2 * DM * OM} \quad (18)$$

$$AR = m_4 - m_1 * c_1 \quad (19)$$

$$OM = \frac{S - P}{100} \quad (20)$$

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]

m₁ – hmotnosť prázdneho vrečka [g].

5 VYSLEDKY A DISKUSIA

5.1 Výsledky stanovenia popola a vlhkosti

Stanovenie popola a vlhkosti bolo uskutočnené pomocou referenčných metód, ktoré sú uvedené v kapitolách 4.7 a 4.8.

Tab. 3 Obsah popola a vlhkosti

Vzorka	Vlhkosť ± SD (%)	Popol ± SD (%)
1	1,06±0,02 ^a	2,89±0,04 ^a
2	1,06±0,01 ^a	2,73±0,09 ^b
3	1,07±0,03 ^a	3,17±0,03 ^c
4	1,06±0,02 ^a	2,11±0,03 ^d
5	1,06±0,03 ^a	3,09±0,04 ^e
6	1,06±0,02 ^a	2,90±0,04 ^a
7	1,07±0,01 ^a	3,17±0,01 ^c
8	1,05±0,02 ^a	2,50±0,03 ^g
9	1,06±0,03 ^a	1,70±0,03 ^h

SD – smerodajná odchýlka

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 vlhkosti sa u jednotlivých vzoriek štatisticky nelíši. Obsah vlhkosti sa pohyboval v rozmedzí 1,05 až 1,07 %. Takto pripravené vzorky si udržia vďaka nízkej vlhkosti dlhú trvanlivosť. Vyhláška udáva vlhkosť maximálne 3 % pre trvanlivé pečivo, čo dané vzorky spĺňajú [17].

Obsah popola sa pohyboval od 1,70 do 3,17 %, pričom najväčší obsah popola obsahovali vzorky číslo 3 a 7. Naopak najnižší obsah popola bol stanovený u vzorku č. 9, ktorá je základná receptúra a obsahuje len vymletú hladkú múku, ktorá je takmer bez obalových vrstiev, ktoré sú hlavným zdrojom minerálnych prvkov.

5.2 Výsledky stanovenia obsahu bielkovín, škrobu a lipidov

Stanovenie bielkovín, škrobu a lipidov bolo uskutočnené pomocou metód uvedených v kapitolách 4.4, 4.5 a 4.6. Výsledky aj so smerodajnou odchýlkou boli zapísané do tabuľky číslo 4.

Tab. 4 Obsah bielkovín, škrobu a lipidov

Vzorka	Škrob \pm SD (%)	Bielkoviny \pm SD (%)	Lipidy \pm SD (%)
1	60,0 \pm 0,8 ^a	12,4 \pm 0,5 ^{a,e,f}	12,4 \pm 0,3 ^a
2	60,6 \pm 1,0 ^{a,b}	13,0 \pm 0,2 ^b	11,3 \pm 0,2 ^b
3	59,2 \pm 2,0 ^a	12,9 \pm 0,1 ^{a,b}	12,1 \pm 0,1 ^c
4	60,4 \pm 2,0 ^{a,b}	13,6 \pm 0,4 ^c	12,0 \pm 0,3 ^c
5	59,4 \pm 1,0 ^a	13,0 \pm 0,1 ^{d,b}	10,7 \pm 0,1 ^d
6	59,5 \pm 2,0 ^a	12,7 \pm 0,5 ^{a,b,e,f}	10,7 \pm 0,3 ^d
7	59,5 \pm 0,6 ^a	12,7 \pm 0,5 ^{a,b,e,f}	10,8 \pm 0,3 ^d
8	61,6 \pm 1,2 ^{b,c}	12,6 \pm 0,2 ^{e,f}	11,2 \pm 0,2 ^b
9	62,4 \pm 1,1 ^c	12,4 \pm 0,1 ^f	12,2 \pm 0,1 ^{a,c}

SD – smerodajná odchýlka

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 škrobu sa pohyboval od 59,2 do 62,4 %, pričom najviac škrobu obsahovali vzorky č. 9 a 8. Vzorka č. 9 a 8 je základná vzorka s čisto pšeničnou hladkou múkou a vzorka do ktorej bola pridaná pohánková múka s teffom. Obe múky obsahujú väčšie množstvo škrobu ako ostatné, pridané múky. Pohánková múka obsahuje 70,6 % škrobu a teff okolo 73 % škrobu, pšeničná múka hladká pritom obsahuje asi 76 % škrobu [24, 26].

Celkový obsah bielkovín sa pohyboval v rozmedzí 12,4 a 13,6 %. Najviac bielkovín mala vzorka č. 4 s prídavkom otrúb a ovsenej múky, keďže ovsená múka je dobrým zdrojom bielkovín. Obsah bielkovín v ovsenej múky sa pohybuje okolo 14,7 %. V porovnaní so pšeničnou múkou, ktorá obsahuje okolo 10,3 %, je ovsená múka dobrým zdrojom bielkovín [25, 28].

Obsah lipidov kolísal od 10,7 do 12,4 %, pričom najvyšší obsah lipidov mali vzorky č. 1 a 9. Vzorka č. 9 obsahovala okrem pridaného tuku pšeničnú múku, ktorá obsahuje priemerne 1 % lipidov. Vzorka č. 1 obsahovala mimo pridaného tuku aj ovsenú múku, ktorej obsah lipidov je 9,1 %. Obsah pohánkovej múky činí 3,1 % a teffu 2,38 %. Najmenej lipidov obsahovali vzorky číslo 5, 6 a 7. Kde vzorka č. 5 obsahovala mimo pšeničnej múky aj múku z červenej pšenice, vzorka č. 6 obsahovala, okrem pšeničnej, múku z červenej pšenice aj mletý teff a vzorka č. 7 bola zložená z pohánkovej a pšeničnej múky [26, 27, 28].

5.3 Výsledky stráviteľnosti, neutrálne-detergentnej a hrubej vlákniny

Stanovenie stráviteľnosti, NDF a CF vlákniny bolo uskutočnené pomocou metód uvedených v kapitolách 4.9, 4.10 a 4.11. Výsledky sú prezentované v tabuľke 6.

Tab. 5 Výsledky stráviteľnosti, NDF a CF vlákniny

Vzorka	CF \pm SD (%)	NDF \pm SD (%)	DMD \pm SD (%)	OMD \pm SD (%)
1	0,65 \pm 0,02 ^a	9,19 \pm 0,20 ^a	88,3 \pm 3,0 ^a	88,8 \pm 2 ^{a,d}
2	0,67 \pm 0,01 ^a	9,37 \pm 0,30 ^a	83,0 \pm 0,6 ^b	83,6 \pm 0,6 ^b
3	1,16 \pm 0,03 ^b	10,47 \pm 0,30 ^b	85,5 \pm 2,0 ^c	86,1 \pm 2 ^{a,b}
4	0,71 \pm 0,02 ^{d,e}	10,60 \pm 0,30 ^{b,c}	84,9 \pm 2,0 ^{c,d}	85,0 \pm 2 ^{a,b}
5	0,69 \pm 0,01 ^e	8,77 \pm 0,20 ^d	84,1 \pm 2,0 ^d	85,4 \pm 2 ^{a,b}
6	0,82 \pm 0,01 ^f	9,22 \pm 0,20 ^a	82,5 \pm 2,0 ^{b,c}	83,8 \pm 2 ^{b,c}
7	0,49 \pm 0,01 ^g	8,55 \pm 0,10 ^{e,d}	90,1 \pm 2,0 ^e	91,6 \pm 2 ^d
8	0,66 \pm 0,02 ^a	6,89 \pm 0,20 ^f	99,3 \pm 0,1 ^e	99,6 \pm 0,4 ^e
9	0,32 \pm 0,01 ^h	4,87 \pm 0,01 ^g	99,4 \pm 0,5 ^f	99,8 \pm 0,5 ^f

SD – smerodajná odchýlka, CF – Crude fibre, hrubá vláknina, NDF – Neutral-detergent fibre, neutrálne-detergentná vláknina, DMD – stráviteľnosť sušiny, OMD – stráviteľnosť organickej hmoty

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 hrubej vlákniny (CF), ktorá predstavuje lignín a celulózu, bol stanovený na 0,32 až 1,16 %, pričom najmenší obsah mala základná vzorka č. 9 z čisto pšeničnej múky. Najvyšší obsah mala vzorka 3 s prídavkom otrúb, ktoré sú výborným zdrojom vlákniny. Ovsené otruby bežne dosahujú obsah vlákniny až 15 % citace.

Obsah neutrálne-detergentnej vlákniny (NDF), ktorú tvorí lignín, celulóza a niektoré nerozpustné hemicelulózy, sa pohybuje od 4,87 do 10,60 %. Základná vzorka č. 9, podobne ako u hrubej vlákniny, mala najnižší obsah NDF, najvyššie množstvo NDF naopak obsahujú vzorky č. 3 a 4, ktoré sú obohatené o ovsené otruby a ovsenú múku [29, 30].

Stanovenie stráviteľnosti sušiny (DMD) sa pohybovalo od 83,0 do 99,4 %, kde najviac stráviteľná bola základná vzorka č. 9 a vzorka č. 8, keďže obsahovali prevažne len stráviteľný škrob, stráviteľné bielkoviny a lipidy, pričom obsahovala len malé množstvo vlákniny. Najmenej stráviteľné boli vzorky č. 2 a 6, pričom vzorky č. 2 a 6 obsahovali 10 % teffu, a časť ovsenej múky, respektíve múky z červenej pšenice. Vzorka č. 4 bola obohatená o ovsené otruby, čo len poukazuje na to, že sú zdrojom nestráviteľnej vlákniny. Zároveň prebehlo stanovenie stráviteľnosti organickej hmoty (OMD), ktorej hodnota sa pohybovala od 83,6 do 99,8 %, kde základná vzorka č. 9 z čistej pšenice bola najlepšie stráviteľná. Prídavkom netradičných obilovín, alebo ich múk, bolo dokázané, že hodnoty stráviteľnosti

boli nižšie, čo je jedna z požiadaviek. Je možné predpokladať že tieto vzorky by mohli mať nižší glykemický index, kde by vláknina spomaľovala vstrebávanie glukózy zo škrobu do krvného obehu [31, 32].

ZÁVER

Táto bakalárska práca sa zaoberala charakteristikou trvanlivého pečiva a jeho delenia podľa vyhlášky, technológiou a surovinami na jeho výrobu. Následne boli charakterizované obilniny použité pre výrobu trvanlivého pečiva, ktoré bolo analyzované v praktickej časti. V ďalšej časti bol podrobne popísaný technologický proces výroby trvanlivého pečiva. V praktickej časti bola podľa zadanej receptúry pripravená vzorka, ktorej receptúra bola obmieňaná a časť pšeničnej múky bola nahradzovaná inou múkou, ktorá má lepšiu nutričnú hodnotu. Na túto výrobu bola použitá pohánková múka, ovsená múka, múka z červej pšenice, ďalej boli použité ovsené otruby a najjemno pomletý teff. U týchto vzoriek sa ďalej stanovovali nutričné znaky ako obsah vlhkosti, popola, škrobu, lipidov, bielkovín, hrubej a neutrálne-detergentnej vlákniny a stráviteľnosť. Vo výrobe sa často používa navyše posyp trvanlivého pečiva NaCl. U našich výrobkov tento posyp nebol vykonaný, a tým bolo zabezpečené zlepšenie nutričnej hodnoty, keďže v ČR je príjem soli príliš vysoký (až 14 g na osobu a deň). Zo stanovenia môžeme usúdiť že najlepšiu nutričnú stavbu má vzorka č. 4, ktorá vynikala vo viacerých nutričných znakoch. Vzorka sa skladala z ovsenej múky a otrúb a tie zabezpečovali dobrý zdroj bielkovín a vlákniny. V dnešnej dobe sa apeluje na zdravú výživu, pričom sa na trh dostávajú rôzne zdravé respektíve funkčné potraviny. Tieto potraviny sú často obohacované o rôzne zložky a tým zvyšujú svoju nutričnú hodnotu. V tejto práci bolo preukázané, že aj malý prídavok časti inej múky ako je pšeničná múka hladká, vie zlepšiť nutričnú hodnotu trvanlivého pečiva. Zo stanovenia bolo zistené, že už malý prídavok ovsených otrúb, či ovsenej múky zvýšil obsah hlavne vlákniny, poprípade bielkovín. Pohánková múka bola zase dobrým zdrojom popola (ukazovateľ minerálnych prvkov). Rôzne druhy trvanlivého pečiva sú často aj vo väčších množstvách konzumované ako pochutiny. Preto je vhodné nie veľmi nutrične dobrú receptúru obmeniť za lepšiu a tým eliminovať nedostatky vo výžive obyvateľstva.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATURY

- [1] 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.
- [2] BUREŠOVÁ, Iva a Eva LORENCOVÁ. *Výroba potravin rostlinného původu: Zpracování obilovin*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2013. ISBN 978-807454-278-7.
- [3] 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.
- [4] HRABĚ, Jan, František BUŇKA a Ignác HOZA. *Technologie výroby potravin rostlinného opůvodu: pro kombinované studium*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007. ISBN 978-80-7318-520-6.
- [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] 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.
- [7] LAGUNA, Laura, Katleen J. R. VALLONS, Albert JURGENS a Teresa SANZ. *Understanding the Effect of Sugar and Sugar Replacement in Short Dough Biscuits*. *Food and Bioprocess Technology*. 2013, 6(11), 3143-3154. DOI: 53 (2013) 452e457. ISSN 1935-5130. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s11947-012-0968-5>.
- [8] Pretzel. *Madehow* [online]. [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: <http://www.madehow.com/Volume-4/Pretzel.html>.
- [9] 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.
- [10] 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.

- [11] ČSN EN ISO 712. *Obiloviny a výrobky z obilovin – Stanovení vlhkosti - Referenční metoda*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010. Třídící znak (461014).
- [12] ČSN ISO 2171. *Obiloviny, luštěniny a výrobky z nich - Stanovení obsahu popela spalováním*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2008. Třídící znak (461019).
- [13] ČSN EN ISO 20483. *Obiloviny a luštěniny – Stanovení obsahu dusíku a výpočet obsahu dusíkatých látek – Kjeldahlova metoda*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014. Třídící znak (461401).
- [14] ISO Standard 10520:1997: *Nativestarch: Determination of starch content. Ewerspolarimetric method*.
- [15] Arendt, Elke, Dal Bello, Fabio. (2008). *Gluten-Free Cereal Products and Beverages - 7.1 Introduction*. Elsevier. Online version available at:
<https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00BJH5F2/gluten-free-cereal-products/pseudocere-introduction>.
- [16] *Teff* [online]. [cit. 2018-04-25]. Dostupné z:
<https://www.precisionnutrition.com/encyclopedia/food/teff>.
- [17] Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 329/1997 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.
- [18] Vyhláška, č. 4/2008 Sb. ktorou sa stanovía druhy a podmienky použitia prídavných látok a extrakčných rozpúšťadlách pri výrobe potravín.
- [19] Low Pressure Extruder [online]. [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTsbkM67G9BZv7Bui2BR0fTNhiIc9QA8aEHBXDp-jszpO9aWqKH>.
- [20] A bowl of mini pretzel [online]. [cit. 2018-04-25]. Dostupné z:
<https://img.aws.livestrongcdn.com/ls-article-image/673/dsphoto/getty/article/176/4/477680221.jpg>.

- [21] Tom Sturgis Pretzels [online]. [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: <http://www.lvb.com/storyimage/LV/20160926/LVB01/309239998/AR/0/AR-309239998.jpg>.
- [22] PŘÍHODA, J. *Cereální chemie a technologie III : technologie trvanlivého pečiva a snack výrobků*. 1st ed. Olympia Praha, 1991. ISBN 80-7080-099-2.
- [23] HEMMUNG, H. *Zázrak jménem obiloviny*. 1st ed. PPA, 2002. ISBN 80-89004-66-2.
- [24] KUČEROVÁ, Jindřiška. *Technologie cereálií*. Druhé přepracované vydání. V Brně: Mendelova univerzita, 2016. ISBN 978-807-5094-421.
- [25] FESSAS, D., M. SIGNORELLI, Ambrogina PAGANI, Manuela MARIOTTI, Stefania IAMETTI a A. SCHIRALDI. Guidelines for buckwheat enriched bread. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*. 2008, **91**(1), 9-16. DOI: 10.1007/s10973-007-8594-6. ISSN 1388-6150. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s10973-007-8594-6>
- [26] *Oat flour, partially debranned* [online]. U.S. Department of Agriculture, 2015 [cit. 2018-04-30]. Dostupné z: https://app.knovel.com/web/view/html/show.v/rcid:kpUSDANND1/cid:kt011EKC51/viewerType:html/rid:46290243/root_slug:usda-national-nutrient/url_slug:oat-flour-partially-debranned/hid:812701567?curve_ids=kr0DFKAYL3&page=1
- [27] *Buckwheat flour, whole-groat* [online]. U.S. Department of Agriculture, 2015 [cit. 2018-04-30]. Dostupné z: https://app.knovel.com/web/view/html/show.v/rcid:kpUSDANND1/cid:kt011EHCE4/viewerType:html/rid:46282485/root_slug:usda-national-nutrient/url_slug:buckwheat-flour-whole/hid:812697688?curve_ids=kr0DFKAX43&page=1
- [28] *Teff, uncooked* [online]. U.S. Department of Agriculture, 2015 [cit. 2018-04-30]. Dostupné z: https://app.knovel.com/web/view/html/show.v/rcid:kpUSDANND1/cid:kt011EM3U2/viewerType:html/rid:46294829/root_slug:usda-national-nutrient/url_slug:teff-uncooked-ndb-no/hid:812703860?curve_ids=kr0DFKB0S1&page=1
- [29] *Wheat flour, white, all-purpose, enriched, bleached* [online]. U.S. Department of Agriculture, 2015 [cit. 2018-04-30]. Dostupné z: https://app.knovel.com/web/view/html/show.v/rcid:kpUSDANND1/cid:kt011EMHX1/viewerType:html/rid:46295843/root_slug:usda-national-nutrient/url_slug:wheat-flour-white-all/hid:812704367?curve_ids=kr0DFKB0Z4&page=1

- [30] SAN JOSÉ, Francisco J., Montserrat COLLADO-FERNÁNDEZ a Rafael LÓPEZ. *Sensory evaluation of biscuits enriched with artichoke fiber-rich powders (Cynara scolymus L.)* [online]. U.S. Department of Agriculture, 2018, **6**(1), 160-167 [cit. 2018-04-30]. DOI: 10.1002/fsn3.541. ISSN 20487177. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/fsn3.541>
- [31] DAUDA, Adegbola Oladele, Olufunmilola A. ABIODUN, Abimbola K. ARISE a Samson A. OYEYINKA. Nutritional and consumers acceptance of biscuit made from wheat flour fortified with partially defatted groundnut paste. *LWT* [online]. U.S. Department of Agriculture, 2018, **90**(1), 265-269 [cit. 2018-04-30]. DOI: 10.1016/j.lwt.2017.12.039. ISSN 00236438. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643817309337>
- [32] ARENDT, Elke K., Emanuele ZANNINI, Abimbola K. ARISE a Samson A. OYEYINKA. Buckwheat. *Cereal Grains for the Food and Beverage Industries* [online]. Elsevier, 2013, 2013, **90**(1), 369-408 [cit. 2018-04-30]. DOI: 10.1533/9780857098924.369. ISBN 9780857094131. ISSN 00236438. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780857094131500115>

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

CF	Hrubá vláknina
ČSN	České technické normy
DMD	Stráviteľnosť sušiny vzorky
ISO	Medzinárodná organizácia pre štandardizáciu
NDF	Neutrálne-detergentná vláknina
NDR	Neutrálne detergentný roztok
OMD	Stráviteľnosť organickej hmoty
SD	Smerodajná odchýlka

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. 1 Teff [16].....	17
Obr. 2 Praclíky na dopravném páse [19]	22
Obr. 3 Pásová pec na pečení praclíků [21].....	22
Obr. 4 Upečené trvanlivé praclíky [20]	22
Obr. 5 Homogenizácia vzorky	31
Obr. 6 Destilačná aparátúra Behr S2	33
Obr. 7 Filtrácia vzoriek pri stanovení škrobu	35

ZOZNAM TABULIEK

Tab. 1 Sladidlá používané pri výrobe trvanlivého pečiva a ich prípustné množstvo	18
Tab. 2 Doporučený obsah bielkovín vhodný pre jednotlivé spôsoby formovania trvanlivého pečiva	23
Tab. 3 Obsah popola a vlhkosti	40
Tab. 4 Obsah bielkovín, škrobu a lipidov	41
Tab. 5 Výsledky stráviteľnosti, NDF a CF vlákniiny	42