



Zemědělská
fakulta
Faculty
of Agriculture

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra rostlinné výroby

Diplomová práce

Uplatnění alternativních rostlinných mouk pro výrobu chleba

Use of alternative plant flours for bread production

Autor práce: Bc. Věra Vítková

Vedoucí práce: doc. Ing. Jan Bárta, Ph.D.

Konzultant práce: Ing. Markéta Jarošová

České Budějovice
2021

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Věra VÍTKOVÁ**
Osobní číslo: **Z19011**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Kvalita zemědělských produktů**
Téma práce: **Uplatnění alternativních rostlinných mouk pro výrobu chleba**
Zadávající katedra: **Katedra genetiky a speciální produkce rostlinné**

Zásady pro vypracování

Chléb představuje základní potravinu ve výživě lidí. Většinou se jedná o pekařský výrobek ze žitné či pšeničné mouky nebo ze směsi obou mouk. Z řady důvodů je snaha tento klasický výrobek inovovat modifikací výrobní technologie a složením surovin. Kromě úplné náhražky lepkových obilních mouk (v rámci bezpečkové diety) je snaha nahrazovat klasické mouky určitým podílem alternativních rostlinných mouk, z důvodu obohacení finálního výrobku o některé z důležitých výživových komponent jako jsou např. vláknina, bílkoviny, antioxidanty apod.

Cílem DP bude hledání možností uplatnění alternativních rostlinných mouk při výrobě chleba. V rámci řešení DP budou experimentálně ověřovány přídavky vybraných rostlinných mouk (zejména mouk z výlisků olejnin) k pšenično-žitné směsi klasické receptury. U zhotovených experimentálních výrobků budou hodnoceny vzhledové a senzorické vlastnosti pomocí panelu hodnotitelů. Také budou provedeny objektivní analýzy zaměřené na změny v barvě a struktuře výrobků a v jejich chemickém složení. Bude hodnocen rozdíl v obsahu celkových polyfenolů a v antioxidační aktivitě.

Formálně bude práce členěna obvyklým způsobem pro práce experimentálního charakteru (úvod, cíl, literární přehled, materiál a metody, výsledky, diskuze, závěr a seznam použité literatury a zdrojů). Literární přehled DP bude shrnovat dostupné poznatky z vědecké, odborné i firemní literatury (resp. zdrojů) českých a zahraničních autorů. Dosažené výsledky budou statisticky vyhodnoceny a zpracovány do podoby tabulek nebo grafů.

DP bude zpracována podle platného sdělení děkana pro vypracování bakalářských a diplomových prací (Opatření děkana ZF JU č. 14/2019 ze dne 11. 09. 2019, viz web ZFJU).

Rozsah pracovní zprávy: **45 – 50 stran**
Rozsah grafických prací: **5 – 10 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

- De Lamo B., Gómez M. (2018): Bread Enrichment with Oilseeds. A Review. Foods 7, 191; doi:10.3390/foods7110191. Hofmanová T., Hrušková M., Švec I. (2014): Evaluation of Wheat/Non-Traditional Flour Composites. Czech Journal of Food Science 32: 288-295.
Prugar J. a kol. (2008): Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský a.s., Praha, 327 s.
Raikos V., Neacsu M., Russell W., Duthie G. (2014): Comparative study of the functional properties of lupin, green pea, fava bean, hemp a buckwheat flours as affected by pH. Food Science & Nutrition 2: 202-810.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Jan Bárta, Ph.D.**
Katedra genetiky a speciální produkce rostlinné

Konzultant diplomové práce: **Ing. Markéta Jarošová**
Katedra genetiky a speciální produkce rostlinné

Datum zadání diplomové práce: **24. února 2020**

Termín odevzdání diplomové práce: **15. dubna 2021**

JIHOČESKÁ UNIVERZITA 
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 1668, 370 05 Česká Budějovice
L.S.



prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan



prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 24. února 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci „Uplatnění alternativních rostlinných mouk pro výrobu chleba“ vypracovala pouze za použití literatury a pramenů uvedených v seznamu citací.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

24. dubna 2021 v Českých Budějovicích

.....

Bc. Věra Vítková

Poděkování

Ráda bych tímto poděkovala vedoucímu mé diplomové práce doc. Ing. Janu Bártovi, Ph.D. za trpělivost, ochotu a předání vědomostí. Mé díky patří též Ing. Markétě Jarošové za pomoc a inspiraci.

Dedikace

Diplomová práce vznikla v rámci řešení výzkumného projektu MZe ČR č. QK 1910302 "Zpracování vedlejších produktů z lisování semen olejnin na nové výrobky s nutričními a zdravotními přínosy".

ABSTRAKT

Literární přehled diplomové práce se zabývá významností chleba v jídelníčku, nutričním složením a vlivem nadměrné konzumace na zdraví člověka. Část obsahu je zaměřena na suroviny, jež jsou součástí výzkumu snažící se obohatit tuto potravinu bez negativního projevu na technologické vlastnosti těsta a sensorické změny výrobku.

V praktické části jsou aplikovány mouky z výlisků tykve olejné, ostropestřce mariánského, konopí setého a lnu olejného do standardní receptury pšeničnožitného chleba v množství 5 a 10 %. 18 vyrobených chlebů bylo usušeno, rozemleto a podrobeno laboratorním analýzám s následným porovnáním s původním pšeničnožitným vzorkem. V laboratorních podmínkách bylo měřeno množství celkových polyfenolů, antioxidační aktivita a obsah dusíkatých látek.

Aplikací výše zmíněných mouk bylo dosaženo znatelného nutričního obohacení vzorků bez negativního vlivu na technologické vlastnosti těsta.

Klíčová slova: chléb, alternativní mouka, obohacení, konopí, tykev, ostropestřec, len

SUMMARY

This thesis is about importance of bread in diet, nutritional composition and the result of excessive at the human health. Part of the text deals with materials which are important section of research focused at enrichment of bread without negative effect on technical properties of dough. Is an effort to keep original sensory properties.

Practical part deals with hemp, gourd, milk thistle and flax flours. This material was used in 5 or 10 % for baking 17 breads following the standard recipe. These breads were dried and grinded. Grounded breads were subjected to analysis of polyphenol content, antioxidant activity and nitrogen substance content.

All breads containing oilseeds had better nutrition properties. There was not a problem with technological properties during dough processing.

Key words: bread, alternative flour, enrichment, hemp, gourd, milk thistle, flax

OBSAH

1. ÚVOD.....	11
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED	13
2.1 Původ chleba a současné využití ve výživě.....	13
2.2 Co je chléb?	14
2.3 Suroviny pro výrobu chleba	14
2.4 Vliv obilného chleba na zdraví.....	16
2.5 Nemoci související s konzumací obilovin.....	16
2.5.1 Nemoci způsobené konzumací lepku.....	16
2.5.2 Obezita	17
2.5.3 Související onemocnění	18
2.6 Nutrienty.....	18
2.6.1 Sacharidy.....	18
2.6.2 Vláknina	19
2.6.3 Tuky	20
2.6.4 Bílkoviny.....	21
2.6.5 Minerální látky a vitamíny	21
2.6.6 Antioxidanty.....	22
2.7 Nutriční složení chleba	22
2.8 Obohacování chleba	23
2.8.1 Houba <i>Auricularia auricula</i> (Ucho Jidášovo).....	24
2.8.2 Cibule	24
2.8.3 Bramborová vláknina	25
2.8.4 Olejná semena	26
2.8.5 Luštěniny.....	26
2.8.6 Pseudoobiloviny.....	27

3. CÍL PRÁCE	29
4. MATERIÁL A METODY	30
4.1 Materiál	30
4.2 Metodika.....	33
4.2.1 Příprava vzorků	33
4.2.2 Posouzení vzhledu chlebů	34
4.2.3 Extrakce.....	34
4.2.4 Stanovení antioxidační aktivity	34
4.2.5 Stanovení obsahu celkových polyfenolů.....	35
4.2.6 Stanovení obsahu dusíkatých látek	36
4.2.7 Statistické vyhodnocení	36
5. VÝSLEDKY	37
5.1 Posouzení vzhledu vzorků	37
5.2 Stanovení antioxidační aktivity	46
5.3 Stanovení celkových polyfenolů	47
5.4 Stanovení obsahu dusíkatých látek.....	48
5.5 Korelace.....	49
6. DISKUZE	50
6.1 Vzorky obohacené lněnou moukou	50
6.2 Vzorky obohacené konopnou moukou.....	51
6.3 Vzorky obohacené ostropestřecovou moukou	51
6.4 Vzorky obohacené tykvovou moukou.....	51
ZÁVĚR	53
ZDROJE	55
PŘÍLOHY	60

SEZNAM PŘÍLOH.....	62
Seznam tabulek.....	62
Seznam obrázků	62
Seznam grafů.....	63

1. ÚVOD

Tématem této diplomové práce je posouzení vhodnosti mouk z výlisků olejnin k obohacování chlebů.

Pečivo je základní potravinou běžné české populace, jež je součástí velkého množství přijímaných pokrmů. Příkladem je konzumace pečiva s polévkami, podávání spolu s hlavními chodem nebo tvorba celého jídla. Typické jsou rituály, při nichž jsou pekařské výrobky přijímáno dennodenně ke snídani či k večeři a dochází pouze k obměně způsobu servírování. Při takovýchto návycích je snadné dosáhnout jednotvárnosti jídelníčku, jež vede k omezení pestrosti stravy a nedostatku či nadbytku jednotlivých živin. Výsledkem bývá přebytek sacharidů a tuků v potravě, deficit bílkovin i vlákniny, jež v dlouhodobém hledisku vedou k zhoršování zdravotního stavu jedince a projevu onemocnění. Zdravá životospráva je v české populaci také narušována nedostatkem pohybu, nadměrnou konzumací alkoholu, kouřením, ale i českou kuchyní, která obsahuje velké množství knedlíků, omáček a tučných surovin.

Důležitost tohoto tématu je opodstatněna vysokým podílem obezity, cévních, srdečních a jiných onemocnění, které se prolínají do kvality života. Ačkoliv se průměrná délka života prodlužuje, není již pevně spjata s kvalitou, samostatností a pozitivním prožíváním důchodového věku. Zdravá strava, nebo od nemoci odvozené zdravotní diety, by neměly být pouze nástrojem vedoucím k léčbě či zmírnění onemocnění, ale měly by být základem výchovy ke zdraví již od dětských let, protože po desítkách let konzumace určité skupiny potravin, je těžké vytvořit nový návyk a přeučit chuťové buňky k něčemu neznámému. V tomto případě budou potraviny přijímány pouze pod tlakem zdravotních komplikací nebo i navzdory nim vůbec. Chuťový požitek nebude nijak pozitivní a daná osoba bude stále prahnout po tom, nač byla zvyklá doposud.

V případě osoby, které byly již od dětského věku podávána široká spektra surovin (v případě chlebů žitný nebo obsahující různá semínka či obohacující složky), je možné vyvolat větší chuťový požitek a je také umožněn výběr potravin více druhů, protože se nezaměřuje pouze na jednu skupinu a je tím zajištěna také větší přirozená, nenucená pestrost stravy.

V nejideálnějším případě by bylo vhodné najít suroviny obohacující pečivo (v tomto případě chléb), které by doplnily scházející živiny v jídelníčku a zároveň nenutily konzumenta vyřazovat chléb například ze snídaňové rutiny. Otázkou však zůstává, jak by obohacené chleby byly přijímány spotřebiteli? Nebyly by narušeny vlastnosti chlebu jako je nadýchanost a struktura střídy, barva, vlhkost a chuť?

Nabízí se také otázka, jakým způsobem lze naložit s novými poznatky týkajících se tohoto tématu. V případě, že by například 5 % přidané olejinové mouky vylepšilo významným způsobem nutriční vlastnosti chleba bez toho, že by došlo k narušení jeho pečivářenských a sensorických vlastností, vyskytoval by se tento druh pečiva v obchodech ve větší míře?

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Původ chleba a současné využití ve výživě

Chléb patří mezi základní potraviny pyšníci se dlouhou historií. Kořeny poctivého kváskového chleba sahají až do Egypta, kde se vyráběl už před 6 000 roky. Složení tohoto pečiva bylo stejné jako dnes: voda, mouka, sůl; přesto se lehce odlišovalo technologií přípravy těsta, pečením i tvarování (Szemes and Karovič, 1992). To mělo značný vliv na odlišnost produktu, který byl kyselější a měl i hutnější strukturu (Sluková and Skřivan, 2016).

Postupem času se chléb rozšířil do zbytku světa. Každá národnost si ho přizpůsobila své chuti a v mnoha případech mu dala jinou podobu či důležitost ve svém jídelníčku (Szemes and Karovič, 1992).

V moderní výživě je chléb (i ostatní pečivo) přirozenou součástí každodenního jídelníčku. Servíruje se ke snídani, doplňuje obědové menu a stává se i nástrojem pro přípravu levné a rychlé večeře. Ačkoliv je na trhu nabízeno nespočet nutričně bohatších chlebů (žitný, celozrnný, vícezrnný a jiné), nejprodávanějším druhem je pšeničnožitný chléb, který nelze považovat za výživově nejhodnotnější. Jeho výskyt v jídelníčku není žádnou chybou, a proto nelze doporučovat jeho vyřazení. Problémem se stává v případě, že je konzumován často a vytlačuje z diety jiné potraviny dodávající tělu potřebné živiny (Streit, 2019). Další negativní dopad související s nadměrnou konzumací, je odvozen od vysokého glykemického indexu. Ten je zapříčiněn jednak nutričním složením, ale také způsobem mletí používaných mouk a tepelnou úpravou. Výsledná glykemická nálož je příčinou vzestupu množství cukru v krvi, s následujícím vyplavením velkého množství inzulínu potřebného k trávení, což nakonec způsobí rychlý poklesu sacharidů. Vlivem takového stavu je konzument po požití potraviny vystaven brzkému, což samo o sobě není nijak škodlivé. Za horší lze považovat dlouhodobí dopad na zdraví, které je ohrožováno podporou ukládání tuků z potravy a vytvářením inzulínové rezistence, která zapříčiňuje diabetes mellitus 2. typu (Fořt and Mach, 2014).

Část populace si je vědoma nutričních nedostatků nebo na sobě pozoruje zdravotní obtíže ze špatné výživy. Vlivem dezinformací a mnoha mýtů se proto upne k myšlence, že výměna světlého chleba a pečiva za tmavé, bude mít pozitivní dopad na zdraví. Skutečnost je však taková, že tmavé pečivo je ve většině případů odlišné

barvy vlivem dobarvování nebo chemických reakcí probíhajících během pečení, než obsahem vysoce vymletých tmavých mouk či podílem nutričně bohatších obilovin. Takovýmito případy by bylo snadné předcházet lepší informovaností spotřebitele a větším zájmem o kvalitu kupovaného zboží (Perlín *et al.*, 2008).

2.2 Co je chléb?

Dle vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 18/2020 Sb. je chléb pekařským výrobkem kypřeným pomocí kvasu či droždí a tvarovaný do podoby vek či bochníků. V případě, kdy se jedná o netradiční a krájené druhy, je povolena výjimka v hmotnosti i tvaru.

Druhy chlebů dle obsahu jednotlivých druhů obilovin:

- pšeničný – nejméně 90 % pšeničných surovin,
- žitný – nejméně 90 % žitných surovin,
- žitnopšeničný – >50 % žitných a >10 % pšeničných surovin,
- pšeničnožitný – nejméně 50 % pšeničných a >10 % žitných surovin,
- celozrnný – nejméně 80 % celozrnných mouk nebo obalových částic,
- vícezrnný – nejméně 5 % surovin z luštěnin či olejnin,
- speciální – nejméně 10 % olejnin, luštěnin, vlákniny, skořápkových plodů, mléčných výrobků, brambor (Vyhláška č. 18/2020 Sb., 2020).

2.3 Suroviny pro výrobu chleba

Nezákladnějšími surovinami pro výrobu chleba jsou mouka, voda, sůl a kvas. Z těchto složek lze za pomoci správné technologie vytvořit kvalitní těsto, které během pečení utvoří nadýchanou střídu a křupavou kůrku. S postupujícími technologiemi a prohlubujícími znalostmi fermentačních technologií, bylo vymyšleno mnoho receptur, které jsou obohaceny o mnoho surovin zlepšující těsto i finální výrobek.

Suroviny při přípravu těsta:

- Mouka – surovina zastoupená v největším množství. Nejpoužívanějšími jsou mouka pšeničná hladká a žitná. Pro vylepšení chuti jsou vhodné kombinace s grahamovou, celozrnnou a špaldovou moukou. V případě, kdy se nejedná o bezlepkový chléb, jsou alternativní druhy mouk (pohanková, kukuřičná, olejninová, luštěninová) přidávána pouze v malém množství.

- Tekutina – nepostradatelnou tekutinou je voda. Možná je její částečná náhrada pivem, kefirem, jogurtem, podmáslem nebo kyškou, což se projeví na chlebu změnou chuti, větší hydratací a prodloužením trvanlivosti (Trhoňová, 2016).
- Kypřidlo – nejrychlejší a nejspolehlivější způsob kypření chleba je za pomoci sušeného nebo čerstvého droždí, které se přidává do těsta v množství 2–3 %. V případě kvasu nejsou použity žádné kvasnice, pouze žitná mouka fermentovaná spolu s vodou. Výhodou takového chleba je specifická chuť, lepší stravitelnost, nižší glykemický index a delší trvanlivost.
- Sůl – nepostradatelná surovina. Do chlebového těsta se přidává po autolýze v množství 1,6–2 %. Sůl slouží k vyvážení chuti, ale také ve správném množství k podpoře kvasného procesu (Trhoňová and Gottwaldová, 2019).
- Tuk – je postradatelnou složkou těsta, která však dokáže vylepšit chuť i strukturu chleba. Napomáhá k pružnější střídě a prodlužuje trvanlivost. Nejvhodnějším druhem tuku pro pečení chleba jsou sádlo a olej.
- Sladidlo – díky obsahu snadno zkvasitelných cukrů slouží jako potrava pro kvasinky, což napomáhá kvasnému procesu. Nejčastěji využívanými sladidly jsou cukr, melasa nebo sladové výtažky (Trhoňová, 2016).
- Koření – nejhojněji využívaným kořením při pečení chleba je kmín drcený nebo kmín celý. Dalšími méně často využívanými možnostmi pro ozvláštňování chleba je chlebové koření, do něhož se řadí anýz, fenykl, koriandr a pískavice.
- Zelenina – slouží spíše k ozvláštňování chleba nebo k navýšení obsahu vlákniny či zpestření barevné struktury. Nejběžněji je používána brambora či mrkev. Možné je použití i dýně, cukety, červené řepy, cibule, oliv nebo sušených rajčat.
- Další přísady – chléb je možné ozvláštňovat přidáním širokého spektra semínek do těsta. Vhodná jsou slunečnicová, dýňová nebo chia semínka. Zajímavou specialitou je chléb obsahující škvarky (Trhoňová and Gottwaldová, 2019).

2.4 Vliv obilného chleba na zdraví

Napříč výživovými odborníky i laickou veřejností je na chléb (pšeničný či pšeničnožitný) pohlíženo z několika pohledů. Někteří ho vnímají jako přirozenou potravinu, jež rozumně zařazují do svého jídelníčku. Jiní ho považují za nezbytnou součást stravy a snaží se jím nahradit nutričně významné, ale v mnoha případech i finančně nákladnější suroviny či potraviny, čímž se ošizují o živiny a v mnoha případech zbytečně navyšují svůj kalorický příjem. Spolu s dalšími faktory jako snížení pohybové aktivity, vyšší stres, zkrácení doby spánku, alkohol, kouření či konzumace vysoce zpracovaných potravin, se tento přebytek promítá do zdravotních diagnóz, které se stávají častějšími, život omezujícími a v mnoha případech i smrtelnými (Walek and Töth, 2015). Jedná se převážně o cévní choroby, nádorová, dýchací, trávicí a pohybová onemocnění, které jsou ovlivněny jedním velice rizikovým faktorem: obezitou, což vede na začátek problému, jehož jediným řešením je racionální výživa (Sovová, 2006).

Další skupinou s odlišným pohledem na situaci, jsou jedinci vyřazující obilný chléb z jídelníčku úplně. V tomto případě je cílem dlouhodobě snížit příjem kalorií nebo víra v prospěšnost bezlepkové diety u zdravých lidí. Na toto téma bylo provedeno několik studií, které ve většině případů prokázaly nezávadnost lepku pro zdravého člověka nebo dokonce negativní vliv vyloučení této složky z jídelníčku.

Jedinou populační skupinou, u které byly prokázány pozitivní účinky po vyřazení chleba (s obsahem lepku), jsou lidé s prokázanými onemocněními trávicího traktu souvisejícími s bílkovinou – lepkem (Roubík, Šindelář, 2018).

2.5 Nemoci související s konzumací obilovin

2.5.1 Nemoci způsobené konzumací lepku

Nejzávažnější následky po konzumaci chleba vyrobeného z pšenice či žita se projevují u lidí trpících na onemocnění způsobené lepkem. Lepek je zásobní bílkovinou obilovin, jež se dělí na prolaminy a gluteliny (u pšenice gliadin a glutenin). Jeho funkcí v těstě během zpracování je tvorba trojrozměrné prostorové sítě, jež tvoří nosnou strukturu těsta (Velíšek and Hajšlová, 2009).

Zdravotními obtížemi způsobené převážně pšeničným alfa-gliadinem jsou celiakie, neceliakální senzitivita na lepek a alergie na lepek. Každé z těchto onemocnění má trochu jiné příznaky, odlišnou diagnostiku, a jiný stupeň závažnosti vlivu na zdraví.

Celiakie je autoimunitní nevyléčitelné onemocnění, které se vyskytuje u 0,5–1 % populace. Po konzumaci lepku jsou organismem produkovány imunoglobulinů A a G, jejichž vlivem dochází k plošnému zánětu sliznice tenkého střeva a vyhlazení střevních klků. Příznaky jsou trávicí potíže, anémie, úbytky na hmotnosti či pomalý růst u dětí. Diagnostika se provádí pomocí biopsie tenkého střeva nebo krevním vyšetřením. V případě neléčení nemoci bezlepkovou dietou, hrozí další zdravotní komplikace v podobě rakoviny, anémie nebo osteoporózy.

Neceliakální senzitivita na lepek je nejméně prozkoumaným onemocněním. V tomto případě nelze diagnostikovat zánět střevní sliznice a neprojevuje se žádná imunitní reakce. U pacientů se objevují stejné trávicí potíže jako při celiakii, ale jediným vodítkem ke stanovení této nemoci je pozitivní reakce na bezlepkovou dietu, při níž mizí všechny problémy. Ačkoliv plošné vyhledávání tohoto zdravotního defektu v populaci není možné, je odhadován výskyt až u 8 % lidí. Pozitivní informací je, že doposud nebyla zjištěna žádná zdravotní rizika při nedodržování bezlepkové diety.

Alergie na lepek je imunitní onemocnění projevující se tvorbou protilátek imunoglobulinů E a vylučováním histaminu s následnou alergickou reakcí. Alergie se projevuje trávicími obtížemi, problémy s dýcháním nebo kožními reakcemi. Pokud není alergie léčena bezlepkovou dietou, nehrozí zdravotní komplikace jako u výše zmíněné celiakie, nýbrž může dojít k vyvolání anafylaktického šoku (Roubík and Šindelář, 2018).

2.5.2 Obezita

Obezita je jedním z nejčastějších onemocnění moderní doby. V Evropě se vyskytuje až u poloviny populace a každé 13. úmrtí je s ní spjato. Příčin je mnoho. Zrychlující se styl života zapříčiňuje nárůst množství stresu, zkracuje dobu a kvalitu spánku, redukuje množství pohybové aktivity a zhoršuje stravovací návyky.

Jedním z nešvarů dnešních stravovacích zvyků je konzumace pečiva. Jedná se o levnou potravinu, kterou lze servírovat téměř s každým jídlem nebo z ní dokonce udělat hlavní surovinu jídla. V takovýchto případech bývá celý pokrm ochuzen o bílkoviny, vlákninu a kvalitní tuky. Následkem je, že jídlo nedokáže na dlouho zasytit, neobsahuje dostatek živin a zbytečně navyšuje kalorický příjem.

Přestože pekařské výrobky patří mezi základní potraviny, je nutné dbát na výběr kvalitních surovin (Braunerová and Hainer, 2010).

2.5.3 Související onemocnění

Mezi další nemoci, které jsou odrazem konzumace nadbytečných obilovin spolu s nekvalitními potravinami patří:

- nádorová onemocnění,
- cukrovka II. typu,
- nemoci trávicí soustavy,
- onemocnění kardiovaskulárního systému,
- onemocnění kůže,
- psychická onemocnění,
- úrazy (Sovová, 2006).

2.6 Nutrienty

2.6.1 Sacharidy

Sacharidy jsou základním zdrojem energie pro tělo a s tím související nejhojněji zastoupenou živinou v jídelníčku. Pro dodržení optimálního poměru jednotlivých živin je vhodný jejich příjem v množství 55 %. Zbytek stravy je zastoupen bílkovinami a tuky. Nejpodstatnějším a nejsnadněji aplikovatelným rozdělením sacharidů z pohledu výživy je dělení na jednoduché cukry, komplexní sacharidy a vlákninu (Walek and Töth, 2015).

Jednoduché cukry neboli monosacharidy jsou zastoupeny převážně v ovoci, zelenině a vyskytují se ve formě glukózo-fruktózových sirupů ve většině vysoce zpracovaných potravin i nápojů. Jejich vysoký příjem se projevuje na výkyvech hladiny glykémie v krvi, což v následku vede k rozvoji cukrovky II. typu. Nadbytečná energie je ukládána ve formě tukové tkáně, což zapříčiňuje obezitu.

Druhou skupinou sacharidů, lépe se hodící do jídelníčku, jsou komplexní sacharidy, které jsou pomalu vstřebávány a využívány. Výsledkem jejich konzumace je pomalé zásobování těla energií, dlouhodobější zasycení a vyšší příjem minerálních látek a vitamínů. Nejvíce jsou tyto sacharidy zastoupeny v obilovinách, luštěninách a okopaninách (Lamka, 2016).

Dominance komplexních sacharidů nad jednoduchými by měla být samozřejmostí. V mnoha případech jsou však i mezi nimi vybírány méně kvalitní a nutričně chudé potraviny. Ačkoliv bílá pšeničná mouka neobsahuje převahu jednoduchých cukrů, její složení není optimální. Díky vymletí endospermu bez obalu zrna a klíčku, je mouka ochuzena o minerální látky, bílkovin, nenasycené mastné kyseliny, ale i vitamíny a vlákninu. Přestože má tato mouky vynikající pekařské vlastnosti, je vhodnější nahradit bílé pečivo za celozrnné, popřípadě výrobní receptury obohatit o nutričně významné suroviny (Laštovičková, 2018).

2.6.2 Vláknina

Vláknina je nezastupitelnou složkou potravy, jejíž výše příjmu se odvíjí od životního stylu, ale i moderních trendů. V dřívějších dobách byla vláknina přirozenou součástí jídelníčku a byla obsažena v každém jídle. Důvodem byla nízká cena rostlinných potravin a dobrá dostupnost. Se zvyšováním životní úrovně, dostupnosti živočišných a vysoce zpracovaných potravin, však její příjem začal klesat. Objemná zelenina, ale i luštěniny či celozrnné obiloviny začaly být nahrazovány potravinami, jež lákají svou chutností zapříčiněnou vlivem vysokého obsahu tuku v kombinaci se sacharidy. Mnoho lidí si na takové potraviny zvyklo a vyřadilo z jídelníčku nutričně bohaté základní suroviny. Taková změna dovedla naši společnost až do bodu, kdy se snížil průměrný denní příjem vlákniny na pouhých 15 g na den, což je pouhou polovinou doporučeného denního množství. Takto vysokému nedostatku vlákniny v jídelníčku lze přisuzovat neustále se navyšující výskyt nádorových onemocnění a civilizačních chorob.

Význam vlákniny spočívá ve vzniku kyseliny máselné, octové a propionové během jejich fermentování. Nejenže jsou zdrojem energie, ale potlačují i růst nežádoucích hnilobných bakterií, které jsou spojovány se vznikem některých onemocnění. Podstatnou funkcí vlákniny jsou vazba toxinů, které následně odvádí

z těla, nebo vstřebávání minerálních látek a vitamínů. V případě konzumace se sacharidy, v potravě také napomáhá snížit jejich vliv na hladinu glykémie v krvi.

Nejvhodnějšími zdroji vlákniny je ovoce se zeleninou, které je doporučované konzumovat v množství 400-500 g na den. Ideálním zdrojem jsou všechny druhy luštěnin, ořechy, semena (zejména lněné semínko) a obiloviny v podobě žitného chleba nebo celozrnného pečiva (Grofová, 2009).

2.6.3 Tuky

Tuky jsou nenahraditelnou složkou jídelníčku. Díky své vysoké kalorické hodnotě (oproti sacharidům a bílkovinám je téměř 2x vyšší) tvoří podstatnou část stravy a umožňují snížit objem přijímané potravy. Z historického hlediska se jednalo o velmi důležitou vlastnost, díky níž bylo možné přežít i s malým množstvím potravy. V dnešní době je situace jiná. Jídla je dostatek a při vysoké konzumaci potravin bohatých na tuky dochází k narušení rovnováhy mezi příjmem kalorií a jejich výdejem (Dostálová, 2011). Doporučeným množstvím lipidů v jídelníčku je 30–35 % (Brát, 2018). Překračování tohoto množství však škodí zdraví a v kombinaci s nevhodným složením tuku, se jedná o příčinu nemocí srdce a cév, rakoviny, obezity nebo diabetu.

Volba potravin s nevhodným složením tuků spočívá v neznalosti a ve špatných stravovacích návycích. Díky vysoké oblibě potravin vysoce zpracovaných a živočišných, je přijímáno velké množství trans-nenasycených a nenasycených mastných kyselin, které se podílejí na rozvoji cévních onemocnění. Jejich vysoký obsah je v masu, masných výrobcích a pochutinách obsahujících palmový, palmojádrový a kokosový tuk. Vhodnými a zdravotně prospěšnými tuky jsou takové, které obsahují nenasycené mastné kyseliny. Nachází se v produktech rostlinného původu a v rybách. Rybí tuk obsahující omega 3 a 6 mastné kyseliny, se příznivě projevuje na hladině cholesterolu v krvi a má antitrombotické, protizánětlivé a antiarytmické účinky. Z rostlinných zdrojů jsou potravinami s jejich vysokým obsahem avokádo, ořechy, sója a z obilovin oves. Nejvhodnějšími variantami olejů používaných k přípravě pokrmů jsou oleje řepkový a olivový.

Přítomnost tuků v potravinách je také důležitá pro možnost využití esenciálních látek rozpustných pouze v tucích – vitamínů, sterolů a antioxidantů, proto by množství obsažené v potravě nemělo klesnout pod 15 % (Dostálová, 2011).

2.6.4 Bílkoviny

Bílkoviny neboli proteiny jsou základním funkční a strukturální jednotkou lidského těla. Jejich potenciální význam v jídelníčku je závislý na tom, zda jsou složeny z esenciálních (tělo si je nedokáže syntetizovat) či neesenciálních (je možná jejich syntéza) aminokyselin (Zlatohlávek *et al.*, 2019). Zastoupení těchto aminokyselin přímo souvisí se zdrojem jejich příjmu. V ideálním případě je 70 % proteinů přijímáno z potravin živočišného původu, kde je obsaženo nejširší spektrum esenciálních aminokyselin. Zbýlých 30 % je vhodné doplnit bílkovinami rostlinného původu, ideálně z luštěnin nebo obilovin.

Doporučované množství přijatých bílkovin se liší podle fyzické aktivity, zdravotního stavu i věku. Pro průměrnou osobu bez nadměrné fyzicky náročné práce je to 0,8–1,0 g proteinu na každý kilogram tělesné hmotnosti na den.

Nezastupitelný význam bílkovin spočívá v jejich schopnostech stavby těla a regenerace organismu. Podílí se také na hormonální činnosti, imunitě, stálosti vnitřního prostředí, transportu živin, pohybu organismu a jsou nouzovým zdrojem živin. Co se týče složení potravin, jsou proteiny důležité pro svůj sytící efekt (Walek and Töth, 2015).

2.6.5 Minerální látky a vitamíny

Vitamíny a minerály jsou mikroživiny, které v těle plní mnoho důležitých funkcí i přes to, že jsou některé v těle obsaženy pouze v malém množství. Nejvlivnějším faktorem na jejich příjem i potřebu je životní styl a rozmanitost přijímané stravy. Nejbohatšími potravinovými zdroji jsou ovoce, zelenina, maso, vejce, mléčné výrobky, luštěniny, ořechy, semínka a celozrnné mouky (Babička, 2016).

Pokud jsou dodržovány zásady racionální výživy, nehrozí u zdravého jedince nedostatek nebo jejich nadbytek. Rizikovými jsou jednostranně zaměřené diety omezující živočišné produkty nebo časté zařazování vysoce zpracovaných nezdravých potravin.

Nejčastějšími projevy nedostatku mikroživin jsou popraskané koutky zapříčiněné nedostatkem vitamínů skupiny B a zinku, vypadávání vlasů (deficit vitamínu B7), akné (problémy s vitamínem A, D nebo omega-3 mastných kyselin), svalové křeče (deficit hořčíku) nebo špatná citlivost končetin způsobená karencí vitamínů skupiny B (Walek and Töth, 2015).

2.6.6 Antioxidanty

Antioxidanty jsou látky přirozeně se vyskytující v potravinách. Jedná se o sloučeniny, které působí proti vzniku nebo eliminují množství prooxidantů (volných radikálů), což jsou kyslík nebo dusík v toxických formách pocházející z chemických reakcí (dýchání) (Marounek, 2006). Dalšími způsoby získání volných radikálů jsou přijetí z vnějšího prostředí nebo vznik vlivem kouření. Mezi antioxidanty a prooxidanty je při běžném racionálním jídelníčku dodržována rovnováha. Pokud dojde k jejímu narušení, organismus podléhá oxidačnímu stresu, který probíhá formou reakce volných forem kyslíku nebo dusíku s aminokyselinami, proteiny, mastnými kyselinami nebo enzymy. Následkem těchto procesů je poškozování tkání a struktur, které může být jedním z faktorů vzniku diabetu, artritidy nebo jiných onemocnění (Nohel *et al.*, 2011).

Mezi skupiny potravin s vysokým podílem antioxidantů se řadí obiloviny, olejninny, koření (kurkuma, tymián, zázvor) a některé druhy zeleniny (cibule, paprika, česnek). Obsahují antioxidanty na bázi vitamínů, flavonoidů, sloučenin minerálních látek nebo aminokyselin. V potravinářství jsou tyto látky využívány jako aditiva. Nejenže navyšují nutriční význam potravin, prodlužují také jejich trvanlivost snížením oxidovatelnosti tuků a podporují zachování barvy (Babička, 2012).

2.7 Nutriční složení chleba

Jedním z nejoblíbenějších prodávaných chlebů na českém trhu je chléb Šumava. Ten se skládá z pšeničné a žitné mouky, vody, droždí, soli, zlepšujících přípravků, kmínu a kvasného octu. Z důvodu převažujícího obsahu pšeničné mouky nad žitnou, se jedná o méně výživné pečivo (Anonym, 2017).

Ve srovnání s ním, průměrný prodávaný žitný chléb obsahuje 27 % celozrnného žitného šrotu, 17 % celozrnné žitné mouky, kvásek, vodu, 8 % slunečnicových semínek, sirup z invertního cukru, pšeničnou a žitnou mouku, sůl, droždí a žitné vločky. Ačkoliv obsahuje mnohem více složek, v některých případech

i zbytečných, jedná se o chléb výživnější. Obsahuje více vlákniny a nenasycených mastných tuků, jejichž zdrojem jsou slunečnicová semínka (Anonym, 2018). Díky vyššímu obsahu žita v receptuře lze také očekávat vyšší obsah pentozanových polysacharidů, jež mají vliv na vstřebávání živin a zamezení absorpce nežádoucích látek (Příhoda, 2004).

Nutriční složení pšeničnožitného a žitného chleba je uvedeno v tabulce č. 1.

Tabulka č. 1: Nutriční hodnoty pšeničnožitného a žitného chleba (Anonym, 2017; Anonym, 2018)

Obsah na 100 g	Chléb Šumava	Žitný chléb
Energie	999 kJ	947 kJ
Bílkoviny	7,7 g	6,3 g
Sacharidy	46,6 g	35 g
Z toho cukry	0,9 g	2 g
Tuky	1,2 g	4,6 g
Vláknina	3,8 g	9,2 g
Sůl	1,6 g	0,8 g

Výsledkem tohoto srovnání je potvrzení pozitivního vlivu výběru mouk i přidavku nadstavbových surovin (slunečnicová semínka).

2.8 Obohacování chleba

Nejvýznamnější surovinou pro výrobu chleba je pšeničná mouka. Její využití pro tento účel je celosvětové, přesto výroba nekončí jen u této suroviny a těsta jsou obohacována o další mouky. Nepostradatelnost pšeničné mouky pro výrobu běžného chleba je zapříčiněna lepkem obsaženým v patřičné kvalitě. Ačkoliv je pšenice pro pečení velmi důležitá, není jí všude pěstováno dostatek, proto jsou v různých koutech světa používány alternativní mouky nahrazující její určitý podíl. V Evropě jsou používány mouky ovesné a žitné, v Asii rýžové, ve Střední a Jižní Americe kukuřice a v Africe proso nebo čirok.

Takovéto alternativy základní receptury jsou výhodné pro zvětšení objemu vyprodukovaného sortimentu, ale i obohacení o další živiny. Přestože tyto chleby jsou běžně konzumovány, mnoho vědeckých pracovníků se snaží obohatit

tyto potraviny o další nutričně významné látky: vlákninu, bílkoviny, antioxidanty a polyfenoly (Torbica *et al.*, 2021).

2.8.1 Houba *Auricularia auricula* (Ucho Jidášovo)

Jidášovo ucho (*Auricularia auricula*) je jedlá houba vyskytující se po celém území České republiky. Stejně jako ostatní houby vyniká nízkým obsahem tuku, vysokým zastoupením bílkovin, minerálních látek, vlákniny a vitamínů. Pro tyto vlastnosti bylo Jidášovo ucho vybráno a použito výzkumným týmem v roce 2017 k obohacení a navýšení nutriční hodnoty chleba. Pro tento pokus byly použity sušený mletý prášek, který se přidával v koncentraci 0; 2,5; 5; 7,5 a 10 % na 100 g mouky. Množství ostatních surovin receptury bylo neměnné: 60 ml vody, 6 g cukru, 2 g tuku, 1,6 g droždí, 1,5 g soli a 0,5 % zlepšujících látek (Yuan *et al.*, 2017).

Výčet obsahu živin jednotlivých mouk je zobrazen v tabulce č. 2.

Tabulka č. 2: Nutriční hodnoty použitých mouk (Yuan *et al.*, 2017)

Obsah na 100 g	Vlhkost	Sacharidy	Bílkoviny	Tuk	Vláknina	Popel
Pšeničná mouka	14,10 g	68,79 g	12,87 g	3,42 g	1,16 g	0,72 g
Houbová mouka	9,34 g	79,43 g	5,59 g	2,09 g	6,16 g	3,55 g

Nejpříznivější výsledky byly zaznamenány při použití houbové mouky do 5 %, kdy byla zachována soudržnost lepku a dostatečná vaznost. Těsto ve všech případech obohacených vzorků prokazovalo nižší vaznost vody, sníženou stabilitu i elasticitu. Po překročení hranice 5 % došlo ke změnám struktury těsta a sensorických vlastností (Yuan *et al.*, 2017).

2.8.2 Cibule

Cibule patří mezi potraviny, které jsou součástí každodenní kuchyně. Spolu s vysokou spotřebou vzniká i velké množství odpadů, které jsou v běžných případech využity pouze ke kompostování. Vzhledem k tomu, že nutričně hodnotné vlastnosti jako jsou vysoký obsah vlákniny i polyfenolů, není jen součástí cibulové dužiny ale i jejích slupek, bylo provedeno několika pokusů, zabývajících se adicí extraktů či slupkových mouček do potravin, které jsou z nějakého důvodu chudší na živiny,

nebo jsou samy o sobě dostatečně výživné, ale vyskytují se v jídelníčku, který nedokáže pokrýt veškeré potřeby. Jako typický případ lze uvést bezlepkovou dietu, které obsahuje složky převážně z málo výživných škrobových mouk. V případě obohacení bezlepkového chleba 5 % cibulové slupkové moučky, dochází k navýšení množství antioxidantů i již zmíněných polyfenolů. Obohacování běžných receptur se však projevuje i na technologických vlastnostech pekařského výrobku. Po přidání do bezlepkového chlebu byla zapříčiněna nižší trvanlivost. Naopak za pozitiva lze vnímat zlepšení barvy, která napomáhá k sensorické atraktivitě nebo chuťová nevýraznost, která předchází odrazení konzumentů od potraviny (Bedrníček *et al.*, 2020).

2.8.3 Bramborová vláknina

Brambory nejsou v pekařství ničím nestandardním. Příkladem lze uvést bramborový chléb obsahující 80 g vařených brambor na 520 g směsí mouk (Trhoňová, 2017). Do této receptury nebyly vařené brambory přidány z důvodu vylepšení nutriční hodnoty, nýbrž kvůli hydrataci. V případě, kdy je snaha o navýšení nutriční hodnoty pomocí brambor, či jejich částí, je pozornost směřována jinam než k bramborové dužině. Dužina sice obsahuje mnoho benefičních látek, ty ale nejsou obsažené v dostatečném množství. Z tohoto důvodu jsou pokusy směřována k izolaci bramborového proteinu, využití vlákniny nebo k začlenění mouk z bramborových slupek do potravin takovým způsobem, aby nedošlo k sensorickým změnám, popřípadě alespoň ne k negativní změně chuti či textury.

Pro využití bramborové vlákniny, byly provedeny pokusy určující doporučené hranice přídatku. V ohledu na chuť je možné nahradit 8 % pšeničné mouky, bez projevu jakýchkoliv změn. Textura bývá nezměněná při aplikaci 12 % vlákniny.

Výhodou začlenění bramborových složek do receptur je nahrazení podílu obilných mouk, čímž se sníží energetická hodnota potraviny. Konečným výsledkem je pro konzumenta stejné nasycení a ušetření přijímaných kalorií, což se může pozitivně projevit na jeho zdraví (Kaack *et al.*, 2006).

2.8.4 Olejná semena

Méně výstředním prvkem obohacující chlebové těsto jsou olejná semena. Ta jsou běžnou součástí jídelníčku, proto nepůsobí na spotřebitele odrazujícím dojmem. V současné době je k sehnání pečivo obsahující slunečnicová a lněná semínka. Trendem se stávají i chia semínka z šalvěže hispánské.

Důvodem přidávání těchto olejin do pekařských výrobků je jejich obohacování o vlákninu, vitamíny, minerální látky a antioxidanty. Rozdíl mezi obilovinami a olejinami, které je z části nahrazují, je i obsah makroživin. Olejnininy se vyznačují vysokým obsahem tuků, který je bohatý na esenciální mastné kyseliny omega-3 a omega-6. Bílkoviny jsou zastoupeny ve vyšším množství, sacharidů je naopak méně. Díky tomuto složení jsou vhodnými k nutričnímu obohacení a lepšímu vlivu na zdraví ve srovnání s obyčejným pšeničným chlebem.

Olejnininy je možné přidávat do těst v několika formách: celá nebo drcená semena, popřípadě vylisované oleje a mouky. Struktura je volena vzhledem k požadavkům na texturu výsledného produktu.

Významnou vlastností je tvorba gelu díky slizovitým polysacharidům, které jsou obsaženy v chia a semenech lnu. Díky této schopnosti lze zajistit vyšší hydrataci nebo využít předem vytvořené gely ve veganské nebo bezvaječné dietě.

Důležitým parametrem je absence lepku v semenech olejin, tudíž jsou vhodná pro bezlepkové pečení (De Lamo and Gómez, 2018).

2.8.5 Luštěniny

Luštěniny jsou základní surovinou jídelníčku mající prospěšný vliv na zdraví. Obsahují významné množství bílkovin, minerálních látek, vitamínů, vlákniny a kvalitních sacharidů. Přes jejich snadnou dostupnost a velký výběr (čočka, hrách, fazole, cizrna, sójové boby a bob), se však neřadí mezi nejoblíbenější potraviny. Nejvíce konzumované jsou čočka, fazol a hrách. Ostatní luštěniny upadají do pozadí a jsou konzumovány většinou jen v potravinách, do kterých byly nastrčeny z technologických důvodů (sója). Díky moderním trendům a gastronomické globalizaci dochází k postupnému nárůstu oblíbenosti těchto surovin, přesto se však jedná o ohraničenou část nekonzervativní populace. U zbytku konzumentů tyto potraviny nejsou využívány vůbec nebo jen v minimálním množství.

Ideálním řešením vedoucím k navýšení spotřeby, je aplikace mouk či izolovaných složek (vláknina, protein) do běžně využívaných potravin, jako je chléb.

V případě studie provedené v roce 2012, byly pro obohacení chleba použity mouky z čočky a cizrny o množství až 50 % z celkového množství mouky. U všech vzorků se prokázalo zlepšení nutričních vlastností výsledného produktu. Nahrazení 50 % pšeničné mouky čočkovou, se zvýšil obsah bílkovin na 16,28 g/100 g z původních 10,53 g/100 g u srovnávacího čistě pšeničného vzorku. Při provedení pokusu s cizrnovou moukou, množství proteinu dosáhlo hodnoty 15,73 g/100 g.

Z technologického hlediska se prokázala vyšší schopnost absorpce vody, za jejíž důvod lze předpokládat navýšení množství neškrobových polysacharidů nebo snížení množství nerozpustných frakcí proteinu. Dalšími zjištěnými výsledky byl pokles objemu bochníku i kvality jeho střídy, která vlivem nedostatku lepkových bílkovin měla nižší pórovitost. Výjimkou byl vzorek, do něhož se přidalo 20 % cizrnové mouky. U něj se prokázal vyšší objem než u kontrolního vzorku (Bojňanská *et al.*, 2012).

2.8.6 Pseudoobiloviny

Pseudocereálie jsou nutričně hodnotné potraviny, do kterých se řadí pohanka, laskavec a merlík. Přestože jsou velmi výživné a řadí se do skupiny potravin vhodných do bezlepkových diet, nevyskytují se v běžném jídelníčku moc často (Moudrý, 2011). Z tohoto důvodu jsou adepty obilovin vhodných k částečnému nahrazování pšeničné mouky v pekařských výrobcích.

Ve studii provedené na Vysoké škole chemicko-technologické v Praze (Hofmanová *et. al.*, 2014) byly použity mouky z amarantu a merlíku k nahrazení mouky pšeničné v množství 10 a 20 %. V obou případech došlo k významnému navýšení živin. Srovnávací vzorek chleba vyrobený pouze za použití pšeničné mouky vykazoval 10,7 g/100 g bílkovin. Při použití pšeničné mouky obohacené amarantem se množství navýšilo až na hodnoty kolem 21 g/100 g, což je až dvojnásobné množství. Aplikace 10 i 20 % merlíkové mouky do těsta zajistila v obou případech navýšení na 19,9 g/100 g. V těchto vzorcích se navýšilo množství minerálních látek i vlákniny.

Negativní dopad na kvalitu chleba se prokázal z ohledu jeho objemu a kvality střídy. S navyšujícím množstvím přidaných alternativních mouk se výsledky těchto hodnocených parametrů zhoršovaly.

3. CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo posuzování vlivu jednotlivých olejninových mouk o různých frakcích na technologické a strukturní vlastnosti pšeničnožitného chleba.

V rámci této práce byly provedeny následující analýzy:

- Stanovení obsahu dusíkatých látek.
- Hodnocení rozdílu celkových polyfenolů.
- Měření antioxidační aktivity.
- Posouzení barvy a vzhledu vzorků.

4. MATERIÁL A METODY

4.1 Materiál

Sledovaným materiálem byla semena plodin tykve olejné, konopí setého, ostropestřce mariánského a lnu olejného. Velikostní frakce výliskových mouk v rozmezí od 0,315 mm do 0,71 mm, byla pro řešení diplomové práce dodána z výzkumného projektu QK 1910302, který je řešen na školitelském pracovišti diplomantky.

U hrubší frakce 0,71 mm bylo pro lepší zpracování do těsta provedeno mletí na planetovém laboratorním mlýnu (pulverisette 6 FRITSCH, Německo) při 500 rpm po dobu jedné minuty. Takto připravený materiál byl použit pro výrobu chlebů, kde nahradil z části standardní pšeničnou a žitnou mouku a to z 5 a 10 %. Pro výrobu chlebů byly využity následující suroviny:

- Pšeničná chlebová mouka (Mlýn Bohutín)
- Žitná chlebová mouka (Mlýn Bohutín)
- Cukr krupice (Tereos TTD)
- Čerstvé pekařské droždí (FALA)
- mouky z výlisků olejin:
 - Tykev Bepo, velikost částic <0,71 mm
 - Tykev Bepo, velikost částic >0,71 mm
 - Konopí odrůda USO 31, velikost částic <0,315 mm
 - Konopí odrůda USO 31, velikost částic 0,5-0,71 mm
 - Ostropestřec odrůda Mirel, velikost částic <0,315 mm
 - Ostropestřec odrůda Mirel, velikost částic 0,5-0,71 mm
 - Len odrůda Agriol, velikost částic <0,315 mm
 - Len odrůda Agriol, velikost částic 0,5-0,71 mm
- Voda
- Sůl (Solné mlýny Olomouc)
- Řepkový olej (LUKANA)
- Kvasný ocet (Bzenecký ocet)

Chleby byly váženy vychladlé po upečení za účelem zjištění hmotnostního rozdílu mezi jednotlivými vzorky. Vzorky byly nadrceny za účelem homogenizace a lepší extrakce. Níže je uveden seznam a označení vzorků.

Vzorek č. 1: Pšeničnožitný chléb

Vzorek č. 2: Pšeničnožitný chléb s 5 % tykvové mouky (velikost částic <0,71 mm)

Vzorek č. 3: Pšeničnožitný chléb s 5% tykvové mouky (velikost částic >0,71 mm)

Vzorek č. 4: Pšeničnožitný chléb s 5 % konopné mouky (velikost částic <0,315 mm)

Vzorek č. 5: Pšeničnožitný chléb s 5 % konopné mouky (velikost částic 0,5-0,71 mm)

Vzorek č. 6: Pšeničnožitný chléb s 5 % ostropestřecové mouky (velikost částic <0,315 mm)

Vzorek č. 7: Pšeničnožitný chléb s 5 % ostropestřecové mouky (velikost částic 0,5-0,71 mm)

Vzorek č. 8: Pšeničnožitný chléb s 5 % lněné mouky (velikost částic <0,315 mm)

Vzorek č. 9: Pšeničnožitný chléb s 5 % lněné mouky (velikost částic 0,5-0,71 mm)

Vzorek č. 10: Pšeničnožitný chléb 10 % tykvové mouky (velikost částic <0,71 mm)

Vzorek č. 11: Pšeničnožitný chléb s 10 % tykvové mouky (velikost částic >0,71 mm)

Vzorek č. 12: Pšeničnožitný chléb s 10 % konopné mouky (velikost částic <0,315 mm)

Vzorek č. 13: Pšeničnožitný chléb s 10 % konopné mouky (velikost částic 0,5-0,71 mm)

Vzorek č. 14: Pšeničnožitný chléb s 10 % ostropestřecové mouky (velikost částic <0,315 mm)

Vzorek č. 15: Pšeničnožitný chléb s 10 % ostropestřecové mouky (velikost částic 0,5-0,71 mm)

Vzorek č. 16: Pšeničnožitný chléb s 10 % lněné mouky (velikost částic <0,315 mm)

Vzorek č. 17: Pšeničnožitný chléb s 10 % lněné mouky (velikost částic 0,5-0,71 mm)

4.2 Metodika

4.2.1 Příprava vzorků

Všechny vzorky chlebů byly připraveny dle původní receptury pšeničnožitného chleba. Kvásek byl vyroben z 15 g pšeničné chlebové mouky, 0,4 g cukru krupice, 4 g čerstvého pekařského droždí a 16 ml vody (35 °C). Vzniklá směs se nechala pracovat při pokojové teplotě, v plastové nádobě zakryté potravinovou fólií po dobu 20 minut. Během této doby byla připravena směs suchých surovin skládajících se z 65 g pšeničné chlebové mouky, 40 g žitné chlebové mouky a 3 g soli. Těsto bylo vypracováno z předem připravovaného kvásku, směsi suchých surovin a tekutých ingrediencí (78 ml vody o teplotě 35 °C, 4 ml řepkového oleje a 2 ml octa. Kynutí probíhalo 65 minut při pokojové teplotě v kovové nádobě zakryté potravinářskou fólií. Po uplynutí stanoveného času těsto zdvojnásobilo svůj objem a na jeho povrchu začaly být patrné bublinky pronikající z hmoty k povrchu.

V případě výroby vzorků s 5 i 10 % mouk z výlisků olejnin byl kvásek připravován bez rozdílu. Úprava hmotností byla provedena až ve fázi přípravy těsta. S přidavkem 5 % mouky z uvedených vzorků, obsahovalo těsto 61 g pšeničné chlebové mouky, 38 g žitné chlebové mouky a 6 g mouky z výlisků. U 10% přidavku mouk z výlisků olejnin, bylo sníženo množství pšeničné chlebové mouky na 57 g, žitné chlebové mouky na 36 g a množství mouky z výlisků olejnin bylo navýšeno na 12 g. Ostatní suroviny byly ponechány ve stejném množství jako v případě výchozího pšeničnožitného chleba.

Nakynuté těsto bylo vyjmuto z nádoby a za pomoci plastové lopatky překládáno od krajů směrem do středu. Těsto bylo po přeložení zmáčknuto, aby nabývající výška neznemožňovala pokračování tvarování. Optimálním počtem opakování bylo střídavé překládání 3x z každé strany těsta.

Posledním krokem, který vedl k finálnímu dodání tvaru, bylo zakulacování těsta o podložku, které se provedlo posouváním těsta dlaněmi na podložce směrem k sobě. V místě vyšší adheze podložky vůči těstu došlo k přichycení k podkladu, což zapříčinilo jeho rolování.

Po vytvoření hladce kulatého tvaru těsta, bylo umístěno do moukou vysypané ošatky, přikryto potravinářskou fólií a necháno 35 minut kynout.

Pečení bylo provedeno v předehřáté elektrické troubě Mora 2170 na středním roštu a pečícím kameni. Optimální dobou pečení bylo 30 minut na 230 °C. Potvrzujícím ukazatelem dostatečného upečení byl dutý zvuk při poklepání na spodní část chleba.

Z důvodu možnosti posouzení vlastností těst obohacených o uvedené vzorky mouk, byly dodržovány stejné doby kynutí ve všech fázích výroby i pečení. Jako vhodné se také prokázalo nastavení jednotné teploty na celou dobu pečení.

4.2.2 Posouzení vzhledu chlebů

Upečené chleby byly následující den rozpůleny pilkovým nožem, zváženy a subjektivně hodnoceny. Byl posuzován charakter střídy, rozměr bochníků a celkový vzhled.

4.2.3 Extrakce

Před extrakcí bylo nutné vzorky chlebů vysušit. Z tohoto důvodu byl z každé půlky vzorku chleba ukrojen plátek a rozkrájen na kostičky a vložen do předem zvážených 50 ml dóz (ve dvou opakováních). Po zvážení vzorků v dózách byly takto připravené vzorky vloženy přes noc do mrazáku o teplotě -80 °C a druhý den dány k lyofilizaci na lyofilizátor (ALPHA 1-4 LSC, Německo). Dalším krokem bylo mletí a zároveň homogenizace na planetovém mlýnu (pulverisette 6 FRITSCH, Německo) při 500 rpm po dobu jedné minuty.

Mleté vzorky lyofilizovaných chlebů byly navažovány do označených mikrocentrifugačních zkumavek o hmotnosti 0,05 g, ke kterým byl přidán 1 ml 80% vodného roztoku ethanolu. Vzorky byly promíchány pomocí vortexu (Genius 2 G-560E Tube, Německo), a extrahovány 23 hodin při pokojové teplotě. Poté byly vloženy do ultrazvukové lázně na 1 hodinu. Posledním krokem pro získání supernatantu s extraktem vzorků bylo odstředění vzorků do centrifugy (ROTINA 420 R Hettich, Německo) na 10 minut při 20 °C a 10 000 rpm.

4.2.4 Stanovení antioxidační aktivity

Principem metody je reakce vzorku se stabilním radikálem difenylpicrylhydrazylem-DPPH (1,1-difenyl-2-(2,4,6-trinitrofenyl) hydrazyl), při níž dochází k redukci radikálu za vzniku DPPH-H (difenylpicrylhydrazinu) (Paulova *et al.*, 2004). Výsledky vychází ze změny zbarvení, jež bylo objektivně měřeno spektrofotometrem Libra S22 (Biochrom, Anglie).

Zásobní roztok byl připraven rozpuštěním 0,025 g radikálu DPPH ve 100 ml methanolu. Před samotným měřením absorbance vzorků byl ze zásobního roztoku DPPH přichystán pracovní roztok: do 100 ml odměrné baňky bylo převedeno 10 ml zásobního roztoku a doplněno methanolem po rysku.

Do 1 ml kyvet bylo napipetováno 0,975 ml pracovního roztoku radikálu DPPH a 0,025 ml supernatantu s extrahovaným vzorkem. Absorbance byla měřena po 30 minutách proti slepému vzorku destilované vody při 515 nm (Šulc *et al.*, 2007).

V případě vzorků obsahující ostropestřec bylo z důvodu vysokého obsahu antioxidantů provedeno ředění s destilovanou vodou v poměru 1:1. Toto ředění zajistilo měřitelnost výsledných hodnot. Hodnoty vzorků byly vyjádřeny v ekvivalentu kyseliny askorbové (AAE) v g sušiny.

4.2.5 Stanovení obsahu celkových polyfenolů

Pro stanovení obsahu celkových polyfenolů byla použita metoda využívající Folin-Ciocalteuova činidla, což je směs fosfomolybdenové a fosfowolframové kyseliny. Výsledkem reakce je oxidace redukováných molekul, která se projevuje změnou barvy do odstínů modré. Výsledná absorbance intenzity zbarvení se měří spektrofotometricky (Lachman *et al.*, 2006).

Do 1 ml kyvet bylo pipetováno 0,01 ml vzorku a 0,990 ml redestilované vody. Po promíchání se přidalo 0,5 ml Folin-Ciocalteuova činidla (Penta, ČR) a 0,15 ml 20% karbonátu sodného. Po přidání všech činidel byly kyvety promíchány a po dobu 2 hodin uchovány ve tmě při laboratorní teplotě. Absorbance byla měřena proti slepému vzorku při vlnové délce 765 nm. Příprava vzorků a měření bylo provedeno ve dvou opakováních.

4.2.6 Stanovení obsahu dusíkatých látek

Obsah dusíku byl stanoven za pomoci modifikované Dumasovy metody. K analýze bylo použito zařízení Rapid N Cube (Elementar, Německo).

Vzorky byly naváženy v hmotnosti 0,025 g do cínových kapslí a spáleny při teplotě 960 °C za přítomnosti kyslíku. Během procesu došlo k uvolňování plynů včetně oxidu dusíku, který byl následně v kolonách separován a za pomoci tepelně-vodivostního detektoru stanoven.

Výsledné hodnoty analýzy vyjadřují obsah dusíku ve vzorku. Pro přepočet na obsah dusíkatých látek byly hodnoty násobeny koeficientem 6,25.

4.2.7 Statistické vyhodnocení

Pro statistické posouzení byl využit program STATISTICA 12, díky němuž došlo k provedení jednofaktorové analýzy rozptylu ANOVA. K rozpoznání rozdílu na hladině významnosti $p < 0,05$ byl použit Fisherův LSD test.

5. VÝSLEDKY

5.1 Posouzení vzhledu vzorků

Vzorek pšeničnožitného chleba byl srovnatelný s chleby vyskytujícími se na pultech obchodů. Těsto vykazovalo ideální vlastnosti během zpracování a výsledný produkt po upečení měl středně pórovitou nadýchanou střídu (Obr. č. 1).

Obrázek č. 1: Pšeničnožitný chléb (bochník a nářroj chleba)



Těsto na výrobu pšeničnožitného chleba s přídavkem 5 % tykřové mouky o hrubosti <0,71 mm mělo ideální technologické vlastnosti. Rovnoměrné zpracování tykřové mouky k ostatním suchým ingrediencím bylo obtížnější. Po upečení byly patrné změny barva (nazelenání) a mírné snížení výšky bochníku (Obr. č. 2.). S přibýřující dobou skladování se intenzita zelené barvy zvýšila.

Obrázek č. 4: Pšeničnožitný chléb s 5 % tykřové mouky o hrubosti <0,71 mm (bochník a nářroj)



Adice 5 % tykvvé mouky o vyšší hrubosti zapříčinila horší navázání vody a od toho se odvíjející větší hydrataci těsta, která se projevila mírně většími póry střídy a nižší výškou bochníku. Senzorické změny byly patrné pouze na změně barvy do světlých odstínů zelené (Obr. č. 3).

Obrázek č. 7: Pšeničnožitný chléb s 5 % tykvvé mouky o hrubosti >0,71 mm (bochník a nároj)



V procesu přípravy těsta obohacené o 5 % konopné mouky (<0,315 mm) byla patrná nesourodost barvy (viditelné částčky konopné mouky), která se během pečení vytratila. U hotového výrobku bylo zaznamenáno snížení bochníku a zšednutí jinak kvalitní střídy (Obr. č. 4).

Obrázek č. 10: Pšeničnožitný chléb s 5 % konopné mouky o hrubosti <0,315 mm (bochník a nároj)



V procesu přípravy těsta obohacené o 5 % konopné mouky (0,5-0,71 mm) byla patrná nesourodost barvy (viditelné částičky konopné mouky), která se během pečení téměř vytratila. Po upečení byla střída našedlá a významně pórovitá (Obr. č. 5).

Obrázek č. 13: Pšeničnožitný chléb s 5 % konopné mouky o hrubosti 0,5-0,71 mm (bochník a nákmroj)



Chléb obsahující 5 % mouky z ostropestřce (<0,315 mm) měl velmi kvalitní těsto i střídu po upečení. Barevná změna nebyla výrazná (obr. č. 6).

Obrázek č. 16: Pšeničnožitný chléb s 5 % ostropestřecové mouky o hrubosti <0,315 mm (bochník a nákmroj)



Při použití 5 % mouky z ostropestřce o hrubosti 0,5-0,71 mm bylo dosaženo lepšího tvaru bochníku než v případě použití jemnější varianty mouky. Pórovitost střídy byla v tomto případě více pravidelná (Obr. č.7). Bochník vykazoval ideální poměr mezi výškou a šířkou (5,5x12,3 cm).

Obrázek č. 19: Pšeničnožitný chléb s 5 % ostropestřecové mouky o hrubosti 0,5-0,71 mm (bochník a nářroj)



Aplikace 5 % lněné mouky o hrubosti <0,315 mm se neprojevila na technologických vlastnostech těsta. Upečený chléb měl velmi světlou střídu a nepravidelnou pórovitost (Obr. č. 8).

Obrázek č. 22: Pšeničnožitný chléb s 5 % lněné mouky o hrubosti <0,315 mm (bochník a nářroj)



Pšeničnožitný chléb s 5 % lněné mouky o hrubosti 0,5-0,71 mm měl světlou střídu s průměrnou pórovitostí (Obr. č. 9). Tvar bochníku nebyl významně negativně ovlivněn.

Obrázek č. 25: Pšeničnožitný chléb s 5 % lněné mouky o hrubosti 0,5-0,71 mm (bochník a nářroj)



Tykvová mouka (<0,71 mm) přidaná do těsta v množství 10 % zapříčinila výraznou zelenou barvu těsta, která po upečení téměř vymizela. Těsto bylo více hydratované, což se projevilo na nižší střídě a nepravidelně pórovité (Obr. č. 10).

Obrázek č. 28: Pšeničnožitný chléb s 10 % tykvové mouky o hrubosti <0,71 mm (bochník a nářroj)



Aplikací 10 % hrubé tykkové mouky vzniklo těsto dobrých zpracovatelských vlastností. Střída byla tmavší barvy s nepravidelnou pórovitostí (Obr. č. 11).

Obrázek č. 31: Pšeničnožitný chléb s 10 % tykkové mouky o hrubosti $>0,71$ mm (bochník a nákroj)



Použitím 10 % konopné mouky o hrubosti $<0,315$ mm bylo docíleno těsta, které špatně vázalo vodu. Výsledkem bylo řídké těsto, které si v průběhu pečení obtížně drželo původní tvar vzniklý během kynutí v ošatce. Oproti srovnávacímu vzorku došlo k poklesu výšky střídy o 0,3 cm a rozšíření o 0,7 cm (Viz. přílohy). Přestože se jedná o nejnižší bochník ze vzorků, kvalita střídy je dostatečná (Obr. č.12).

Obrázek č. 34: Pšeničnožitný chléb s 10 % konopné mouky o hrubosti $<0,315$ mm (bochník a nákroj)



Po přidání 10 % konopné mouky (0,5-0,71 mm) došlo k zhoršení absorpce vody. Těsto bylo řídké, a proto byl bochník po upečení nižší. Pórovitost střídy si zachovala optimální vlastnosti (Obr. č. 13).

Obrázek č. 37: Pšeničnožitný chléb s 10 % konopné mouky o hrubosti 0,5-0,71 mm (bochník a nářroj)



Chléb obsahující 10 % ostropestřecové mouky o hrubosti <0,315 mm měl tmavší barvu střídy a menší pórovitost (Obr. č. 14).

Obrázek č. 40: Pšeničnožitný chléb s 10 % ostropestřecové mouky o hrubosti <0,315 mm (bochník a nářroj)



Při použití 10 % ostropestřecové mouky o vyšší hrubosti byl získán chléb tmavší střídy s jemnou pórovitostí. Výška bochníku nebyla negativně ovlivněna.

Obrázek č. 43: Pšeničnožitný chléb s 10 % ostropestřecové mouky o hrubosti 0,5-0,71 mm (bochník a nákový)



Vlivem obohacení chleba o 10 % lněné mouky (<0,315 mm) bylo docíleno vysokého bochníku s velmi světlou střídou a jemnou pórovitostí (Obr. č. 16). Po upečení byla zaznamenána specifická vůně, jež byla znatelná pouze v případě aplikace 10 % lněných mouk.

Obrázek č. 46: Pšeničnožitný chléb s 10 % lněné mouky o hrubosti <0,315 mm (bochník a nákový)



10 % lněné mouky o vyšší hrubosti zapříčinilo světlost střídy (Obr. č. 17) v porovnání se srovnávacím pšeničnožitným vzorkem. Po upečení bylo také zaznamenáno specifické příjemné aroma.

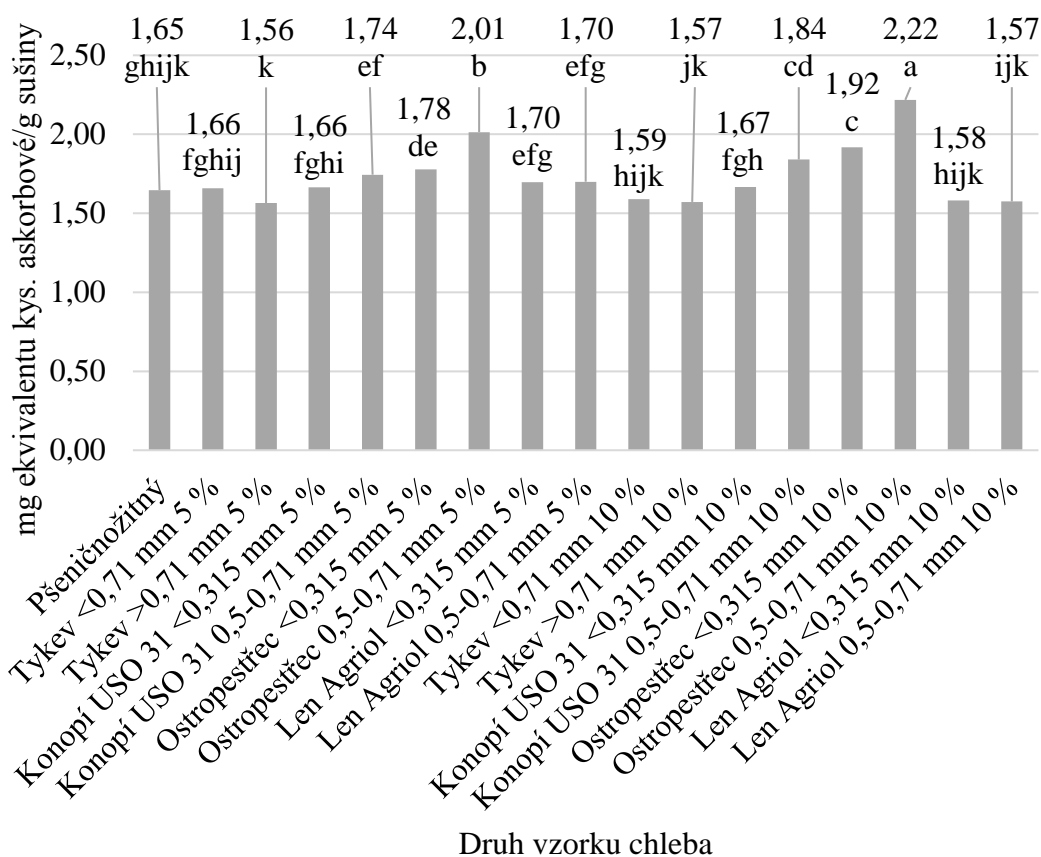
Obrázek č. 49: Pšeničnožitný chléb s 10 % lněné mouky o hrubosti 0,5-0,71 mm (bochník a nářroj)



5.2 Stanovení antioxidační aktivity

Zjištěná antioxidační aktivita se u zkoumaných vzorků pohybovala v množství 1,65-2,22 mg ekvivalentu kyseliny askorbové v g sušiny. Ve srovnání s výchozím pšeničnožitným chlebem došlo k významnému ovlivnění hodnot využitím mouk z ostropestřce v přidaném množství 10 %, což vedlo k nárůstu na 1,92-2,22 mg ekvivalentu kys. askorbové/g sušiny. V případě obohacení 5 % ostropestřecové mouky, byl průkazně nadprůměrný výsledek zaznamenán jen u frakce 0,5-0,71 mm. V následujícím grafu č. 1 je zobrazen obsah ekvivalentu kyseliny askorbové u všech vzorků.

Graf č. 1: Antioxidační aktivita vyjádřená množstvím ekvivalentu kyseliny askorbové v 1 gramu sušiny

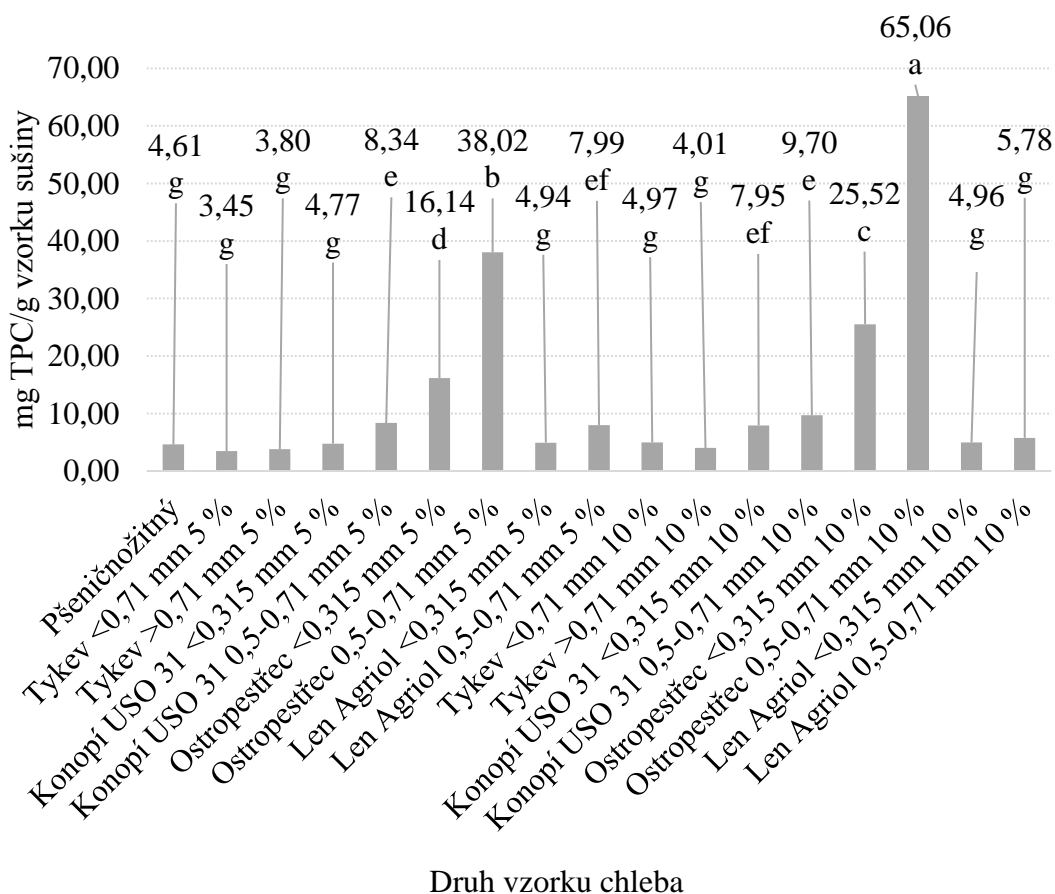


Statisticky průkazný rozdíl hodnot na hladině významnosti $p < 0,0500$ je indikován odlišnými písmeny nad vrcholy sloupců grafu (Fisher LSD test).

5.3 Stanovení celkových polyfenolů

Analýza zkoumající obsah celkových polyfenolů zaznamenala velký rozsah hodnot (3,45-65,06 mg TPC/g vzorku sušiny) a od toho se odvíjející významný vliv změny receptury pomocí olejninových mouk. Značná odchylka od standardu se projevila u všech vzorků obsahující ostropestřec, u nichž došlo ke statisticky prokazatelnému navýšení až na 16,14-65,06 mg TPC/g vzorku sušiny. Zhoršující vliv na výsledný produkt byl podmíněn použitím mouk tykvových, které po přidání 5 % moučky o hrubosti <0,71 mm a >0,71 mm spolu s 10% tykvovým vzorkem o hrubosti >0,71 mm, zapříčinily snížení celkového obsahu polyfenolů množství zaznamenané u srovnávacího pšeničnožitného chleba. Zjištěný obsah celkových polyfenolů u všech vzorků je zaznamenan v grafu č. 2.

Graf č. 2: Stanovení obsahu celkových polyfenolů

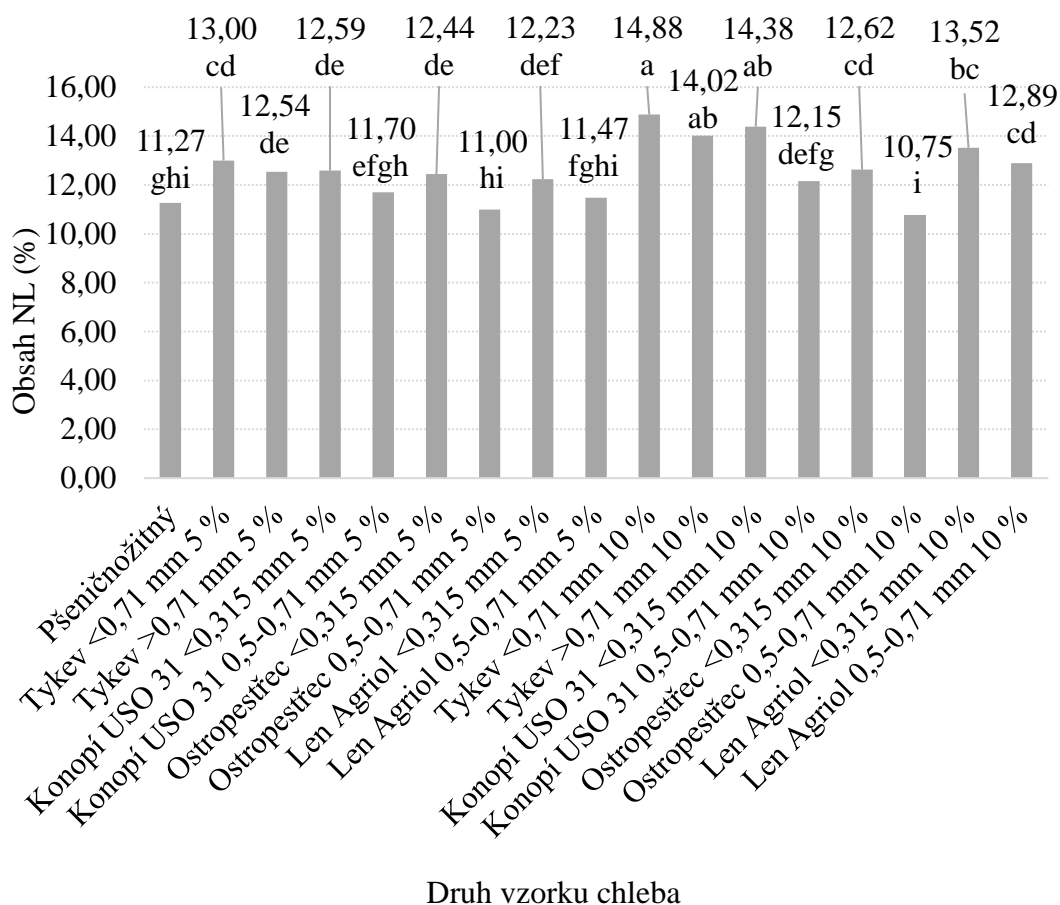


Statisticky průkazný rozdíl hodnot na hladině významnosti $p < 0,0500$ je indikován odlišnými písmeny nad vrcholy sloupců grafu (Fisher LSD test).

5.4 Stanovení obsahu dusíkatých látek

Obsah dusíkatých látek byl zaznamenán v rozsahu 10,75-14,88 %. V případě adice 5 a 10 % mouky z ostropestřce o hrubosti 0,5-0,71 mm došlo ke snížení obsahu dusíkatých látek pod hodnotu srovnávacího pšeničnožitného vzorku, který obsahoval 11,27 % NL. Nejvýznamnější obohacení bylo zaznamenáno po přidavku 10 % tykvané mouky o hrubosti <0,71 mm a mouky z konopí USO 31 o hrubosti <0,315 mm. Výsledky analýzy dusíkatých látek všech vzorků jsou uvedeny v grafu č. 3.

Graf č. 3: Stanovení obsahu dusíkatých látek v chlebech s přidavkem mouk z výlisků olejnin



Statisticky průkazný rozdíl hodnot na hladině významnosti $p < 0,0500$ je indikován odlišnými písmeny nad vrcholy sloupců grafu (Fisher LSD test).

5.5 Korelace

Z výsledných hodnot byl zjištěn významný vztah mezi antioxidační aktivitou vzorků a obsahem celkových polyfenolů. Mezi těmito ukazateli je souvislost zapříčiněná řazením polyfenolů do skupiny silných antioxidantů. Z tohoto důvodu je celkový obsah polyfenolů významným ukazatelem vypovídajícím o schopnosti mouky obohatit výrobky.

Korelační vztahy všech hodnocených vlastností jsou zobrazeny v tabulce č. 3.

Tabulka č. 3: Korelační vztahy sledovaných parametrů

Proměnná	Korelace Tučně označené korelace jsou významné na hlad. p < 0,05		
	Obsah polyfenolů (mg TPC/g)	Obsah NL (%)	Antioxidační aktivita (mg AAE/g)
Obsah polyfenolů (mg TPC/g)	1,0	0,39	0,92
	p= ---	p=0,01	p=0
Obsah NL (%)	0,39	1,0	0,47
	p=0,01	p= ---	p=0
Antioxidační aktivita (mg AAE/g)	0,92	0,47	1,0
	p=0	p=0	p= ---

6. DISKUZE

6.1 Vzorky obohacené lněnou moukou

Nejlepších výsledků bylo dosaženo použitím 10 % lněné mouky (bez ohledu na její jemnost). Takto obohacené těsto si zachovalo své vlastnosti a nedošlo ke snížení bochníku a s tím souvisejícím roztečením těsta do stran. V případě alternativních vzorků obsahující 5 % těchto mouk byl vizuální vjem také zachován. Podobných závěrů bylo dosaženo ve výzkumných pracích Mentés *et al.* (2008) a Bondarenko *et al.* (2019), kteří určili počátek negativních projevů adice mletého lněného semena na těsto až v případě nahrazení pšeničné mouky v množství 20 %. De Lamo and Gómez (2018) ve svém výzkumu zmínili lněnou mouku jako surovinu, která má přijatelné sensorické a reologické vlastnosti u spotřebitelů, a tudíž je vhodnou pro tvorbu racionálního jídelníčku a prevenci onemocnění odvíjejících se od špatné výživy.

Antioxidační aktivita bochníků obohacených o 5 % lněné mouky byla v případě použití obou frakcí stanovena na 1,70 mg ekvivalentu kyseliny askorbové/g sušiny, což je nárůst o 0,05 mg. Ačkoliv se jedná pouze o patrné navýšení, v práci Meral and Sait Dogan (2013) byl nárůst také prokázáno. Nízké hodnoty zjištěné v této práci lze vysvětlit odlišnými antioxidačními vlastnostmi hydrofilních a hydrofobních složek. Následkem použití výlisků těchto semen došlo k odstranění olejů, které mají na této vlastnosti velký podíl (Amarowicz *et al.*, 1997).

Ve výzkumné práci Sęczyk *et al.* (2017) byl prokázán významný vliv enzymového natrávení v *in vitro* podmínkách, což vedlo k 3,22x vyšším hodnotám než při měření neupravených lněných mouk. Tato skutečnost poukazuje na zvýšení antioxidační aktivity vlivem trávení. Další možností získání vyšších hodnot ekvivalentu kyseliny askorbové je podrobení semen lnu částečnému naklíčení, což bylo zmíněno v práci De Lamo and Gómez (2018).

6.2 Vzorky obohacené konopnou moukou

Konopná mouka, přidaná do chlebů v množství 5 a 10 %, se na kvalitě těsta projevila zhoršenou vazbou a s tím související nepravidelnou tvorbou pórovitosti střídy. Ve výzkumu, na němž se podíleli Mikulec *et al.* (2019), byly provedeny pokusy zkoumající přídavek až do výše 50 %, jež nezaznamenaly změny struktury střídy, ale postupně klesající vlhkost s navyšujícím se obsahem obohacujících mouk. Výzkumný tým Hofmanová *et al.* (2014) docílil zapracováním 10 % konopné mouky poklesu objemu o 5,7 % oproti srovnávacímu vzorku, což bylo kompenzováno navýšením nutriční hodnoty chleba.

Při měření celkového obsahu polyfenolů byl v této práci, obzvláště u vzorků obsahující frakci konopné mouky <0,315 mm, zjištěn nárůst z hodnot 4,61 mg TPC/g vzorku sušiny na 4,77 mg TPC/g vzorku sušiny (5% adice) a 9,70 mg TPC/g vzorku sušiny (10% adice). Již zmíněná práce kolektivu Mikulec *et al.* (2019) tento nárůst potvrdila, a ještě rozšířila o poznatky dominantních polyfenolů: epikatechin, kyselina ferulová a kyselina protokatechuová.

6.3 Vzorky obohacené ostropestřecovou moukou

Pro stanovení antioxidační aktivity byla použita analýza DPPH využívající radikál difenylpikrylhydrazu. Po vzoru výzkumu provedeným týmem El-Hadidy *et al.* (2020), zkoumající vliv mouky olejnin na zlepšení nutričních vlastností, lze předpokládat významné navýšení antioxidační aktivity adicí 12 % ostropestřecové mouky, což v mé diplomové práci bylo potvrzeno. Nárůst byl zaznamenán vyšší o 0,57 mg ekvivalentu kyseliny askorbové na g vzorku (vzestup o 34,55 %) obohacným 10 % mouky z ostropestřce o frakci 0,5-0,71 mm.

Obohacením chleba 10 % mouky vyrobené z výlisků ostropestřce o frakci 0,5-0,71 mm, došlo k navýšení obsahu celkových polyfenolů na 65,06 TPC/g vzorku sušiny. Původní srovnávací vzorek obsahoval 4,61 TPC/g. Takto vysoký účinek lze doložit daty publikovanými v práci El-Hadidy *et al.* (2020) či Bártová *et al.* (2019).

6.4 Vzorky obohacené tykvovou moukou

Hlavní význam této mouky spočívá převážně v obohacení chlebů o dusíkaté látky z původní hodnoty 11,27 % na 14,02-14,88 % při použití 10 %. Obsah polyfenolů u chlebů obohacných 5 % tykvové mouky, byl v případě obou frakcí naměřen nižší: 3,45 a 3,80 mg TPC/g vzorku sušiny. Oproti tomu, srovnávací pšeničnožitný

chléb obsahoval 6,41 mg TPC/g vzorku sušiny. Navýšení množství přidané mouky na 10 % zapříčinilo vzestup hodnot obsahu polyfenolů ve vzorcích na 4,97 a 4,01 mg TPC/g vzorku sušiny. Přestože se v případě dýňových mouk prokázal vyhovující výsledek celkového obsahu polyfenolů a antioxidační aktivity až při obohacení receptury vyšším procentem těchto mouk, z práce Rakcejeva *et al.* (2011) vyplývá, že maximální vhodné množství přidané mouky je 10 %. Při adici 15-25 % tykvové mouky zaznamenali negativní vliv na sensorické vlastnosti chleba. Tyto bochníky měly nepravidelně pórovitou, lepivou střídu a z hodnocení chuti vyplynulo nadměrné zesládnutí nepřijatelné pro konzumenty.

ZÁVĚR

Za pomoci analýz a pokusů byly prokázány následující výsledky:

- Obohacení chlebů o 5 či 10 % olejninových mouk se ukázalo jako vhodné množství použitelné pro tyto účely. Ačkoliv hodnocení sensorických vlastností na panelu hodnotitelů nebylo možné uskutečnit, z důvodu protiepidemických opatření proti nemoci Covid-19 v akademickém roce 2020/2021, bylo provedeno alespoň subjektivní posouzení vlivu přidaných mouk na kvalitu a strukturu vzniklého produktu. Nejvýznamnější projevy byly změny barvy a pórovitosti nebo narušení ideálního poměru výšky a šířky bochníků. Barevné změny byly nejvíce pozorovány u vzorků obsahující konopnou (zsednutí střídy) a tykvovou mouku (zelený podtón střídy). Nejlepší výsledky charakteru tvaru a pórovitosti byly zaznamenány u vzorků obohacených o lněnou mouku. Efekt se stupňoval s narůstajícím podílem této mouky.
- Pokusy zaměřené na stanovení antioxidační aktivity zaznamenaly 1,56-2,22 mg ekvivalentu kyseliny askorbové v g sušiny vzorků. Nejvyšší nárůst ekvivalentu kyseliny askorbové byl podmíněn přidáním mouk z výlisků ostropestřce o hrubosti 0,5-0,71 mm v přidaném množství 5 a 10 %. Nejméně vhodnými moukami byly z tohoto hlediska všechny tykvové mouky, které zapříčinily minimální nárůst nebo pokles hodnot.
- Stanovením celkového obsahu polyfenolů ve zkoumaných vzorcích byl zjištěn rozsah hodnot 3,45-65,06 mg TPC/g vzorku sušiny. Negativní dopad, na měřenou vlastnost vzorků, byl zaznamenán při použití 5 % tykvové mouky o frakci <0,71 mm (3,45 mg TPC/g) i >0,71 mm (3,80 mg TPC/g), u nichž došlo k poklesu pod hodnotu srovnávacího pšeničnožitného vzorku (4,61 mg TPC/g). Vlivem aplikace 10 % těchto mouk, došlo k mírnému navýšení. Nejvyšší odezva byla zaznamenána po přidání mouk vyrobených z ostropestřce. U těchto chlebů byly naměřeny hodnoty v rozsahu 16,14-65,06 mg TPC/g vzorku sušiny. Vzorky obohacené ostatními druhy olejninových mouk prokazovaly průměrné hodnoty.

- Obsah dusíkatých látek měřený modifikovanou Dumasovou metodou byl zaznamenán v rozsahu 10,75-14,88 %. K nejvýznamnějšímu navýšení došlo vlivem přidání mouk z tykve o frakci <0,71 mm (14,88 %) a konopí USO 31 o hrubosti <0,315 mm (14,38 %). Původní srovnávací pšeničnožitný vzorek obsahoval 11,27 % dusíkatých látek.

ZDROJE

- 1) AMAROWICZ, R., M. KARAMEC, J.P.D. WANASUNDARA a F. SHAHIDI. Antioxidant activity of hydrophobic phenolic fractions of flaxseed. *Molecular Nutrition & Food Research*. 1997 (41), s. 178-180.
- 2) ANONYM. Chléb šumava. *Ferpotravina.cz* [online]. 2017 [cit. 2020-11-02]. Dostupné z: <https://www.ferpotravina.cz/chleba/chleb-sumava>
- 3) ANONYM. Žitný chléb. *Ferpotravina.cz* [online]. 2018 [cit. 2020-11-02]. Dostupné z: <https://www.ferpotravina.cz/chleba/zitny-chleb-4>
- 4) BABIČKA, L. Nutričně významné látky v potravinách. Praha: Potravinářská komora České republiky, Česká technologická platforma pro potraviny, 2016, s. 28-36. ISBN 978-80-88019-15-2.
- 5) BABIČKA, L. Přidatné látky v potravinách: publikace České technologické platformy pro potraviny. Praha: Potravinářská komora České republiky, 2012, s. 9-12. ISBN 978-80-905096-3-4.
- 6) BÁRTOVÁ, V., J. BÁRTA, M. JAROŠOVÁ a J. KOPECKÝ. Antioxidační potenciál mouk připravených z výlisků vybrané skupiny olejnin: Antioxidant potential of meals prepared from cakes of chosen oilseed species. *Úroda*. 2019 (12), s. 407-412. ISSN 0139-6013.
- 7) BEDRNÍČEK, J., D. JIROTKOVÁ, J. KADLEC, I. LAKNEROVÁ, N. VRCHOTOVÁ, J. TRÍSKA, E. SAMKOVÁ a P. SMETANA. Thermal stability and bioavailability of bioactive compounds after baking of bread enriched with different onion by-products. *Food Chemistry*. České Budějovice, 2020 (319).
- 8) BOJŇANSKÁ, T., H. FRANČÁKOVÁ, M. LÍŠKOVÁ a M. TOKÁR. Legumes – The Alternative Raw Materials for Bread Production. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. Slovak Republic: Slovak University of Agriculture, 2012 (1), s. 876-886.
- 9) BONDARENKO, Y., L. MYKHONIK, O. BILYK, O. KOCHUBEL-LYTVYNENKO, G. ANDRONOVICH a I. HETMAN. The use of golden flax seeds and oats sourbread in the production of wheat bread. *Eastern-European*

- Journal of Enterprise Technologies*. Ukraine: National University of Food Technologies Volodymyrska, 2019, 4/11 (100), s. 46-55. ISSN 1729-3774.
- 10) BRÁT, J. Tučná fakta o tucích, aneb, Máme se bát tuků?. Praha: Potravinářská komora České republiky, 2017, s. 34-40 ISBN 978-80-88019-30-5.
 - 11) BRAUNEROVÁ, R. a V. HAINER. Obezita – diagnostika a léčba v praxi. *Medicína pro praxi*. 2010, 7 (1), s. 19-22.
 - 12) DE LAMO, B. a M. GÓMEZ. Bread Enrichment with Oilseeds. A Review. *Foods*. Spain, 2018 (7).
 - 13) DOSTÁLOVÁ, J. Tuky v potravinách a jejich nutriční hodnocení. *Interní medicína pro praxi*. 2011, 13 (9), s. 347-349.
 - 14) EL-HADIDY, G.S., E.A. YOUSEF a A.S. ABDE EL-SATTAR. Effect of Fortification Breadsticks with Milk Thistle Seeds Powder on Chemical and Nutritional Properties. *Asian Food Science Journal*. 17 (2), s. 1-9. ISSN 2581-7752.
 - 15) FOŘT, P a I MACH. *Nevíte, co jíte: jak vás klame potravinářský průmysl*. Brno: BizBooks, 2014, s. 71-77. ISBN 978-80-265-0274-6.
 - 16) GROFOVÁ, Z. Vlákna. *Medicína pro praxi*. 2009, 6 (4), s. 206-208.
 - 17) HOFMANOVÁ, T., M. HRUŠKOVÁ a I. ŠVEC. Evaluation of Wheat/Non-traditional Flour Composites. *Czech Journal of Food Science*. 2014 (32), s. 288-295.
 - 18) KAACK, K., L. PEDERSEN, H. NYGAARD a A. MEYER. New potato fibre for improvement of texture and colour of wheat bread. *Eur Food Res Technol*. 2006 (224), s. 199–207.
 - 19) LACHMAN J., K. HAMOUZ, J. ČEPL, V. PIVEC, M. ŠULC, P. DVOŘÁK. Vliv vybraných faktorů na obsah polyfenolů a antioxidační aktivitu hlíz brambor. *Chemické Listy* 2006 (100), s. 522-527.
 - 20) LAMKA, A. Makra a kalorie. Aleš Lamka - Fitness [online]. 2016, 2:45-5:35 min., [cit. 2020-11-09]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=VIIu9-6VLNc>

- 21) LAŠTOVIČKOVÁ, J. Péci se dá i zdravěji – celozrnná vs. bílá mouka. Jak na to? Vimcojim.cz [online]. 2018 [cit. 2020-11-09]. Dostupné z: https://www.vimcojim.cz/magazin/clanky/o-vyzive/Peci-se-da-i-zdraveji---celozrnnna-vs.-bila-mouka.-Jak-na-to__s10010x10868.html
- 22) MAROUNEK, M. Povaha a mechanismus účinku antioxidantů, význam ve výživě zvířat a lidí [online]. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky v Praze, 2006, s. 9-10 [cit. 2020-11-14]. Dostupné z: <https://vuzv.cz/wp-content/uploads/2018/04/Marounek-Povaha-a-mechanismus-ucinku-antioxidantu-06.pdf>
- 23) MENTES, Ö., E. BAKKALBASI a R. ERCAN. Effect of the use of ground flaxseed on quality and chemical composition of bread. *Food Science and Technology International*. 2008 (14), s. 299-306.
- 24) MERAL, R. a I. SAIT DOGAN. Quality and antioxidant activity of bread fortified with flaxseed. *Italian Journal of Food Science*. Turkey, 2013, 25(1), s.51-56.
- 25) MIKULEC, A., S. KOWALSKI, R. SABATOVÁ, L. SKOCZYLAS, M. TABASZEWSKÁ a A. WYWROCKA-GURGULOVÁ. Hemp flour as a valuable component for enrichment physicochemical and antioxidant properties of wheat bread. *Food Science and Technology*. Poland, 2019 (102), s. 164-172.
- 26) MOUDRÝ, J. Alternativní plodiny. Praha: Profi Press, 2011, s. 40-49, ISBN 978-80-86726-40-3.
- 27) NOHEL, R., R. ROKYTA, V. HOLEČEK a R. VLASÁK. Oxidační stres, jeho stanovení, nemoci jím způsobené a jeho snižování antioxidanty. *Vesmír*. 2011 (90), s. 357-359.
- 28) PAULOVÁ, H., H. BOCHOŘÁKOVÁ a E. TÁBORSKÁ. Metody stanovení antioxidační aktivity přírodních látek in vitro. *Chemické listy*. Brno, 2004 (98), s. 174-179.
- 29) PERLÍN, C. Mýty o chlebu a pečivu. PRUGAR, J. a kolektiv. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský

- a sladařský ve spolupráci s komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, 2008, s. 68. ISBN 978-80-86576-28-2.
- 30) PŘÍHODA, J. Jak posoudit nutriční hodnotu pečiva? *Výživa a potraviny*. 2004 (5).
- 31) RAKCEJEVA, T., R. GALOBURDA, L. CUDE a E. STRAUTNIECE. Use of dried pumpkins in wheat bread production. *Procedia Food Science*. Litvia: Latvia University of Agriculture, Department of Food Technology, 2011 (1), s. 441-447.
- 32) ROUBÍK, L. a ŠINDELÁŘ, M. Mýty a fakta o lepku. Institut Moderní Výživy [online]. 15.1.2018. [31.10.2020]. Dostupné z: <https://institutmodernivyzyvy.cz/myty-a-fakta-o-lepku/>
- 33) SĘCZYK, L., M. ŚWIECA, D. DZIKI, A. ANDERS a U. GAWLIK-DZIKI. Antioxidant, nutritional and functional characteristics of wheat bread enriched with ground flaxseed hulls. *Food Chemistry*. Poland, 2017 (214), s. 32-38.
- 34) SLUKOVÁ, M. a P. SKŘIVAN. Chléb v minulosti i dnes. *Potravinářská revue*. 2016, (2).
- 35) SOVOVÁ, E. 100 + 1 otázek a odpovědí o prevenci nejčastějších onemocnění. Praha: Grada, 2006, s.18. ISBN 978-80-247-0952-9.
- 36) STREIT, L. The 7 Healthiest Types of Bread. *Healthline* [online]. 9.5.2019 [cit. 2020-10-26]. Dostupné z: <https://www.healthline.com/nutrition/healthiest-bread>
- 37) SZEMES, V. a V. KAROVIČ. *Chlieb náš každodenný*. Bratislava: Alfa, 1992, s. 13-14. ISBN 80-05-00970-4.
- 38) ŠULC, M., J. LACHMAN, K. HAMOUZ, M. ORSÁK, P. DVOŘÁK, V. HORÁČKOVÁ. Výběr a zhodnocení vhodných metod pro stanovení anti-oxidační aktivity fialových a červených odrůd brambor. *Chemické Listy* 2007 (101), s. 584-591.
- 39) TORBICA, A., M. BELOVIĆ, L. POPOVIĆ a J. ČAKAREVIĆ. Heat and hydrothermal treatments of non-wheatflours. *Food Chemistry*. University of Novi Sad, Serbia, 2021 (334).

- 40) TRHOŇOVÁ, I. a L. GOTTWALDOVÁ. Upečeno s láskou: kváskový chléb a pečivo. V Brně: CPress, 2019, s. 34-41. ISBN 978-80-264-2397-3.
- 41) TRHOŇOVÁ, I. Ruce v mouce: domácí pečivo s kváskem i droždím. Brno: CPress, 2017, s. 14-25. ISBN 9788026416883.
- 42) TRHOŇOVÁ, I. Ruce v mouce: domácí pečivo s kváskem i droždím. Brno: CPress, 2017, s. 94. ISBN 9788026416883.
- 43) VELÍŠEK, J. a J. HAJŠLOVÁ. Chemie potravin. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009, s. 61-62. ISBN 978-80-86659-15-2.
- 44) *Vyhláška č. 18/2020 Sb., o požadavcích na mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta* [online]. 27.1.2020 [cit. 2020-10-26]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-18/zneni-20200201#p2>
- 45) WALEK, P. a J. TÓTH. Co vám výživoví poradci neříkají? (Protože to nevědí). Praha: Fitness Innovations, 2015, s. 12-28, 65-77, 84-92, 121-122. ISBN 9788090171404.
- 46) YUAN, B., L. ZHAO, W. YANG, D. J. MCCLEMENTS a Q. HU. Enrichment of Bread with Nutraceutical-Rich Mushrooms: Impact of *Auricularia auricula* (Mushroom) Flour Upon Quality Attributes of Wheat Dough and Bread. *Journal of Food Science*. Institute of Food Technologists, 2017 (9.), s. 2041-2050.
- 47) ZLATOHLÁVEK, L., H. PEJŠOVÁ a Š. SVAČINA. Klinická dietologie a výživa. Druhé rozšířené vydání. Praha: Current media, [2019]. Medicus, s. 27-28. ISBN 9788088129448.

PŘÍLOHY

Tabulka č. 4: Přehled rozměrových a hmotnostních hodnot vzorků

Číslo vzorku	Druh vzorku	Výška (cm)	Šířka (cm)	Hmotnost (g)
1	Pšeničnožitný chléb	5,2	12,5	166
2	Pšeničnožitný chléb s 5 % tykvané mouky (velikost částic <0,71 mm)	4,8	13,1	175
3	Pšeničnožitný chléb s 5% tykvané mouky (velikost částic >0,71 mm)	5,0	13,4	182
4	Pšeničnožitný chléb s 5 % konopné mouky (velikost částic <0,315 mm)	4,9	12,9	182
5	Pšeničnožitný chléb s 5 % konopné mouky (velikost částic 0,5-0,71 mm)	4,7	13,0	179
6	Pšeničnožitný chléb s 5 % ostropestřecové mouky (velikost částic <0,315 mm)	4,5	12,4	179
7	Pšeničnožitný chléb s 5 % ostropestřecové mouky (velikost částic 0,5-0,71 mm)	5,5	12,3	185
8	Pšeničnožitný chléb s 5 % lněné mouky (velikost částic <0,315 mm)	5,2	12,5	173
9	Pšeničnožitný chléb s 5 % lněné mouky (velikost částic 0,5-0,71 mm)	5,0	12,5	177
10	Pšeničnožitný chléb 10 % tykvané mouky (velikost částic <0,71 mm)	4,8	13,2	175

11	Pšeničnožitný chléb s 10 % tykvové mouky (velikost částic >0,71 mm)	4,4	13,4	185
12	Pšeničnožitný chléb s 10 % konopné mouky (velikost částic <0,315 mm)	4,9	13,4	182
13	Pšeničnožitný chléb s 10 % konopné mouky (velikost částic 0,5-0,71 mm)	4,6	13,2	179
14	Pšeničnožitný chléb s 10 % ostropestřecové mouky (velikost částic <0,315 mm)	4,7	11,5	187
15	Pšeničnožitný chléb s 10 % ostropestřecové mouky (velikost částic 0,5-0,71 mm)	5,0	12,0	183
16	Pšeničnožitný chléb s 10 % lněné mouky (velikost částic <0,315 mm)	5,2	11,6	185
17	Pšeničnožitný chléb s 10 % lněné mouky (velikost částic 0,5-0,71 mm)	5,0	11,5	189

Tabulka č. 5: Hodnocené parametry použitých olejninových mouk

Druh mouky	Frakce (mm)	Antioxidační aktivita (AAE)	Celkový obsah polyfenolů (TTP/g)	Dusíkaté látky (%)
Tykev olejná	<0,71	1,87	0,55	40,93
	>0,71	1,76	0,70	35,60
Konopí seté	<0,315	2,57	2,34	46,79
	0,5-0,71	2,60	2,01	25,85
Ostropestřec mariánský	<0,315	24,12	13,23	33,10
	0,5-0,71	24,06	26,87	16,70
Len olejný	<0,315	2,37	1,45	33,14
	0,5-0,71	2,45	2,22	28,24

SEZNAM PŘÍLOH

Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Nutriční hodnoty pšeničnožitného a žitného chleba (Anonym, 2017; Anonym, 2018)	23
Tabulka č. 2: Nutriční hodnoty použitých mouk (Yuan <i>et al.</i> , 2017).....	24
Tabulka č. 3: Korelační vztahy sledovaných parametrů.....	49
Tabulka č. 4: Přehled rozměrových a hmotnostních hodnot vzorků	60
Tabulka č. 5: Hodnocené parametry použitých olejninových mouk	61

Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Pšeničnožitný chléb (bochník a nákJ chleba).....	37
Obrázek č. 2: Pšeničnožitný chléb s 5 % tykvové mouky o hrubosti <0,71 mm (bochník a nákJ)	37
Obrázek č. 3: Pšeničnožitný chléb s 5 % tykvové mouky o hrubosti >0,71 mm (bochník a nákJ).....	38
Obrázek č. 4: Pšeničnožitný chléb s 5 % konopné mouky o hrubosti <0,315 mm (bochník a nákJ).....	38
Obrázek č. 5: Pšeničnožitný chléb s 5 % konopné mouky o hrubosti 0,5-0,71 mm (bochník a nákJ).....	39
Obrázek č. 6: Pšeničnožitný chléb s 5 % ostropestřecové mouky o hrubosti <0,315 mm (bochník a nákJ).....	39
Obrázek č. 7: Pšeničnožitný chléb s 5 % ostropestřecové mouky o hrubosti 0,5-0,71 mm (bochník a nákJ).....	40
Obrázek č. 8: Pšeničnožitný chléb s 5 % lněné mouky o hrubosti <0,315 mm (bochník a nákJ)	40
Obrázek č. 9: Pšeničnožitný chléb s 5 % lněné mouky o hrubosti 0,5-0,71 mm (bochník a nákJ).....	41
Obrázek č. 10: Pšeničnožitný chléb s 10 % tykvové mouky o hrubosti <0,71 mm (bochník a nákJ).....	41
Obrázek č. 11: Pšeničnožitný chléb s 10 % tykvové mouky o hrubosti >0,71 mm (bochník a nákJ).....	42
Obrázek č. 12: Pšeničnožitný chléb s 10 % konopné mouky o hrubosti <0,315 mm (bochník a nákJ).....	42

Obrázek č. 13: Pšeničnožitný chléb s 10 % konopné mouky o hrubosti 0,5-0,71 mm (bochník a nákJ)	43
Obrázek č. 14: Pšeničnožitný chléb s 10 % ostropestřecové mouky o hrubosti <0,315 mm (bochník a nákJ).....	43
Obrázek č. 15: Pšeničnožitný chléb s 10 % ostropestřecové mouky o hrubosti 0,5-0,71 mm (bochník a nákJ)	44
Obrázek č. 16: Pšeničnožitný chléb s 10 % lněné mouky o hrubosti <0,315 mm (bochník a nákJ).....	44
Obrázek č. 17: Pšeničnožitný chléb s 10 % lněné mouky o hrubosti 0,5-0,71 mm (bochník a nákJ).....	45

Seznam grafů

Graf č. 1: Antioxidační aktivita vyjádřená množstvím ekvivalentu kyseliny askorbové v 1 gramu sušiny	46
Graf č. 2: Stanovení obsahu celkových polyfenolů	47
Graf č. 3: Stanovení obsahu dusíkatých látek v chlebech s přidavkem mouk z výlísků olejin.....	48