



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů

Diplomová práce

Hodnocení kvality bezlepkových potravin se zaměřením na
pečivo

Autor(ka) práce: Bc. Adéla Hanušová

Vedoucí práce: Ing. Dana Jirotková, Ph.D.

Konzultant práce: Ing. Jan Bedrníček, Ph.D.

České Budějovice
2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval(a) pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne 21. 4. 2022

Podpis

Abstrakt

Tématem této diplomové práce je navrhnout bezlepkovou směs z přirozeně bezlepkových druhů mouky, která bude splňovat technologické a senzorické vlastnosti bezlepkového pečiva. Pro zlepšení struktury byly do těsta přidány výlisky Ostropestřce mariánského. Výlisky by měly posílit nutriční hodnotu.

V literární části je definována charakteristika pekárenských výrobků, pekařských výrobků bez lepku a suroviny pro tyto výrobky. Následuje pojem lepek, jeho funkce v těstě a stručně popsaná onemocnění, která s ním souvisí. Závěr literární rešerše je věnován popisu senzorické analýzy a obohacující složce, Ostropestřci mariánskému.

Praktická část se zabývá vlastním pokusem, který zahrnuje experimentální testování a návržení vhodné receptury, přípravu pečiva a následné senzorické hodnocení. Jako další hodnotící parametr bylo zvoleno stanovení specifického objemu pečiva. U výsledných výrobků byla také měřena barva kůry a střídy. Na závěr bylo provedeno chemické stanovení nutričně benefičních složek Ostropestřce mariánského.

Klíčová slova: Ostropestřec mariánský, bezlepkové pečivo, senzorické hodnocení

Abstract

The topic of this diploma thesis is to design a gluten – free mixture made of naturally gluten – free types of flour, which will meet the technological and sensory properties of gluten – free pastery. To improve the structure, the milk thistle moldings were added to the dough. Pressings should improve nutritional value.

The literature section defines the characteristics of bakery products, gluten – free bakery products and raw materials for these products. Following part is dedicated to the concept of gluten, its function in dough and related diseases. The conclusion of the literature search is devoted to the description of sensory analysis and the enriching component, milk thistle.

The practical part deals with the experiment itself, which includes experimental testing and proposed suitable recipe, baking preparation and subsequent sensory evaluation. The determination of the specific volume of pastery was chosen as another evaluation parameter. The color of the bark and crumb was also measured for the resulting products. In the final part chemical determination of the nutritional benefit of milk thistle components was performed.

Keywords: milk thistle, gluten – free pastry, sensory analysis

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat své vedoucí diplomové práce Ing. Daně Jirotkové, Ph.D. a konzultantovi Ing. Janu Bedrníčkoví, Ph.D. za cenné rady a odbornou pomoc. Dále bych také chtěla poděkovat doc. Ing. Pavlovi Smetanovi, Ph.D. a Ing. Františkovi Lorencovi, Ph.D. za pomoc během pokusu. Nakonec svým blízkým jsem vděčná za ohleduplnost, podporu a potřebné rozptýlení.

Obsah

Úvod.....	9
1 Literární rešerše.....	10
1.1 Charakteristika pekárenských výrobků	10
1.2 Pekařské výrobky bez lepku.....	10
1.3 Trvanlivost bezlepkového pečiva	10
1.4 Suroviny pro bezlepkové pečivo	11
1.4.1 Čiroková mouka	11
1.4.2 Guarová mouka	11
1.4.3 Kukuřičná mouka	11
1.4.4 Tapioková mouka.....	12
1.4.5 Pohanková mouka	12
1.4.6 Luštěninové mouky	12
1.4.7 Škrob	13
1.4.8 Pomocné látky pro přípravu pekárenských výrobků.....	13
1.5 Onemocnění spojené s lepkem	14
1.5.1 Lepek.....	14
1.5.2 Onemocnění Celiakie	14
1.5.3 Alergie na lepek	15
1.6 Senzorická analýza	15
1.6.1 Podmínky pro senzorickou analýzu	15
1.6.2 Metody hodnocení.....	16
1.7 Rizika bezlepkové diety – obohacení pečiva.....	16
1.8 Ostropestřec mariánský	17
1.8.1 Historie.....	17
1.8.2 Botanická charakteristika	18

1.8.3	Využití.....	18
1.8.4	Působení	18
1.8.5	Chemické složení	19
1.8.6	Účinné látky	20
1.8.7	Zpracování.....	21
2	Cíl práce	22
3	Materiál a metody	23
3.1	Receptura.....	23
3.2	Pečící pokus.....	24
3.3	Stanovení specifického objemu pečiva	25
3.4	Senzorické hodnocení.....	25
3.4.1	Průběh sensorického hodnocení.....	25
3.4.2	Senzorický profil.....	26
3.5	Měření barvy u střídy a kůrky pečiva.....	26
3.6	Chemická stanovení výlisků ostropestřce	27
3.6.1	Stanovení popela	27
3.6.2	Stanovení dusíkatých látek.....	27
3.6.3	Stanovení lipidů	27
3.6.4	Stanovení nerozpustné vlákniny	28
3.7	Statistická analýza dat	28
4	Výsledky a diskuse.....	29
4.1	Vyhodnocení specifického objemu pečiva	29
4.2	Vyhodnocení sensorického profilu.....	29
4.2.1	Hodnocení vzhledu.....	29
4.2.2	Hodnocení vůně	30
4.2.3	Hodnocení chuti	31
4.2.4	Hodnocení textury	32

4.2.5	Hodnocení celkového dojmu	33
4.2.6	Hodnocení intenzity hořké chuti	34
4.3	Vyhodnocení barvy u střídy a kůry	34
4.4	Stanovení množství obohacující složky	38
Závěr		39
Seznam použité literatury.....		41
Seznam obrázků		46
Seznam tabulek		47
Seznam grafů.....		48

Úvod

V populaci narůstá počet lidí trpících intolerancí na lepek, trpících celiakií i lidí s alergií na některé druhy obilovin, které obsahují lepek. Během diety je běžně dostupné pečivo nutné nahradit pečivem vyrobeným z kukuřice, rýže, sóji, či jiných alternativních plodin. Tyto alternativní suroviny jsou nejen chuťově rozdílné, ale mají i odlišné technologické vlastnosti.

Struktura bezlepkových pečárenských výrobků je odlišná od běžného pečiva a sortiment bezlepkových mouk je omezený. Tyto dva druhy výrobků se liší, ale také nutriční hodnotou. Kombinací alternativních surovin lze dosáhnout struktury pečiva velmi podobné běžnému pečivu obsahující lepek.

Nadstavbou původních výživových vlastností je pak zařazení nutričně velmi významných surovin jako obohacujících složek.

Obohacující složkou se rozumí složka, která obohatí sensoricky nebo nutričně dané pečivo. Může se jednat o odpadní látky, například po vylisování olejů vznikají výlisky, které nachází uplatnění v krmivářství hospodářských zvířat nebo právě v potravinářství. Tato diplomová práce je zaměřena na konkrétní obohacující látku, a to je *Ostropestřec mariánský* v podobě jeho výlisků vzniklých po vylisování oleje.

Ostropestřec mariánský řadíme mezi nejdéle známé léčivé rostliny. Jedná se o jednoletou nebo dvouletou bylinu, která je známá především díky účinné složce silymarin, což je soubor tří látek (silybinin, silydianin a silychristin), která podporuje ochrannou funkci jater.

1 Literární rešerše

1.1 Charakteristika pekárenských výrobků

Potravinářský průmysl neustále stupňuje rozmanitost, dostupnost, kvalitu a čerstvost potravin jako je například pečivo a pekárenské výrobky (Polaki, 2010).

Důležitou součástí jídelníčku je pečivo. V potravinové pyramidě zaujímá čtvrtou základnu, která by měla tvořit něco okolo 40 % jídelníčku (Kunová, 2011).

1.2 Pekařské výrobky bez lepku

Pekařské výrobky bez lepku jsou určené převážně pro osoby trpící intolerancí na lepek, trpící celiakií i lidí s alergií. Bezlepkové směsi jsou tvořeny především škrobem a různými moukami z přirozeně bezlepkových surovin. Pro lepší chuť a delší trvanlivost se přidávají přídatné a chuť zvýrazňující látky (Kovářů, 2013).

Všechny suroviny pro výrobu bezlepkového pečiva by měly být uchovány i zpracovány odděleně od běžných surovin obsahující lepek. Důležitým faktorem je výběr mouky a přídatných látek, které prodlužují dobu trvanlivosti pečiva a vylepšují jeho chuť a strukturu. Do bezlepkových surovin řadíme rýži, sóju, pohanku, kukuřici, amarant, maniok, cizrnu nebo proso a další alternativní suroviny (Hager, 2012).

1.3 Trvanlivost bezlepkového pečiva

Pod trvanlivostí rozumíme dobu, po kterou můžeme výrobek požívat i když není zcela čerstvý. Trvanlivost pečiva se za vhodných podmínek skladování pohybuje kolem několika dní (většinou zhruba 5 dní), s ohledem na vyšší vlhkost a snadné podléhání plísním (Olivera, 2009).

Čerstvé výrobky mají křupavou kůrku s měkkou střídou. Po několika dnech kůrka ztvrдне, střída postupně vyschne a dojde ke drobení. Lze tento proces zpomalit přidáním vhodných aditiv a konzervačních látek do těsta nebo uchováváním při nižších teplotách nebo popřípadě zmrazením (Bárcenas, 2003).

Bezlepkové pečivo postrádá lepek, který pomáhá tvořit pružnou strukturu těsta. Obsahuje velké množství škrobu, který retrograduje, podléhá rychlejšímu tvrdnutí střídy i kůrky a jsou náchylnější k rychlejšímu stárnutí. Pro zlepšení technologických vlastností se přidávají různá aditiva jako jsou například hydrokoloidy (Anton, 2009).

Během balení pečiva je důležité zabránit kondenzaci vody – orosení plastového obalu. Vhodné balení by mělo proběhnout až když je pečivo dostatečně vychladlé. Nejprve do bavlněné nebo lněné tkaniny a poté do igelitu (Čepička, 1995).

1.4 Suroviny pro bezlepkové pečivo

Dnes jsou na českém trhu běžně dostupné bezlepkové mouky a speciální směsi, které odpovídají kritériím pro bezlepkovou dietu. Při vhodně zvoleném poměru bezlepkových mouk a škrobu lze docílit velmi chutné a sensoricky podobné struktury těsta, jako při použití běžné mouky s lepem. S použitím bezlepkové mouky získá těsto specifickou strukturu, má tendenci drobit se a rychleji vysychat. Mezi bezlepkové mouky patří například kukuřičná, pohanková, čiroková, tapioková, guarová mouka a další.

1.4.1 Čiroková mouka

Čirok je někdy přezdíván jako „pšenice celiaků“. Je bohatým zdrojem bílkovin a vlákniny. Z minerálních látek obsahuje hořčík, železo, fosfor, draslík, mangan, selen, zinek a vitamíny skupiny B (Ingram, 2006).

Čirok se využívá ve dvou formách. V bílých zrnech je nutné kontrolovat obsah taninů, kvůli jejich hořké chuti. Tmavá zrna je nutno zbavit slupek, obsah taninů se pak snižuje fermentací. V čirokové mouce zůstávají zachovány přirozené antioxidanty. Její chuť je neutrální, díky čemuž je vhodná jak na slané, tak i sladké pečení (Dostálová, 2016).

1.4.2 Guarová mouka

Guar, nebo také guarová guma či mouka, se vyrábí z guarových bobů rostliny *Cyamopsis tetragonoloba*. Guma patří mezi rozpustnou vlákninu, která napomáhá správné činnosti trávicího ústrojí, brání vstřebávání cholesterolu a tuků ze střev do krevního řečiště.

Guarová mouka částečně nahrazuje vlastnosti lepku, čímž způsobuje, že těsto je vláčnější a drží pohromadě. Přidává pečivu na objemu, zlepšuje jeho texturu a prodlužuje trvanlivost (Sasaki, 2018).

1.4.3 Kukuřičná mouka

Kukuřice je jedinou obilovinou s významným zdrojem vitaminů A, E, C, skupiny B (B₁, B₂ a B₃) a železa. Zrno obsahuje β – karoteny, karotenoidy. Nutriční hodnota i chuťový profil se zvyšuje díky vyššímu podílu aminokyseliny tryptofanu a vitamínu niacinu. Je lépe stravitelnější (Ingram, 2006; Gabrovská, 2015).

Kukuřičná mouka dodává výrobkům lepší strukturu a objem. Skvěle váže vodu a díky tomu má dobrou schopnost pojit suroviny. Její chuť je příjemná a hrubší konzistence dobře zahušťuje, což se uplatňuje během vytváření struktury střídy a kůrky chleba (Janeček, 1999).

1.4.4 Tapioková mouka

Tapioková mouka se získává z kořene rostliny manioku, respektive jeho extrahovaného škrobu. Tato mouka je bohatým zdrojem polysacharidů s nízkým podílem vlákniny – vysoký glykemický index (Montes, 2015).

1.4.5 Pohanková mouka

Pohanková mouka se získává z rostliny pohanky obecné. Působí jako prevence vysokého krevního tlaku a vysoké hladiny cholesterolu v krvi. Dále se za pozitivum bere vysoký obsah minerálních látek (hořčík, draslík a fosfor) a bílkovin. Chuť této mouky je mírně nahořklá, a proto je vhodné ji kombinovat s ostatními druhy bezlepkových mouk (Maleř, 1994).

Pohanka se čím dál tím více používá na výrobu bezlepkového pečiva, a to díky absenci prolaminů, které jsou pro pacienty trpící celiakií toxické. Největší schopnost natahovat se působením vnější síly má právě pohanková mouka. Tepelně upravený škrob pohanky je méně stravitelný než třeba u pšenice. Zbývající frakce jsou tvořeny pomalu stravitelným rezistentním škrobem, který se vyznačuje podobnými účinky jako vláknina. To má za následek zvýšení nutriční hodnoty bezlepkového pečiva (Gabrovská, 2015; Prugar, 2008).

1.4.6 Luštěninové mouky

Luštěniny, jedná se o zralá suchá semena luskovin. Největší zastoupení zaujímá cizrna a sója. Dále jsem spadá lupina (Bulková, 2011).

- Mouka z cizrny

Cizrna je významná díky svým cenným bílkovinám. Z minerálních látek obsahuje vápník, draslík, hořčík, zinek a železo. Je vhodná k zahuštění omáček, protože se jedná o přírodní formu jíšky bez jakýchkoliv přídatných látek (Valíček, 2002).

- Sójová mouka

Tato mouka je vynikajícím zdrojem cenných bílkovin. Sójová mouka má vysoký obsah vitamínů B1 a B2, vápníku, hořčíku a lecitinu. Zlepšuje kvalitu těsta a vláčnost bezlepkového pečiva (Hager, 2012).

- Lupinová mouka

Lupinová mouka se získává z lupiny. Obsah přítomných karotenoidů způsobuje žlutou barvu mouky, to je velmi žádanou vlastností v pekařském řemesle. Mouka má emulgační vlastnosti, které částečně nahrazují vaječné žloutky. Chuť je neutrální (Hager, 2012).

1.4.7 Škrob

Škrob je polysacharid vyskytující se ve formě škrobových zrn, která jsou uložena v zásobních orgánech rostlin. Jejich velikost a tvar jsou různé. Jedná se o prášek bílé barvy, který není rozpustný ve vodě, pouze v ní bobtná. Tento polysacharid se ukládá v zásobních orgánech rostlin (semena a zrna). Získáme ho rozrušením rostlinných pletiv (např. drcení, krájení či drcení), následným vypíráním a nakonec sušením. Hlavní roli hraje při procesu stárnutí pečiva. Škroby se v potravinářství využívají jako zahušřovač nebo stabilizátory za účelem zlepšení textury (Příhoda, 2003; Horstmann, 2017).

- Bramborový škrob

Bramborový škrob se získává z konzumních brambor, kde se jeho obsah pohybuje v rozmezí 65–80 %. Při výrobě se vysouší na 17–18 % vlhkost. Používá se především jako stabilizátor (Kohout, 1994).

- Kukuřičný škrob

Výrobky z kukuřičného škrobu nazýváme deriváty škrobu a dělí se do 3 skupin: technické dextriny, škrobová lepidla a dextrinová lepidla; modifikované škroby a škrobové hydrolyzáty, což jsou škrobová sladidla (glukózové a frukto-glukózové sirupy) (Pelikán, 2001).

1.4.8 Pomocné látky pro přípravu pekárenských výrobků

Přídavné látky prodlužují trvanlivost pečiva.

- Voda

Voda musí splňovat chemická i mikrobiologická kritéria. Nesmí obsahovat žádné nežádoucí pachy ani chutě. Maximální pH by se mělo pohybovat okolo 8. Do těsta se přidává vlažná voda nikoli studená (Příhoda, 2003).

- Tuk

Podílí se na jemnosti těsta a jeho objemových vlastnostech. Obsah tuku ovlivňuje jak jeho aroma, tak i celkovou chuť a texturu výrobku. Do těsta se nejčastěji přidává olej (slunečnicový, řepkový nebo olivový) či máslo, margarín nebo sádlo (Příhoda, 2003).

- Sůl

Chemický název chlorid sodný, který se používá jako potravinářské ochucovač a konzervant. Na trhu je běžně k dostání mořská sůl, která obsahuje minerály mořské vody nebo sůl s přídavkem jódu. Sůl podporuje zbarvení kůrky. Těsto ochutí, zároveň aktivuje bílkoviny a schopnost vázat vodu (Příhoda, 2003).

- Droždí

Droždí je sekundární výrobek z kvasnic. Na trhu se objevuje ve dvou variantách, sušené nebo čerstvé, stlačené do kostky. Pro přípravu kvásku se droždí rozpustí ve vlažné vodě či mléce, přidá se špetka cukru, pro nastartování celého procesu, zakryje se látkovou utěrkou a nechá se vzejít na teplém místě. Droždí ovlivňuje strukturu pečiva, chuť a podílí se na výživové hodnotě (Příhoda, 2003).

1.5 Onemocnění spojené s lepkem

1.5.1 Lepek

Lepek (gluten) je bílkovinný komplex prolaminů a glutelinů, který je obsažen v zrnech obilovin. Nachází se v povrchových částech obilných zrn. Cereální zrno obsahuje několik stovek proteinových složek, které se dělí do čtyř frakcí: albuminy rozpustné ve vodě, globuliny rozpustné ve slaném roztoku, gluteliny rozpustné ve zředěných kyselinách či zásadách a prolaminy, které jsou rozpustné ve vodném alkoholu. U pšenice se prolaminová frakce nazývá gliadin, u ječmene hordein, u žita sekalín a u některých druhů ovsa avenin. Albuminy a globuliny vytvářejí cca 20-25 % bílkovin zrn, které obsahují metabolické a ochranné bílkoviny (enzymy a inhibitory enzymů). Prolaminy a gluteliny zaujímají zhruba 75-80 % bílkovin uložených v zrnu, které slouží jako zásobní. Lepek je příčinou jedinečných vlastností těsta, jeho tažnosti, kterou poskytují prolaminy a pružnosti, kterou poskytují gluteliny. Prolaminy se nejvíce vyskytují v pšenici, nejméně jich je v ovsu. Pro nemocné celiakii jsou rizikové hlavně prolaminy, které mají škodlivý vliv na organismus disponovaných jedinců (Kotalová, 1994).

Vlastnosti mouky jsou ovlivněny množstvím a kvalitou lepku v zrně. U pšeničného zrna je nejdůležitějším znakem pekařské kvality obsah bílkovin včetně hodnocení obsahu a kvality lepku (Dvořáček, 2012). Lepek má absorpční schopnost, což znamená, že má schopnost přijímat vodu a následně bobtnat, to vede ke správné konzistenci těsta (Kvasničková, 1998).

Lepek je bohužel spojován různými zdravotními komplikacemi, mezi které se zahrnuje celiakie, alergie na lepek či lepková intolerance.

1.5.2 Onemocnění Celiakie

Slovo celiakie pochází z řečtiny (*koliakos*), v překladu trpící střevními obtížemi (Svačina, 2008).

Toto onemocnění je permanentní a celoživotní, které je doprovázeno střevní intolerancí lepku – glutenu (Kohout, 1994). V tenkém střevě lepek vyvolává nežádoucí reakci imunitního systému. Je to chronický zánět sliznice tenkého střeva, konkrétně v lačníku (první část tenkého střeva) (Velíšek, 2009). Postupně dochází až k atrofii klků, díky kterým se vstřebávají živiny do krve. Narušeny mohou být jak funkce vstřebávání složených cukrů (laktóza a řepný cukr), tak i vstřebávání tuků, bílkovin, železa a vápníku (Bureš, 2003).

1.5.3 Alergie na lepek

Alergie je nepřirozená reakce imunitního systému organismu na látky, se kterými se denně setkáváme v našem prostředí. Zapříčiněna je chybnou aktivací protilátek ze skupiny imunoglobulinu E (IgE) vlivem daného alergenu (Machová, 2015).

Zatímco u lidí trpící celiakií dochází k poškození tenkého střeva (porucha vstřebávání vitamínů, minerálů a živin), u alergiků dochází k alergickému zánětu indukovanému protilátkami typu IgE. Problémy se často spojují s gastrointestinálními příznaky, jako je nevolnost, nadýmání, křeče a průjemy (Hartwig, 2014).

1.6 Senzorická analýza

Mezi způsoby kontroly jakosti potravin a potravinářských produktů patří senzorická analýza. I přes vysoký stupeň rozvoje se analytické metody udržely v každodenní praxi dodnes (Jarošová, 2001).

Rozumíme pod tím hodnocení potravin našimi smysly. Hodnocení probíhá za podmínek, kdy je zajištěno objektivní, reprodukovatelné a přesné měření (Neumann, 1990).

1.6.1 Podmínky pro senzorickou analýzu

- Hodnotitelé

Dělí se podle stupně proškolení na 4 kategorie (neškolené, krátce zaškolené, školené a experty). Výběr hodnotitelů je většinou náhodný s patřičným poučením o postupu hodnocení.

- Místnost

Všechny pokyny jsou dle mezinárodní normy ISO 8589. Místnost musí být zbavena všech vlivů, které by mohly ovlivnit hodnotitele při analýze vzorků, což by vedlo ke zkreslení výsledků. Místnost musí být čistá s teplotou, která by se měla pohybovat mezi 18 a 23 °C s relativní vlhkostí 40–80 %.

-
- Doba a délka hodnocení

Ideální doba pro senzoričnou analýzu je dopolední mezi 9 a 11 hodinou nebo odpolední mezi 14 a 16 hodinou.

- Vlastní senzoričká analýza

Vzorky by měly být připraveny tak, aby hodnotitelé neměli jakékoliv informace o skutečnostech, které by mohli, jakkoliv ovlivňovat výsledky hodnocení (Pokorný, 1998).

1.6.2 Metody hodnocení

Podle počtu vzorků a zkušeností hodnotitelů lze vybírat mezi různými typy senzoričké analýzy. Metoda by měla být zvolena s ohledem na řešený úkol (Ingr, 2007).

Hlavní laboratorní metody senzoričké analýzy:

- rozlišovací, rozdílové
- pořadové
- hodnocení s použitím stupnice
- hodnocení srovnáváním se standardem
- optimalizační metody
- slovního popisu, stanovení senzoričkého profilu
- speciální metody (stanovení vývoje a dozrívání vjemu, zjišťování podnětových prahů, stanovení závislosti intenzity vjemu na intenzitě podnětu) (Ingr, 2007)

1.7 Rizika bezlepkové diety – obohacení pečiva

Pro osoby trpící onemocněním založeným na citlivosti na lepek je bezlepková dieta jediným léčebným postupem. V posledních letech se bezlepková strava stala velmi populární i u lidí, kteří netrpí žádnými indispozicemi týkající se lepku. Za následek to může mít touha následovat světový trend či redukce tělesné hmotnosti. Při dlouhodobém dodržování bezlepkové diety může tyto jedince však dieta ohrozit na zdraví, přináší s sebou i určitá rizika (Kotalová, 1994; Kovářů, 2013).

Při bezlepkové dietě se člověku trpící celiakií postupně hojí střevní sliznice a dochází tak ke značnému zmírnění gastrointestinálních projevů. Nicméně takováto dieta je nutričně nevyvážená (Silvester, 2007).

V minulosti bylo prokázáno, že při dodržování bezlepkové diety mohou mít pacienti velmi nízké příjmy mikronutrientů. Jako například vitaminů skupiny B, vitaminu D, hořčíku, vápníku, zinku, železa a vlákniny. To má za následek velmi obtížné splnění

doporučené denní dávky těchto mikronutrientů (Wierdsma, 2013). Vysoké množství těchto vitaminů a minerálních látek je ve vyloučených obilovinách (Thompson, 2005).

Kromě nízkého příjmu mikronutrientů může mít vyloučení lepku za následek i deficit makronutrientů. Při vyřazení obilovin obsahující lepek dochází ke značnému vyřazení významných zdrojů bílkovin z jídelníčku (Jnawali, 2016). Dalšími makronutrienty, které mohou být v nedostatku, jsou sacharidy ve formě vlákniny (Thompson, 2005).

V současné době je vážným problémem právě složení dostupných bezpečkových výrobků na trhu. Tyto potraviny by měly, kromě odstraněného lepku, být obohaceny tak, aby byly složením podobné jako potraviny obsahující lepek (Jnawali, 2016). Nutriční hodnota bezpečkových potravin se může zlepšit specifickými rostlinnými proteiny nebo obohacením o omega 3 mastné kyseliny (Moreno, 2014).

Funkční složky získané z průmyslových vedlejších produktů jsou nadějným prostředkem pro zlepšení výživy tradičních pekařských výrobků a můžou zlepšit jejich vlastnosti. Funkční složky ovlivňují také technologické a senzorické vlastnosti. Bezpečkové pečivo může být obohaceno o různé suroviny, které jsou často považovány za odpad nebo jako vedlejší potravinářský produkt (ovoce a zelenina, obiloviny, luštěniny, olejiny z nich dále pokrutiny atd.). Důraz je kladen i na fyzikálně – chemickou charakteristiku těchto složek a jejich vliv na vlastnosti těsta u finálních pekárenských výrobků (Martins, 2017).

V případě pokrutin z ostropestřce se jedná o flavonolignany, které jsou výchozí surovinou při izolaci účinných látek. Tedy o skupinu látek, které byly identifikovány v rostlině Ostropestřec mariánský, jedná se o přírodní fenoly (Tůmová, 2006). Obvykle se pokrutiny považují za odpad, ve kterém je mnoho prospěšných látek ať už v řadě mikronutrientů, tak i makronutrientů (Olšanská, nedatováno).

1.8 Ostropestřec mariánský

Vzhledem k zaměření experimentální části této diplomové práce bude věnována Ostropestřci mariánskému větší pozornost.

1.8.1 Historie

Už před více jak 2 000 lety byla semena ostropestřce použita při léčení různých problémů, především hlavně k léčbě jater a žlučníku. Ostropestřec mariánský řadíme mezi nejdéle známé léčivé rostliny, která pochází ze Středozeří, ale roste i v jižní Evropě. U nás v přírodě je vzácný a ojedinělý (Moudrý, 2011).

1.8.2 Botanická charakteristika

Ostropestřec mariánský (latinsky *Silybum marianum* L.) patří do čeledi hvězdnicovité (*Asteraceae*). Rostlina je to jednoletá až dvouletá (Janča, 1994), bodlákovitá se silnou větvenou lodyhou, která je 100–150 cm vysoká, nahoře řidčeji, dole hustěji olistěnou, a vyplněnou dřeví (Moudrý, 2011).

Listy jsou podlouhlé eliptické, ostře zoubkované, střídavé, chobotnatě laločnaté s pichlavými ostny na okrajích (Moudrý, 2011). Charakteristické je bílé mramorování listů (Karkanis, 2011).

1.8.3 Využití

Ostropestřec mariánský je pěstován jako léčivá rostlina, z které lze využít plody, listy i kořeny (Moudrý, 2011). Květ ostropestřce je významný zdroj živin pro opylovače (Kaffková, 2019).

Olej, který je lisován za studena ze semen, má světle žlutou barvu s charakteristickým aroma. Používá se v kosmetice (masti, krémy, masážní přípravky, mazání), díky své dobré promašťující vlastnosti, tak i v kosmetice určené pro děti a pro lidi sužované akné nebo diabetem (Olšanská, nedatováno). Dále se také využívá v chemickém průmyslu při zpracování biopaliv nebo nátěrových hmot.

Po vylisování vznikají pokrutiny, které jsou výchozí surovinou pro izolaci účinných látek, konkrétně flavonolignanů. Obvykle se považují za odpad, který obsahuje prospěšné látky (bílkoviny, minerální látky, hrubou vlákninu). Využití mají také v krmivech zvířat pro zlepšení srsti a pokožky (Olšanská, nedatováno).

Léčivá droga sama o sobě nemá žádné výraznější nežádoucí účinky. Při narušení nažky však dochází k velmi rychlému žluknutí, což může zapříčinit případné nežádoucí účinky (Grünwald, 2008). K vnitřnímu užívání ostropestřce mariánského je lepší nažky nejdříve rozemlít a následně užít s ostropestřcovým popřípadě jiným olejem. Dojde tak k lepší vstřebatelnosti účinných látek (Olšanská, nedatováno).

V potravinářství se ostropestřec využívá především ve formě různých čajů, olejů, drcených směsí, výlisků, semen nebo jako doplněk stravy formou tablet. Většinou se používá v sušené formě, ojediněle se může vyskytovat i ve fermentované podobě.

1.8.4 Působení

Ostropestřec příznivě působí na činnost jater (hepatoprotektivně) tzn. chrání je a podporuje vznik nových jaterních buněk. Využívá se tedy při jaterních onemocněních (např. cirhóza a mononukleóza), vysoké hladině cholesterolu a hepatitidě. Při otravě

některými přírodními jedy (například z mochomůrek) se používá čistá látka antidotum (Tůmová, 2006).

Při vnějším použití pomáhá při křečových žilách, bércových vředech, hemeroidech, ekzémech a lupénce (Webb, 2002). Dále se také používá při chybějící menstruaci a při potížích se zažíváním (Janča, 1994). Pro léčbu a doléčení jaterních chorob a žlučnů se využívá léčivá droga, která působí ochranně na jaterní parenchym (Grünwald, 2008).

V nažkách ostropestřce se nachází přibližně 1,5 – 3 % silymarinu (směs flavonolignanů). Poměr flavonolignanů se liší v závislosti na odrůdě ostropestřce. Rozdíly jsou důležité, protože různé flavonolignany mají rozličné hepatoprotektivní aktivity (Martin, 2006).

U ostropestřce byla prokázána antioxidační aktivita, protinádorové působení i schopnost snižování cholesterolu v krvi (Shaker, 2010).

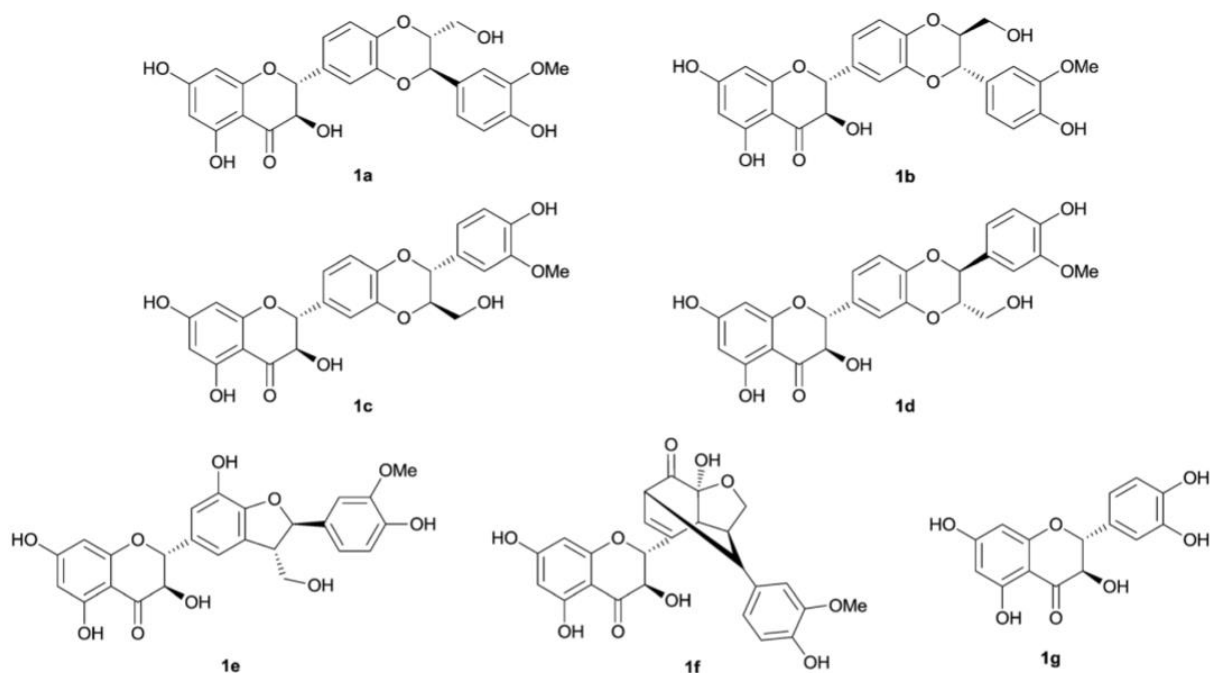
1.8.5 Chemické složení

Ostropestřec mariánský je tvořen téměř 30 % bílkovinami a dalších 30 % rostlinnými oleji. V nažkách ostropestřce se vyskytují oleje s nejvyšším podílem kyseliny linolové (55–72 %), olejové (15–26 %) dále 8–12 % nasycených mastných kyselin. S tak vysokým obsahem oleje může docházet snadno ke žluknutí. Dále také obsahuje biogenní aminy – tyramin a histamin, aminokyseliny, jednoduché cukry, kvercetin a vitamin E (Váňa, 1996; Rubášová, 2017).

Roku 1968 byly z plodů *Silybum marianum* poprvé izolovány německými vědci tři látky, které mají ochranný vliv na játra: silybinin, silydianin a silychristin, které jsou souhrnně pojmenovány silymarin (Castleman, 2004; Zhu, 2013). Silymarin neboli silymarinový komplex patří do skupiny flavonolignanových sloučenin. V droze by mělo být obsaženo minimálně 1,5 % silymarinu. Ostropestřec je díky svému složení jednou z neúčinnějších léčivých rostlin (Tůmová, 2006).

Hlavními složkami silymarinového komplexu jsou: silybin A, silybin B, jejichž směs se nazývá silibinin, které se od sebe liší konfigurací. Během určení absolutních konfigurací těchto dvou látek došlo v chemii k velkému průlomů, který vedl k dalšímu vývoji metod pro jeho oddělení (Biedermann, 2014). Dále mezi hlavní složky připadá isosilybin A, isosilybin B, dehydrosilybin, silychristin, isosilychristin, silydianin, a taxifolin (Vostálová, 2008; Jančochová, 2008).

Silymarinové flavonolignany mají silné hepatoprotektivní a antioxidační účinky. Dále také vykazovaly chemoprotektivní, dermatoprotektivní, protirakovinnou a hypocholesterolemickou aktivitu (Purchartová, 2016).



Obrázek 1-1: Hlavní složky silymarinového komplexu: silybin A (1a), silybin B (1b), isosilybin A (1c), isosilybin B (1d), silychristin (1e), silydianin (1f), a tacifolin (1g) (Biedermann, 2014)

1.8.6 Účinné látky

Lignany

Jedná se o rozsáhlou skupinu sekundárních metabolitů cévnatých rostlin, které mají zajímavé fyziologické účinky. Obsahují dvě fenylypropanové jednotky, které jsou sjednoceny pomocí centrálních uhlíků obou postranních řetězců. Název těchto přírodních látek byl odvozen od toho, že lignany byly prvotně považovány za meziprodukty při biosyntéze ligninu, polymeru také složeného z fenylypropanových jednotek jako lignany. Lignin je opticky inaktivní na rozdíl od většiny lignanů (Slanina, 2000).

Studiu antioxidantů byla v minulosti věnována velká pozornost. Jsou schopny potlačit účinky volných kyslíkových radikálů, které se podílejí na velkém množství patologických stavů v lidském organismu (Slanina, 2000).

Flavonolignany

Jsou skupinou polyfenolových látek, které se od sebe liší chemickou strukturou a vlastnostmi, které se nachází ve všech rostlinách a jsou součástí lidské stravy. Jedná se o účinné antioxidanty, které jsou zároveň lapači volných radikálů a inhibují peroxidaci lipidů (Cook, 2004).

Aktivní složkou semen ostropestřce jsou látky flavonoidní povahy. Soustava flavononů – silybinu a silydianinu byla objasněna roku 1944 Hänselem a Janiakem. Následné směsi flavonoidů, souhrnně označované jako silymarin byly složky silychristin a iso – silybin. Veškeré tyto jmenované látky jsou tvořeny flavanonolem taxifolinem. K tomu je oxidativní činností připojena molekula koniferylalkoholu, který je obvyklou složkou lignanů, proto tento nový typ flavonoidů dostal souhrnné označení flavonolignany (Zhu, 2013).

1.8.7 Zpracování

- Lisování oleje

Během procesu lisování se odděluje z rostlinných pletiv tzv. kapalná fáze od buněk tzv. pevná fáze za působení určitého tlaku. Tímto procesem vzniká rostlinný olej a v lisu nám zůstávají pokrutiny – výlisky. Prvním krokem při lisování je čištění semen, následné třídění a odslupkování. Dalším krokem je rozmělnění semen – dezintegrace, která ovlivňuje výtěžnost oleje při lisování. Posledním krokem, který také ovlivňuje výtěžnost, je klimatizace nebo – li kondicionace semene za působení tepla a páry, což vede k porušení buněčné stěny (Kadlec, 2013).

U ostropestřce mariánského se pro výrobu oleje používá tzv. lisování za studena. Tato metoda je založena pouze na mechanickém lisování suchých semen bez jakéhokoliv chemického zpracování, či pražení. Samotný výtěžek je sice asi o 10 % nižší, ale jeho kvalita je vyšší a olej je tak celkově bohatější na antioxidační látky (Çakaloğlu, 2018).

- Výlisky (pokrutiny) a jejich využití

Výlisky nebo – li pokrutiny vznikají lisováním semen. Jedná se o odpadní produkt, který může následně sloužit jako krmivo pro hospodářská zvířata nebo ve výživě člověka pro zlepšení nutričních vlastností běžného či bezlepkového pečiva v podobě mouk či bílkovinných koncentrátů a izolátů (Bárta, 2021).

2 Cíl práce

Cílem diplomové práce je najít vhodnou kombinaci bezlepkových surovin pro výrobu bezlepkového pečiva, která by vyhovovala jak technologicky, tak i senzorycky. Výsledkem je sestavení a otestování receptury pro přípravu bezlepkového pečiva. Dalším cílem je zlepšení nutriční hodnoty výsledného produktu, a to přidavkem složky, která příliš neovlivní texturu, chuť a trvanlivost výrobku. Pro obohacení chuti a zvýšení biologické hodnoty byly do základní směsi přidány výlisky Ostropestřce mariánského, a to v různém množství. Pomocí senzorycké analýzy bylo sledováno, jak přidavek ovlivní charakter výsledného pečiva, také byla posuzována a hodnocena kvalita. Z technologických vlastností byla zjišťována objemová hmotnost připravených vzorků chleba, dále proběhlo měření barvy, kde se hodnotila odděleně kůra a střída. Všechna data byla zpracována pomocí Microsoft Excel a programu STATISTICA.

Experiment byl rozdělen do následujících částí:

1. Sestavení a otestování receptury pro přípravu bezlepkového pečiva
2. Přidání obohacující složky, která příliš neovlivní texturu, chuť a trvanlivost výrobku, ale zároveň zlepší nutriční hodnoty výsledného produktu
3. Pečící pokus
4. Sledování, jak přidavek obohacující složky ovlivní charakter výsledného pečiva za pomoci senzorycké analýzy
5. Stanovení specifického objemu pečiva
6. Stanovení barvy kůry a střídy
7. Statistická analýza naměřených a vyhodnocených dat pomocí programů Microsoft Excel a STATISTICA

3 Materiál a metody

V laboratoři Katedry potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů na Fakultě zemědělské a technologické Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích byly pro přípravu pečiva postupně vybrány vhodné přirozeně bezlepkové mouky. Využitím znalostí na základě jejich pekařských vlastností a testování jejich kombinací byla stanovena základní receptura. Experimentálně bylo stanoveno množství přísady obohacující složky – výlisků Ostropestřce mariánského.

Za pomoci pekařských robotů byla připravena směs sypkých a tekutých složek a ze vzniklého těsta byly následně upečeny vzorky bezlepkového pečiva. Pečení probíhalo v konvektometru. Poměr vstupních surovin a následný postup zpracování byl u všech vzorků pečiva totožný, rozdíl byl v přidaném množství výlisků ostropestřce. Na základě tohoto rozdílu byla poté sensoricky sledována zejména hořkost, která se přidáním této obohacující složky dala předpokládat.

3.1 Receptura

Pro zvolení receptury a výběr vhodných surovin byly kromě základních surovin (voda, olej, sůl a sušené pekařské droždí) vybrány následující bezlepkové mouky a škroby: kukuřičná mouka, čiroková mouka, tapioková mouka, guarová mouka, kukuřičný škrob a bramborový škrob. Tyto složky byly zvoleny především z důvodu dobrých pekařských schopností. Následná homogenizace mouk a škrobů byla provedena za pomoci pekařského síta do směsné nádoby, ze které se pak odebíralo pro přípravu těsta. K základní směsi byly přidány pomocné suroviny a určité množství obohacující složky. Jako obohacující složka byly použity výlisky, které se získali vylisováním semen Ostropestřce mariánského. Tento materiál poskytla Vysoká škola chemicko – technologická v Praze. Výlisky byly na Fakultě zemědělské a technologické Jihočeské univerzity dodatečně jemně namlety, z důvodu vysoké zrnitosti a hrubosti, neboť by ovlivnily výsledné pečivo na skusu. Přídavek ostropestřce byl zvolen ve výši 5 %, 10 %, 15 % a 20 % g na celkovou gramáž všech surovin těsta. Složení jednotlivých vzorků bezlepkového pečiva je uvedeno v následující tabulce. Hodnoty jsou uvedené v %.

Tabulka 3-1: Složení jednotlivého pečiva

Surovina	Kontrola (g)	5% přídavek (g)	10% přídavek (g)	15% přídavek (g)	20% přídavek (g)
Kukuřičná mouka	11,42	10,85	10,28	9,71	9,14
Kukuřičný škrob	5,71	5,42	5,14	4,85	4,57
Čiroková mouka	22,84	21,70	20,56	19,41	18,27
Bramborový škrob	5,71	5,42	5,14	4,85	4,57
Tapioková mouka	5,71	5,42	5,14	4,85	4,57
Guarová mouka	0,50	0,47	0,45	0,42	0,40
Ostropestřec	0,00	2,57	5,21	7,78	10,35
Voda	44,47	44,47	44,47	44,47	44,47
Olej	2,28	2,28	2,28	2,28	2,28
Sůl	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
Kvasnice	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57

3.2 Pečící pokus

Bylo připraveno pět vzorků pečiva s různým přídatkem ostropestřce, přičemž každý druh byl upečen po třech vzorcích. Ze směsné nádoby, ve které byla směs bezlepkových mouk, bylo naváženo vypočítané množství směsi, ke kterému bylo přidáno dané množství základních surovin a zvolený přídavek ostropestřce. Do nádob od pekařských robotů byly nejprve vloženy „tekuté“ složky a pak až „tuhé“ složky, aby nedošlo k přilepení směsi na nádobu a nedostatečnému promíchání. Pro pokus bylo využito několik pekařských robotů tak, aby proces zpracování těsta proběhl souběžně u všech vzorků. Suroviny byly důkladně promíchávány po dobu 20 minut.

Poté bylo odváženo 433 g připraveného těsta do forem s nepřilnavým povrchem, které byly označeny čísly. Dalším krokem bylo kynutí při teplotě 33 °C po dobu 60 minut v konvektomatu značky Convothem. Poté následovalo takzvané předpečení, které sloužilo k zastavení kynutí, při 180 °C na 10 minut. Posledním krokem bylo vlastní pečení při stejné teplotě po dobu 46 minut. Po ukončení procesu pečení byly jednotlivé druhy pečiva vyklopeny z forem, aby vychladly (60–90 minut) a daly se použít k dalším analýzám.

Vzorky bezlepkového pečiva byly označeny čísly podle procentuálního množství přidávaných výlisků ostropestřce:

- vzorek 0 byl kontrolní vzorek
- ve vzorku 5 bylo použito 5 % výlisků ostropestřce
- ve vzorku 10 bylo použito 10 % výlisků ostropestřce

- ve vzorku 15 bylo použito 15 % výlisků ostropestřce
- ve vzorku 20 bylo použito 20 % výlisků ostropestřce

3.3 Stanovení specifického objemu pečiva

Specifický objem pečiva byl stanoven pro zjištění, zda přídavek obohacující složky nějakým způsobem ovlivní kynutí a následnou hmotnost pečiva.

Po pozvolném vychladnutí upečených vzorků pečiva byly jednotlivé vzorky označeny čísly. Určení hmotnosti bylo prováděno zvažáním na laboratorních vahách značky Eta. Specifický objem pečiva byl stanoven pomocí vytlačení řepkových semen měřených klonků z kalibrované nádoby na zařízení pro stanovení specifického objemu pečiva. Získané hodnoty byly převedeny do následujícího vzorce:

$$x = V/m$$

x	...	specifický objem pečiva
V	...	objem pečiva (cm ³)
m	...	hmotnost pečiva (g)

Měření byly vždy tři vzorky od každého množství přídavku. Měření bylo prováděno jednou. Výsledek byl stanoven průměrem z vypočítaného specifického objemu a výsledné průměry byly zaznamenány do grafu.



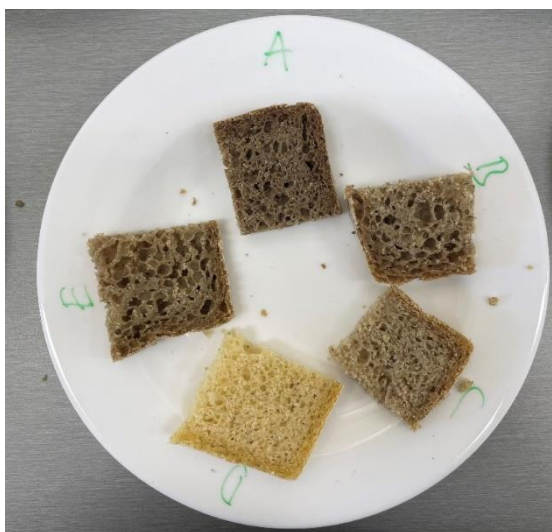
Obrázek 3-1: Zařízení na stanovení specifického objemu pečiva

3.4 Senzorické hodnocení

3.4.1 Průběh sensorického hodnocení

Senzorické hodnocení bylo provedeno 7. 6. 2021 v dopoledních hodinách v učebně Katedry potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů v Českých

Budějovicích. Zúčastnilo se celkem 12 školených hodnotitelů (4 muži a 8 žen). Před začátkem sensorické analýzy bylo všem hodnotitelům objasněno, jak mají postupovat. V místnosti byla vždy pověřená osoba, která dohlížela na klidný a řádný průběh hodnocení, přičemž vzorky byly připravovány ve vedlejší místnosti. Pečivo bylo nakrájeno na centimetrové plátky a podáváno v náhodném očíslovaném pořadí na keramickém talíři. Pro zneutralizování chuti byla k dispozici na stole pitná kohoutková voda. Na stole byly dále vždy připraveny hodnotící protokoly, do kterých hodnotitelé zaznamenávali své poznatky.



Obrázek 3-2: Připravené vzorky na sensorickou analýzu

3.4.2 Sensorický profil

V první fázi měli hodnotitelé zhodnotit sensorický profil, ve kterém byly zahrnuty tyto deskriptory: vzhled, vůně, chuť, textura a celkový dojem. Hodnocení probíhalo tak, že hodnotitelé měli znázornit na úsečce příjemnost chuti (hédonické hodnocení) od velmi špatné do velmi příjemné. V druhé fázi byli hodnotitelé tázáni na intenzitu hořké chuti a na základě faktu, že je Ostropestřec mariánský známý právě svojí hořkou chutí. Hodnocení bylo znázorněno intenzitním hodnocením (na úsečce bylo znázorněno od nepřítomné do velmi intenzitní).

3.5 Měření barvy u střídy a kůrky pečiva

Barva připravených vzorků byla změřena pomocí spektrofotometru ColorEye XTH od firmy GretagMacbeth, který vyjadřuje výsledky v systému CIE pomocí hodnot L^* , a^* a b^* . Barva vzorku byla stanovena třemi hodnotami v barevném prostoru CIELab, kde L^* je světelnost (hodnoty 0–100, vyšší hodnota znamená světlejší barvu). Barevný odstín je charakterizován pomocí koeficientu a^* což je zeleno – červené spektrum

(hodnoty 0–100, vyšší hodnota znamená červenou barvu). Koeficientem b^* je modro – žluté spektrum (hodnoty 0–100, vyšší hodnota znamená žlutější barvu. Vlastní měření probíhalo na pěti vzorcích, které byly nakrájeny na plátky o síle 1 cm. Měření bylo prováděno na kůře a střídě odděleně. Každý vzorek byl změřen celkem třikrát. Konečný výsledek byl stanoven průměrem ze získaných dat, které byly zaznamenány do grafu.

3.6 Chemická stanovení výlisků ostropestřce

Vzorky výlisků byly současně podrobeny následujícím stanovením:

3.6.1 Stanovení popela

Obsah popela byl v krmivech stanoven vážkově. Vzorek byl zpopelněn v muflové peci při teplotě 550 °C do konstantní hmotnosti za stanovených podmínek. Připravený vzorek v porcelánovém spalovacím kelímku byl nechán nejprve zuhelnatět na topné plotně a až potom byl vložen do muflové pece, kde probíhalo spalování při dané teplotě 3 hodiny. Následně byl spálený vzorek vložen do sušárny, kde se nechal vysušit a následně se nechal spalovat znovu při teplotě 550 °C, ale už jen na 1 hodinu. Po vychlazení byl získaný popel zvážen (Úřední věstník Evropské unie, 2013).

3.6.2 Stanovení dusíkatých látek

Obsah dusíku byl stanoven modifikovanou Dumasovou metodou. Zařízení, které bylo použito k analýze je Radip N Cube (Elementar, Německo). Dané vzorky ostropestřce byly naváženy o hmotnosti 0,025 g do cínových kapslí, které byly následně spáleny při teplotě 960 °C za přítomnosti kyslíku. Při procesu docházelo k uvolňování některých plynů včetně oxidů dusíku, který byl následně separován v kolonách a vzápětí za pomoci tepelně – vodivostního detektoru stanoven. Závěrečné hodnoty analýzy znázorňují obsah dusíku ve vzorku. Pro přepočítání byly závěrečné hodnoty obsahu dusíkatých látek ještě násobeny koeficientem 6,25 (Úřední věstník Evropské unie, 2013).

3.6.3 Stanovení lipidů

Pro stanovení obsahu lipidů byl použit přístroj Ankom XT10 (Ankom, USA). Naváženo bylo 1 g vzorku do speciálních filtračních sáčků XT4 (sáčky měly známou hmotnost) a následně zataveno pulsní svářečkou. Připravené vzorky byly vysušeny při teplotě 103 °C po dobu 3 hodin. Poté byly vzorky vloženy do exsikátoru, kde došlo k vychlazení. Následovalo jejich zvážení, po kterém byly vzorky vloženy do extraktoru, kde byly extrahovány petrol etherem. Po extrakci následovalo opakované sušení vzorků při teplotě 103 °C po dobu 30 minut, poté následovalo vychlazení v exsikátoru

a zvážení. Rozdílem hmotností před a po extrakci byl určen obsah tuku (Úřední věstník Evropské unie, 2013).

3.6.4 Stanovení nerozpustné vlákniny

a) Neutrálně detergentní vláknina (NDF)

NDF byla přesně stanovena podle metodiky Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského (ÚKZÚZ) č. 10080.1. Principem byla hydrolýza vzorku v neutrálně detergentním činidle (laurylsulfát sodný) v přístroji Fibertec (Foss, Dánsko) po úpravě vzorku α – amylázou. Stanovení NDF probíhalo vážkově jako rozdíl před a po hydrolýze hydrolyzačním činidlem. Neutrálně detergentní vláknina nebo – li vážený zbytek po hydrolýze byl komplex celulózy, hemicelulózy a ligninu (Úřední věstník Evropské unie, 2013).

b) Acidodetergentní vláknina (ADF)

ADF se stanovilo vážkově po kyselé hydrolýze v prostředí roztoku cetyltrimetylamonium bromidu podle metody ÚKZÚZ 10070.1. Stanovení bylo opět provedeno v hydrolyzačním přístroji Fibertec (Foss, Dánsko). Po hydrolýze byl zbytek vzorku tvořen lignocelulózovým komplexem a následně byl použit pro analýzu acidodetergentního ligninu (Úřední věstník Evropské unie, 2013).

c) Acidodetergentní lignin (ADL)

Pro stanovení ADL dle metody ÚKZÚZ 10070.1 byl zpracován vzorek, u kterého byla provedena hydrolýza na stanovení ADF. Stanovení bylo provedeno na přístroji Fibertec (Foss, Dánsko). Vzorek, který byl tvořen pouze lignocelulózovým zbytkem byl dále podroben kyselé hydrolýze působením 72 % sírové kyseliny. Vážkově byl stanoven pouze vzorek ligninu, který byl vytvořen po kyselé hydrolýze (Úřední věstník Evropské unie, 2013).

3.7 Statistická analýza dat

Výsledky v práci jsou prezentovány jako průměr a směrodatná odchylka. Získaná data ze všech analýz byla statisticky vyhodnocena pomocí jednofaktorové analýzy rozptylu (ANOVA) s využitím *post hoc* Turkey HSD testu. Rozdíly mezi vzorky byly považovány za statisticky významné, pokud $p < 0,05$.

4 Výsledky a diskuse

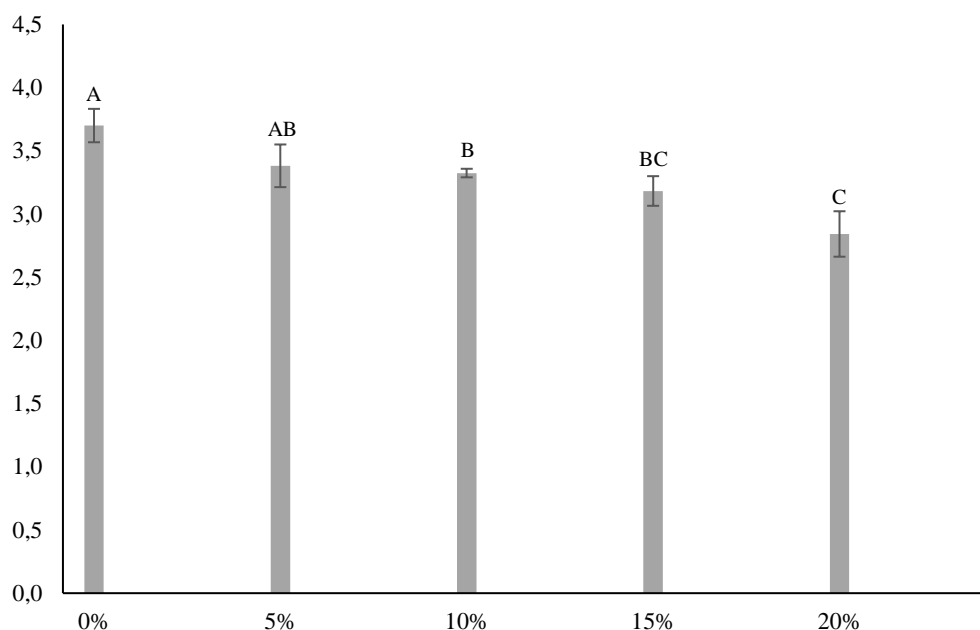
4.1 Vyhodnocení specifického objemu pečiva

Specifický objem pečiva je jednou ze základních srovnávacích vlastností, ať už běžného pečiva s obsahem lepku, či bezlepkového. Souvisí s kynutím a dalšími pekárenskými vlastnostmi.

K nižšímu objemu bochníku dochází díky tomu, že bezlepkové pečivo obsahuje nedostatečné množství bezlepkových vazeb (Ozturk, 2018).

Graf č. 4–1 ukazuje, že nejvyšší stanovený specifický objem pečiva byl u kontrolního vzorku (0% přídavek doplňkové složky). Statisticky významné rozdíly byly zjištěny mezi kontrolním vzorkem, vzorkem s 10% a 20% přídavkem. U vzorku s 20% přídavkem je specifický objem zmenšený natolik, že pekárenské vlastnosti mohou již být narušeny.

Graf 4-1: Specifický objem pečiva



4.2 Vyhodnocení sensorického profilu

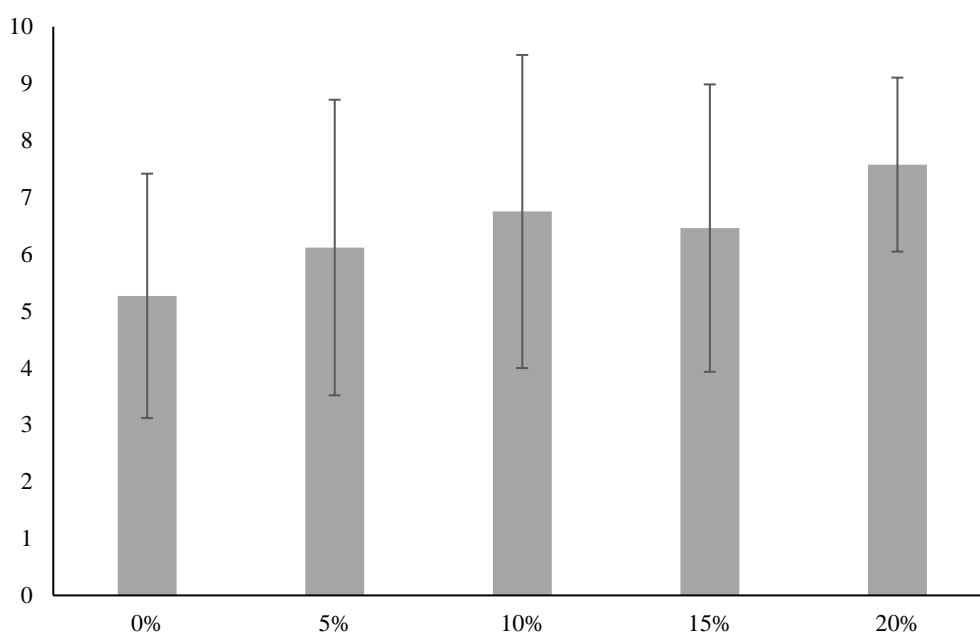
4.2.1 Hodnocení vzhledu

Vzhled je jedním z důležitých parametrů při hodnocení produktu. Během nákupu hraje pro spotřebitele klíčovou roli při výběru. U pečiva hodnotitelé hodnotí, zda je pravidelné formování, dále jestli je kůra stejnoměrná, zlatohnědá, jestli není příliš bledá apod. V případě této diplomové práce bylo zjišťováno, jestli obohacující složka má negativní či pozitivní vliv na vnímání konečného spotřebitele.

V grafu č. 4–2 je zaznamenáno, že jako nejlépe hodnocený vzorek, z hlediska vzhledu, byl vyhodnocen vzorek s 20% přídavkem ostropestřce. Jeho průměrné hodnocení bylo 7,6. V tomto případě se neprokázaly statisticky významné rozdíly ($p > 0,05$) mezi jednotlivými vzorky.

Ačkoli byl vzhled pečiva ve vzorku s nulovým přídavkem obohacující složky hodnocen jako nejméně přijatelný pro spotřebitele, tak specifický objem byl optimální (viz. Graf 4–1). Naopak vzorek s 20% přídavkem obohacující složky svým vzhledem připomíná klasické pečivo, je tedy pro spotřebitele více atraktivnější, ale pekařské vlastnosti při této výši přídavku jsou již výrazně ovlivněny, zejména velikost bochníku.

Graf 4-2: Hodnocení u deskriptoru vzhled

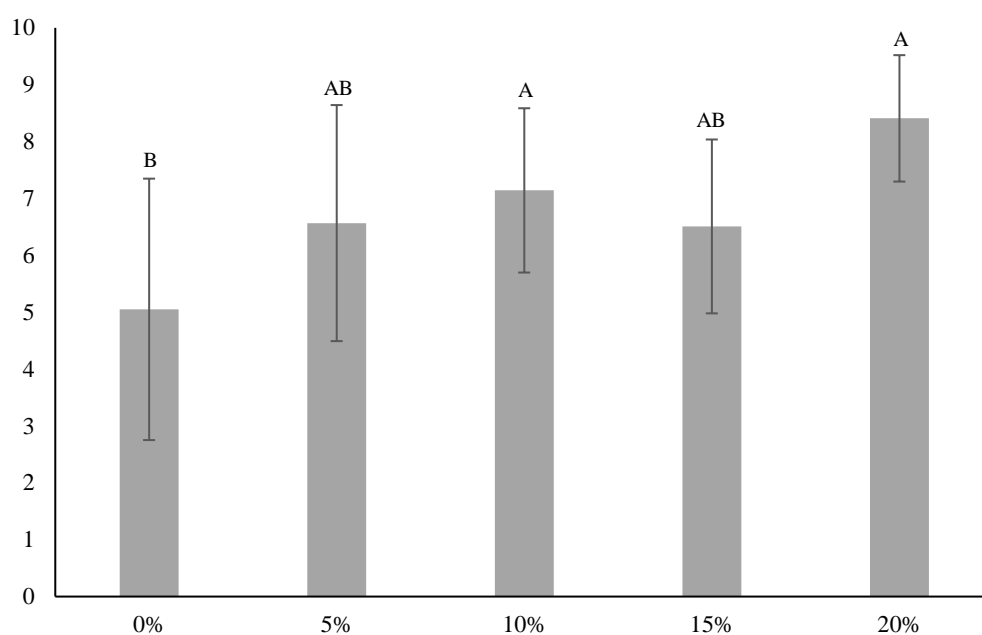


4.2.2 Hodnocení vůně

Při sensorickém hodnocení pečiva je vůně velmi důležitý parametr. Vůně pečiva má být příjemná a výrazná (Pokorný, 1998). Jejím hodnocením zjišťujeme zejména přítomnost cizích pachů – zatuchlý, sladový, nažluklý. Přílišné kvašení nebo vysoká teplota kvašení může vyvolat kyselý pach (Příhoda, 2013).

Vzorky s 10% a 20% přídavkem složky Ostropestřce mariánského jsou bez statisticky významného rozdílu, zatímco se vzorkem kontrolním (0% přídavek) mezi sebou vykazují statisticky významné rozdíly. Vzorek s 5% a 15% přídavkem ostropestřce se statisticky významně neliší. Graf č. 4–3 ukazuje statisticky významné rozdíly.

Graf 4-3: Hodnocení u deskriptoru vůně



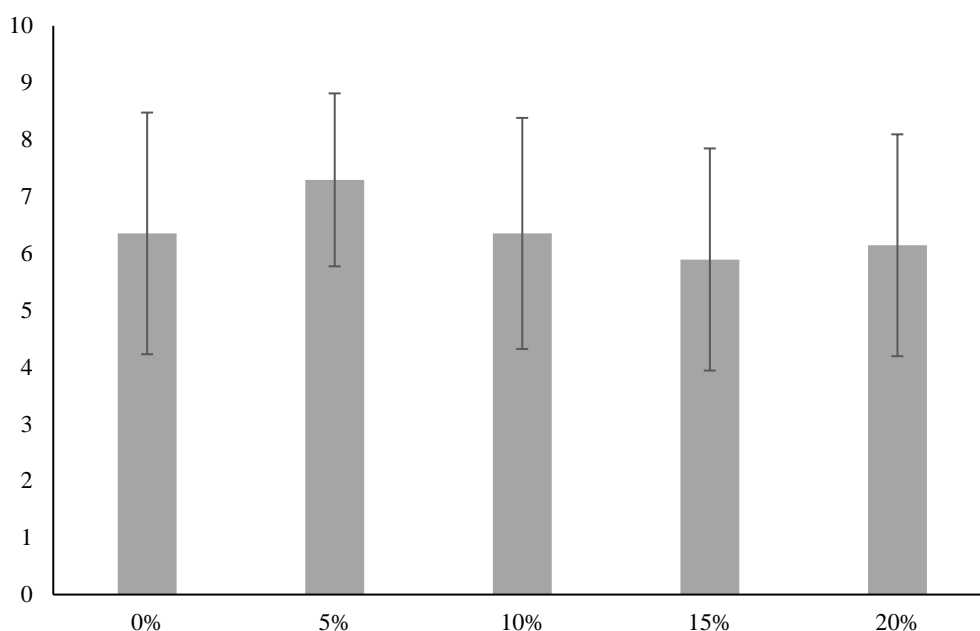
4.2.3 Hodnocení chuti

Dalším hodnoceným deskriptorem byla chuť. Ta je nejdůležitější organoleptickou vlastností. Hodnotitelé při svém hodnocení posuzovali příjemnost chuti daného vzorku a jestli je chuť typická pro daný výrobek. Chutnost pečiva je definována za určitou subjektivní hodnotu. Chuť by měla být lahodná, příjemná, typická pro daný druh pečiva a bez cizích příchutí (Szemes, 1992). Vzorky připraveného pečiva měly příjemnou a typickou chuť bezlepkového pečiva, neobsahovaly tak cizí příchutě.

Graf č. 4–4 ukazuje, který vzorek byl hodnotiteli zvolen jako nejchutnější. Tímto vzorkem byl vzorek s 5% přídatkem ostropestřce. Průměrné hodnocení chuti bylo 7,3. Rozdíly mezi vzorky nebyly statisticky významné ($p > 0,05$).

Přestože je chuť propojena s vůní, tak vzorek s 5% přídatkem ostropestřce byl sice vyhodnocen za nejvíce příjemný, co se týče chuti, ale z hodnocení vůně (viz. Graf 4 – 3) byl vyhodnocen až jako třetí nejvíce příjemný.

Graf 4-4: Hodnocení u deskriptoru chut'



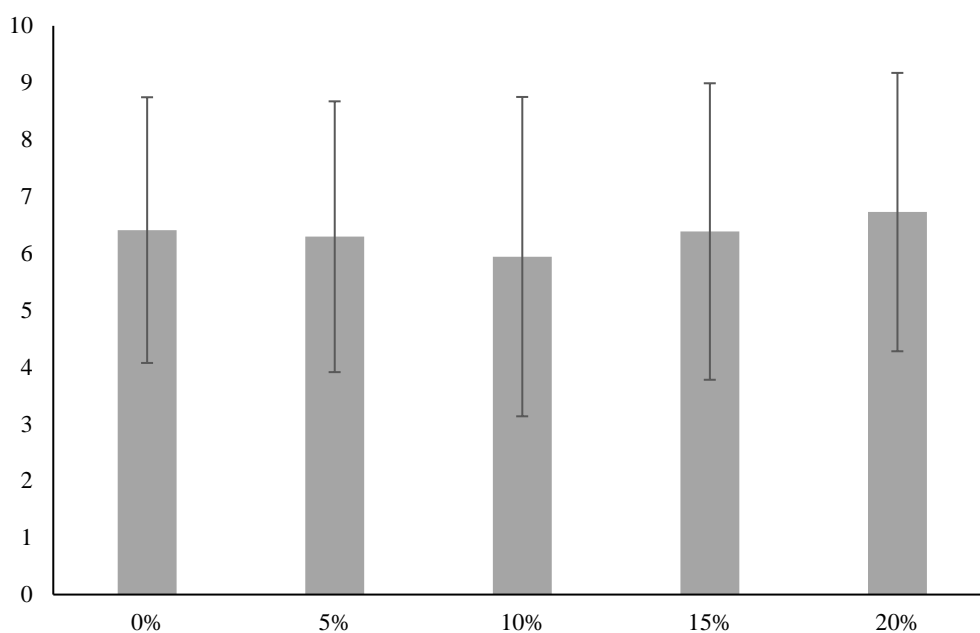
4.2.4 Hodnocení textury

Velmi důležitým znakem je struktura a charakter střídky, množství, velikost a uspořádání pórů. Póry by měly mít přibližně stejné rozměry a stejný tvar. Struktura střídky má být pevná pružná s přiměřenou vlhkostí. Střída nemá obsahovat žádné nečistoty, žmolky těsta nebo mouky (Pokorný, 1998).

Graf č. 4–5 ukazuje rozdíly hodnocení textury jednotlivými hodnotiteli. Statistické vyhodnocení prokázalo nevýznamnost, vzorky se příliš neliší. Nejlépe hodnocený vzorek, co se týče mechanických, povrchových a geometrických vlastností, byl vzorek s 20% přídatkem. Průměr toho vzorku je 6,7. Stejně jako u předchozích deskriptorů, i tady jsou rozdíly statisticky nevýznamné ($p > 0,05$).

Podle článku od Bojňanské (2020) mělo pečivo s 5%, 10% a 15% přídatkem ostropestřce dobrou pórovitost a poměr jednotlivých pórů. Ve vizuálním rozdílu pórovitosti výsledků zjištěných v tomto pokusu je zjevné, že ve vzorku s 15% přídatkem obohacující složky (viz. Obrázek 4 – 4) byly největší póry, zatímco ve vzorcích s 20% (viz. Obrázek 4 – 5) a 10% přídatkem (viz. Obrázek 4 – 3) byla textura méně pórovitá. Vzorky s 0% (kontrolní vzorek, viz. Obrázek 4 – 1) a 5% přídatkem (viz. Obrázek 4 – 2) měly vůbec nejmenší pórovitou texturu. Což vede k závěru, že ve vzorcích této diplomové práce byla dobrá pórovitost, ale poměr počtů jednotlivých pórů se lišil.

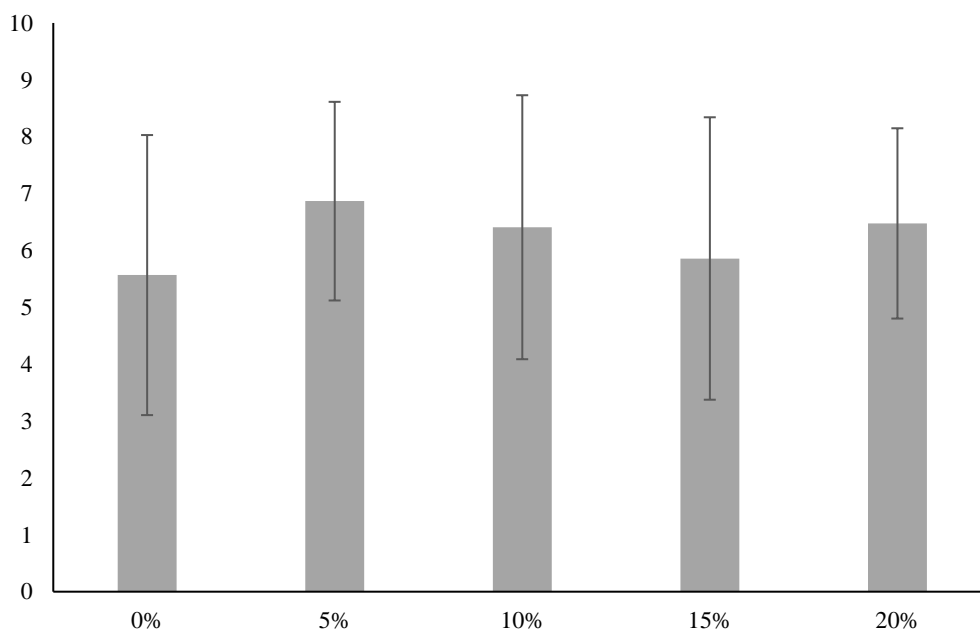
Graf 4-5: Hodnocení u deskriptoru textura



4.2.5 Hodnocení celkového dojmu

Přestože u všech ostatních hodnocených deskriptorů byl vždy za nejlépe hodnocený vzorek zvolen jiný, jako nejlepší vzorek u celkového dojmu byl vyhodnocen vzorek s 5% přidavkem ostropestřce. Nicméně ani zde nebyly prokázány statisticky významné rozdíly mezi vzorky ($p > 0,05$).

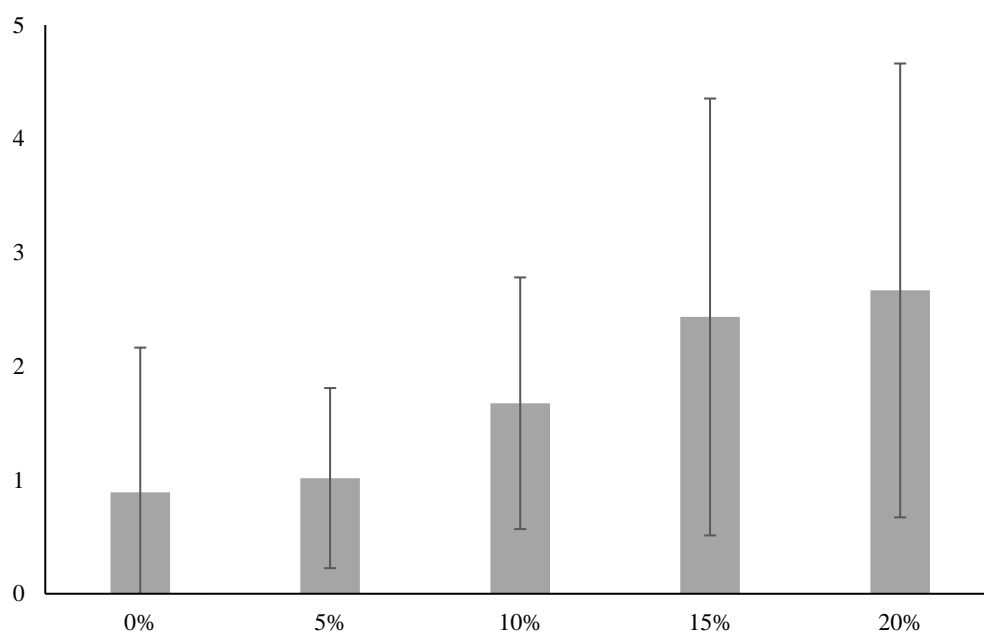
Graf 4-6: Hodnocení u deskriptoru celkový dojem



4.2.6 Hodnocení intenzity hořké chuti

Hořká chuť byla hodnocena na základě všeobecně rozšířeného mínění, že *Ostropestřec mariánský* je známý svojí hořkou chutí. Výraznost hořké chuti se ze začátku neprojevila u žádného vzorku. Po opakovaném sensorickém hodnocení intenzity hořké chuti někteří hodnotitelé zaznamenali stopy hořké chuti, a to hlavně u vzorku s 20% přídavkem obohacující složky. Výsledky neprokázaly statisticky významné rozdíly mezi hodnocenými vzorky ($p > 0,05$).

Graf 4-7: Hodnocení u intenzity hořké chuti



4.3 Vyhodnocení barvy u střídy a kůry

Barva je jedním z klíčových faktorů, podle kterých si spotřebitelé vybírají pečivo. Barva pečiva je z velké části ovlivněna množstvím zbytkového cukru, který během pečení karamelizuje a je zodpovědný za zhnědnutí kůrky (Ashokkumar, 2012).

Na škále obrázcích č. 4–1 až 4–5 je vidět, že přídavek *ostropestřce* přináší, kromě zdravotních benefitů, také změnu barvy. Změna barvy je do odstínu, který je spotřebitelem hodnocen pozitivně, což prokázalo i naše hodnocení vzhledu (viz. Graf 4–2). Vzorek s 20% přídavkem *ostropestřce* byl nejlépe hodnocen skupinou hodnotitelů.

Přídavná látka, výlisky *ostropestřce*, může výrazně měnit pekařské vlastnosti, které se prokázali při hodnocení specifického objemu pečiva, ale pravděpodobně se bude promítat ještě do dalších stránek pekařských vlastností, což by byl prostor pro pokračování pokusu.



Obrázek 4-1: Vzorek 0 (kontrolní, 0% přídavek)



Obrázek 4-2: Vzorek 5 (5% přídavek ostropestřce)



Obrázek 4-3: Vzorek 10 (10% přídavek ostropestřce)



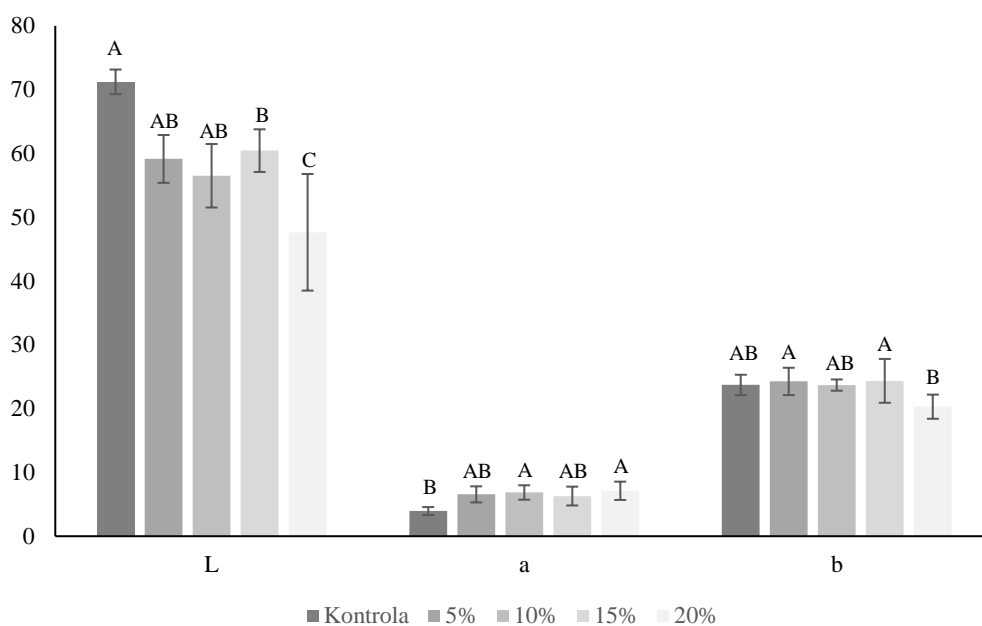
Obrázek 4-4: Vzorek 15 (15% přídavek ostropestřce)



Obrázek 4-5: Vzorek 20 (20% přídavek ostropestřce)

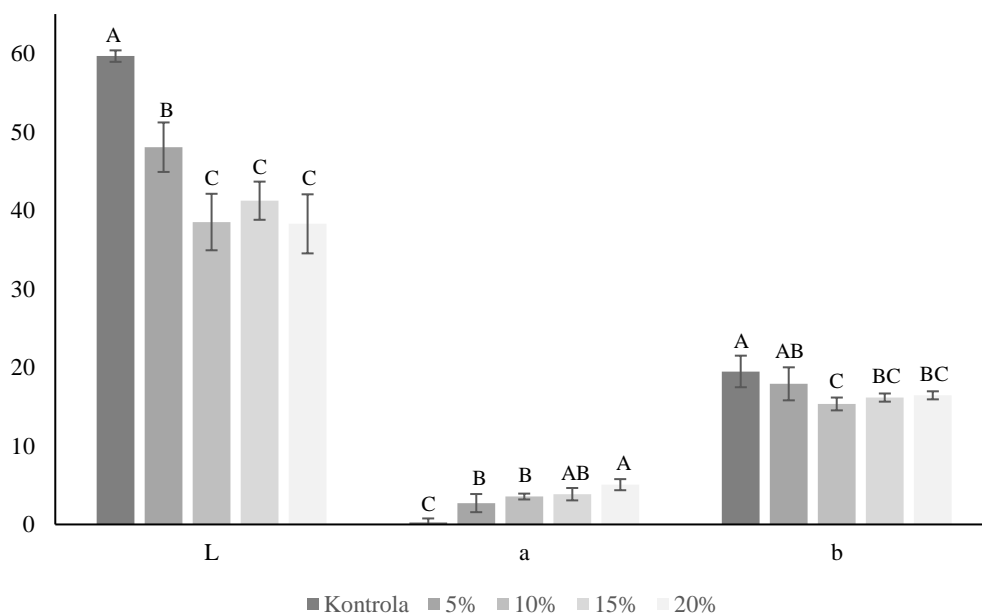
Graf č. 4–8 ukazuje statisticky významné rozdíly při měření barvy kůry. Prvním měřeným ukazatelem barvy pečiva je světlost (L^*). Vzorek 0 (kontrolní vzorek) byl s vzorkem 15% a 20% přídavkem ostropestřce statisticky významný, zatímco vzorky s 5% a 10% přídavkem ostropestřce se statisticky nelišily. Druhým měřeným ukazatelem, znázorňujícím vztah mezi červenou a zelenou barvou, je hodnota a^* . Zde se od sebe statisticky liší kontrolní vzorek, 10% a 20% přídavek ostropestřce. Vzorky s 5% a 15% přídavkem obohacující složky se od sebe statisticky neliší. Posledním ukazatelem je hodnota b^* , což je vztah mezi žlutou a modrou barvou. Zde byly statistické rozdíly mezi vzorky s 5%, 15% a 20% přídavkem ostropestřce. Kontrolní vzorek a vzorek s 10% přídavkem ostropestřce se statisticky nelišily.

Graf 4-8: Analýza barvy chlebů v systému CIE L*a*b – kůra



Poslední graf znázorňuje statisticky významné hodnoty při měření střídy. Světlost barvy (L*) se u všech vzorků pečiva statisticky lišila. U vzorků s 10%, 15% a 20% přídavkem ostropestřce jsou bez statisticky významného rozdílu. Vztah mezi červenou a zelenou barvou (a*) se statisticky lišil u kontrolního vzorku, vzorku s 5%, 10% a 20% přídavkem obohacující složky, přičemž vzorky s 5% a 10% přídavkem ostropestřce jsou bez statisticky významného rozdílu. Mezi žlutou a modrou barvou (b*) byly statisticky významné rozdíly u kontrolního vzorku a vzorku s 5% přídavkem.

Graf 4-9: Analýza barvy chlebů v systému CIE L*a*b – střída



4.4 Stanovení množství obohacující složky

Z důvodů obsahových složek a sledování jednotlivých parametrů, které souvisejí s obohacující složkou, byly na základě metodiky, uvedeny v předešlém odstavci, stanoveny tyto složky: vlhkost, hrubý protein, tuk, popel, NDF = neutrálnědetergentní vláknina, ADF = acidodetergentní vláknina, ADL = acidodetergentní lignin, bezdusíkaté látky výtažkové, celulóza a hemicelulóza. Průměry a směrodatné odchylky jsou znázorněny v Tabulce 4-1.

Tabulka 4-1: Chemické stanovení výlsků ostropestřce

Nesítovaná frakce	Průměr (%)	Směrodatná odchylka
Vlhkost	4,50	0,6
Hrubý protein	19,26	1,21
Tuk	11,23	0,19
Popel	6,23	0,03
NDF	41,89	0,22
ADF	39,15	0,12
ADL (lignin)	16,53	0,18
Bezduškaté látky výtažkové*	16,89	
Celulóza (= ADF – ADL)	23,36	0,26
Hemicelulózy (= NDF – ADF)	2,74	0,24

Závěr

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout vhodnou bezlepkovou směs, která bude splňovat přirozené vlastnosti bezlepkového pečiva, a zároveň zvolit vhodnou obohacující složku, jejíž přídavek by prospěl celkově z hlediska sensorických deskriptorů a z hlediska navýšení biologické hodnoty. Současně by přídavek složky neměl příliš ovlivnit základní pekařské vlastnosti.

Jako obohacující složka byly zvoleny výlisky Ostropestřce mariánského (*Silybum marianum* L.), které vznikají po vylisování oleje. Připraveno bylo celkem pět druhů vzorků pečiva s maximálním přídavkem 20 % obohacující složky.

Všechny vzorky byly nejprve podrobeny stanovení specifického objemu pečiva. Cílem bylo zjistit, zda přídavek obohacující složky nějakým způsobem ovlivní kynutí a výsledný objem vzorku. Dalším hodnocením byla sensorická analýza. Výsledky stanovení specifického objemu pečiva ukazují, že vzorek s nejvyšším přídavkem obohacující složky měl nejmenší specifický objem, což naznačuje, že pekárenské vlastnosti mohly být narušeny. Nicméně během sensorické analýzy byl zvolen spotřebiteli jako nejlépe hodnocený. Statisticky významné rozdíly byly zjištěny u hodnocení deskriptoru vůně a specifického objemu pečiva.

Dále byla sensoricky hodnocena intenzita hořké chuti, která se přidáním této obohacující složky dala předpokládat. Na základě zjištění se ukázala hranice výše přídavku. Jedná se o doporučenou hranici přídavku obohacující složky.

Dalším hodnoceným faktorem byla barva kůry a střídy. Pečivo s přídavkem ostropestřce bylo výrazně tmavší barvy, což bylo způsobeno jednotlivým procentuálním zastoupením přídavku samotných výlisků.

Posledním faktorem bylo samotné chemické stanovení ostropestřcových výlisků.

Pečivo s 20% přídavkem výlisků Ostropestřce mariánského pozitivně ovlivnilo barvu pečiva a sensorické hodnocení. Využití výlisků, které tvoří potravinářský odpad, by se rozhodně dal doporučit z hlediska navýšení nutriční hodnoty pečiva, podpořením tmavší barvy a pozitivním vyhodnocením sensorických deskriptorů.

Pro případnou recepturu by bylo vhodné zvolit 10% přídavek Ostropestřce mariánského, a to zejména s ohledem na provázání zjištěných výsledků specifického objemu pečiva a sensorického hodnocení. Jedná se o přídavek, který příliš neovlivní spe-

cifický objem pečiva. Zároveň vykazuje kladné sensorické hodnocení, zejména z pohledu barvy, i přestože se jedná o přídavek, který je ze zdravotního hlediska nezane-
dbatelný.

Seznam použité literatury

- Anton, A. a Artfield S. (2009). Hydrocolloids in gluten – free breads. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 59(1):11–23.
- Ashokkumar, Y. (2012). *Textbook of Bakery and Confectionery*. První vydání. Prentice Hall India Learning Private Limited, Delhi. ISBN 10–8120346033.
- Bárcenas, M. et al. (2003). Effect of freezing and frozen storage on the staling of part – baked bread. *Food Research International*, 36(8):863–869.
- Bárta, J. et al. (2021). Bílkoviny výlisků olejnin, jejich izolace a možnosti uplatnění. *Chemické listy*, 115(9):475–480.
- Biedermann, D. et al. (2014). Chemistry of silybin. *Nat. Prod. Rep*, 31(9):1138–1157.
- Bojňanská, T. et al. (2020). Milk thistle flour effect in dough rheological properties. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14:788–797.
- Bulková, V. (2011). *Rostlinné potraviny*. První vydání. Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotních oborů, Brno. ISBN 978–80–7013–532–7.
- Bureš, J. a Horáček, J. (2003). *Základy vnitřního lékařství*. První vydání. Galén, Praha. ISBN 80–726–2208–0.
- Çakaloğlu, B. et al. (2018). Cold press in oil extraction. A review. *Ukrainian Food Journal*, 7(4):640–654.
- Castleman, M. (2004). *Velká kniha léčivých rostlin*. První vydání. Columbus, Praha. ISBN 80–724–9177–6.
- Cook, N. a Samman, S. (2004). Flavonoids – Chemistry, metabolism, cardioprotective effects, and dietary sources. *Journal of the European Ceramic Society*, 7(2):66–76.
- Čepička, J. (1995). *Obecná potravinářská technologie*. První vydání. Vysoká škola chemicko – technologická, Praha. ISBN 80–708–0239–1.
- Dostálová, R. et al. (2016). *Obiloviny a luštěniny*. První vydání. Sdružení českých spotřebitelů, z. ú., Praha. ISBN 978–80–87719–35–0.
- Dvořáček, V. (2012). *Využití metody retenční kapacity mouky pro predikci technologické kvality pšenice v České republice*. První vydání. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha. ISBN 978–80–7427–097–0.
- Gabrovská, D. et al. (2015). *Obiloviny v lidské výživě*. První vydání. Potravinářská komora České republiky, Česká technologická platforma pro potraviny, Praha. ISBN 978–80–87250–28–0.
-

Grünwald, J. a Jänicke, Ch. (2008). *Zelená lékárna*. První vydání. Svojtka & Co, Praha. ISBN 978-80-7352-600-9.

Hager, A. et al. (2012). Investigation of product quality, sensory profile and ultrastructure of breads made from a range of commercial gluten-free flours compared to their wheat counterparts. *European Food Research and Technology*, 235(2):333–344.

Hartwig, D. a Hartwig, M. (2014). *Jídlo na prvním místě*. Druhé vydání. Jan Melvil Publishing, Brno. ISBN 978-80-87270-67-7.

Horstmann, S. et al. (2017). Starch Characteristics Linked to Gluten – Free Products. *Foods*, 6(4):1–21.

Ingram, Ch. (2006). *Všechno o jídle*. První vydání. Fortuna Print, Praha. ISBN 80-732-1251 – X.

Ingr, I. et al. (2007). *Senzorická analýza potravin*. Druhé vydání. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno. ISBN 978-80-7375-032-9.

Janča, J. a Zentrich, J. (1994). *Herbář léčivých rostlin*. První vydání. Eminent, Praha. ISBN 80-858-7602-7.

Jančochová, P. et al. (2008). Metabolické přeměny silybinu. *Chemické listy*, 102(8).

Janeček, M. (1999). *Nové směry v protierozní ochraně půdy*. První vydání. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha. ISBN 80-861-5393-2.

Jarošová, A. (2001). *Senzorické hodnocení potravin*. První vydání. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno. ISBN 80-715-7539-9.

Jnawali, P. et al. (2016). Celiac disease. *Food Science and Human Wellness*, 5(4):169–176.

Kadlec, P. et al. (2013). *Procesy a zařízení v potravinářství a biotechnologiích*. První vydání. Key Publishing, Ostrava. ISBN 978-80-7418-163-4.

Kaffková, K. et al. (2019). *Hodnocení potravních preferencí u hmyzích opylovatelů*. První vydání. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha. ISBN 978-80-7427-311-7.

Karkanis, A. et al. (2011). Cultivation of milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.), a medicinal weed. *Industrial Crops and Products*, 34(1):825–830.

Kohout, P. a Pavlíčková, J. (1994). *Celiakie*. První vydání. Medica Publishing, Čestice. ISBN 80-901-1376-1.

Kotalová, R. et al. (1994). *Bezlepková dieta*. Národní centrum podpory zdraví, Praha, pp. 15.

-
- Kovářů, D. a Knápková, J. (2013). *Bezlepková a bezmléčná dieta*. První vydání. CPRESS, Brno. ISBN 978-80-264-0185-8.
- Kunová, V. (2011). *Zdravá výživa*. Druhé vydání. Grada, Praha. ISBN 978-80-247-3433-0.
- Kvasničková, A. (1998). *Alergie z potravin*. První vydání. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha. ISBN 80-851-2093-3.
- Machová, J. a Kubátová, D. (2015). *Výchova ke zdraví*. Druhé vydání. Grada, Praha. ISBN 978-80-247-5351-5.
- Maleš, J. (1994). *Zpracování obilovin*. První vydání. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, Praha. ISBN 80-710-5073-3.
- Martin, R. et al. (2006). Factors influencing silymarin content and composition in variegated thistle (*Silybum marianum*). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 34(3):239–245.
- Martins, Z. et al. (2017). Food industry by-products used as functional ingredients of bakery products. *Trends in Food Science & Technology*, 67(1):106–128.
- Montes, S. et al. (2015). TAPIOCA AND RICE FLOUR COOKIES: TECHNOLOGICAL, NUTRITIONAL AND SENSORY PROPERTIES. *Ciência e Agrotecnologia*, 39(5):514–522.
- Moreno, M. et al. (2014). Alternative grains as potential raw material for gluten-free food development in the diet of celiac and gluten-sensitive patients. *Austin Journal of Nutrition and Food Science*, 2(3):1–9.
- Moudrý, J. (2011). *Alternativní plodiny*. První vydání. Profi Press, Praha. ISBN 978-80-86726-40-3.
- Neumann, R. et al. (1990). *Senzorické skúmanie potravín*. První vydání. Alfa, Bratislava. ISBN 80-05-00612-8.
- Olivera, D. a Salvadori, V. (2009). Effect of freezing rate in textural and rheological characteristics of frozen cooked organic pasta. *Journal of Food Engineering*, 90(2):271–276.
- Olšanská, G. (nedatováno). Přehled o nejčastěji využívaných druzích Léčivých rostlin pěstovaných a sbíraných na území ČR [online] PELERO CZ [cit. 14. 8. 2021]. Dostupné z: <https://d6scj24zvfbb0.cloudfront.net/09b53e65eaf6952ab4d6ed26b351618b/200000351-4cfef4df9d/Bro%C5%Beura.pdf?ph=41bf2dbf12>
-

-
- Ozturk, O. a Mert, B. (2018). The effects of microfluidization on rheological and textural properties of gluten-free corn breads. *Food Research International*, 105:782–792.
- Pelikán, M. a Sáková, L. (2001). *Jakost a zpracování rostlinných produktů*. První vydání. Jihočeská univerzita, České Budějovice. ISBN 80–704–0502–3.
- Pokorný, J. et al. (1998). *Senzorická analýza potravin*. První vydání. Vysoká škola chemicko – technologická, Praha. ISBN 80–708–0329–0.
- Polaki, A. et al. (2010). Fiber and hydrocolloid content affect the microstructural and sensory characteristics of fresh and frozen stored bread. *Journal of Food Engineering*, 97(1):1–7.
- Prugar, J. (2008). *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. První vydání. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s komisí rostlinných produktů ČAZV, Praha. ISBN 978–80–86576–28–2.
- Příhoda, J. et al. (2003). *Cereální chemie a technologie*. První vydání. Vysoká škola chemicko – technologická, Praha. ISBN 80–708–0530–7.
- Příhoda, J. et al. (2003). *Základy pekárenské technologie*. První vydání. Pekař a cukrář, Praha. ISBN 80–902922–1–6.
- Příhoda, J. et al. (2013). *Chléb a pečivo*. První vydání. Sdružení českých spotřebitelů pro Českou technologickou platformu pro potraviny, Praha. ISBN 978–80–87719–11–4.
- Purchartová, K. (2016). *Enzymatic and Metabolic Transformation of Silybin and its Congeners*. Disertační práce, Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta.
- Rubášová, P. (2017). *Bylinky české zahrádky*. První vydání. CPress, Brno. ISBN 978–802–6415–176.
- Sasaki, T. (2018). Effects of xanthan and guar gums on starch digestibility and texture of rice flour blend bread. *Cereal Chemistry*, 95(1):177–184.
- Shaker, E. et al. (2010). Silymarin, the antioxidant component and Silybum marianum extracts prevent liver damage. *Food and Chemical Toxicology*, 48(3):803–806.
- Silvester, J. a Rashid, M. (2007). Long-term follow-up of individuals with celiac disease: An evaluation of current practice guidelines. *Canadian Journal of Gastroenterology*, 21(9):557–564.
- Slanina, J. (2000). Biologická a farmakologická aktivita lignanů. *Chemické listy*, 94(2).
-

-
- Svačina, Š. (2008). *Klinická dietologie*. První vydání. Grada, Praha. ISBN 978–80–247–2256–6.
- Szemes, V. a Karovič, V. (1992). *Chlieb náš každodenný*. První vydání. ALFA-promp, Bratislava. ISBN 80–05–00970–4.
- Thompson, T. et al. (2005). Gluten-free diet survey: Are Americans with coeliac disease consuming recommended amounts of fibre, iron, calcium and grain foods?. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 18(3):163–169.
- Tůmová, L. a Gallová, K. (2006). Terapeutické účinky *Silybum marianum*. *Praktické lékařství*, 2(4):185–187.
- Valíček, P. (2002). *Užitkové rostliny tropů a subtropů*. Druhé vydání. Academia, Praha. ISBN 80–200–0939–6
- Úřední věstník Evropské unie. (2013). ročník 56, L 54/50
- Váňa, J. (1996). R.M. Schuster: The hepaticae and anthocerotae of North America East of the Hundredth Meridian. *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica*, 31(4):452–452.
- Velíšek, J. a Hajšlová, J. (2009). *Chemie potravin*. Třetí vydání. OSSIS, Tábor. ISBN 978–80–86659–17–6.
- Vostálová, J. (2008). Nová biologická aktivita silymarinu a jeho obsahových složek. *Chemické listy*, 102(8).
- Webb, M. (2002). *Bylinky ilustrovaný průvodce*. První vydání. Fortuna Print, Praha. ISBN 80–7321–009–6.
- Wierdsma, N. et al. (2013). Vitamin and Mineral Deficiencies are Highly Prevalent in Newly Diagnosed Celiac Disease Patients. *Nutrients*, 5(10):3975–3992.
- Zhu, H. et al. (2013). An Assessment of Pharmacokinetics and Antioxidant Activity of Free Silymarin Flavonolignans in Healthy Volunteers. *Drug Metabolism and Disposition*, 41(9):1679–1685.
-

Seznam obrázků

Obrázek 1-1: Hlavní složky silymarinového komplexu: silybin A (1a), silybin B (1b), isosilybin A (1c), isosilybin B (1d), silychristin (1e), silydianin (1f), a tacifolin (1g) (Biedermann, 2014).....	20
Obrázek 3-1: Zařízení na stanovení specifického objemu pečiva.....	25
Obrázek 3-2: Připravené vzorky na sensorickou analýzu.....	26
Obrázek 4-1: Vzorek 0 (kontrolní, 0% přídavek)	35
Obrázek 4-2: Vzorek 5 (5% přídavek ostropestřce).....	35
Obrázek 4-3: Vzorek 10 (10% přídavek ostropestřce).....	35
Obrázek 4-4: Vzorek 15 (15% přídavek ostropestřce).....	36
Obrázek 4-5: Vzorek 20 (20% přídavek ostropestřce).....	36

Seznam tabulek

Tabulka 3-1: Složení jednotlivého pečiva..... 24

Tabulka 4-1: Chemické stanovení výlisků ostropestřce..... 38

Seznam grafů

Graf 4-1: Specifický objem pečiva	29
Graf 4-2: Hodnocení u deskriptoru vzhled.....	30
Graf 4-3: Hodnocení u deskriptoru vůně	31
Graf 4-4: Hodnocení u deskriptoru chuť	32
Graf 4-5: Hodnocení u deskriptoru textura	33
Graf 4-6: Hodnocení u deskriptoru celkový dojem.....	33
Graf 4-7: Hodnocení u intenzity hořké chuti	34
Graf 4-8: Analýza barvy chlebů v systému CIE L*a*b – kůra	37
Graf 4-9: Analýza barvy chlebů v systému CIE L*a*b – střída	37
