

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

BRNO 2016

Bc. ŠÁRKA DVOŘÁKOVÁ

Mendelova univerzita v Brně

Agronomická fakulta

Ústav technologie potravin



**Možnosti výroby piva, pekárenských a těstářenských
výrobků pro celiaky**

Diplomová práce

Vedoucí práce:

prof. Dr. Ing. Luděk Hřivna

Vypracovala:

Bc. Šárka Dvořáková

Brno 2016

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Možnosti výroby piva, pekárenských a těstářenských výrobků pro celiaky vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....

podpis

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu mé diplomové práce panu prof. Dr. Ing. Lud'ku Hřivnovi za odborné vedení, cenné rady a vstřícný přístup při zpracování diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat paní Ing. Vieri Šottníkové, Ph.D., Ing. Yvoně Dostálové a panu Ing. Tomáši Gregorovi, Ph.D. za pomoc při realizaci praktické části práce. Poděkování patří i mé rodině za její podporu a trpělivost projevenou v průběhu celého mého studia.

ABSTRAKT

Diplomová práce „*Možnosti výroby piva, pekárenských a těstářenských výrobků pro celiaky*“ se zabývá využitím přirozeně bezlepkových surovin pro výrobu bezlepkového pečiva, těstovin a piva určených pro potřebu celiaků. Práce přibližuje problematiku celiakie, její symptomy a způsoby léčby, které mj. spočívají ve striktní konzumaci bezlepkových potravin.

V praktické části práce je navržena a otestována receptura pro výrobu vánoček z bezlepkové směsi Jizerka, a to s přidavkem 0 %; 3 %; 5 % a 7 % pšeničné vlákniny, dále pak byly připraveny bezlepkové těstoviny s použitím 6 % bambusové nebo hrachové vlákniny. Bylo vyrobeno i bezlepkové pivo s použitím sladu vyrobeného z odrůdy kukuřice koňský zub. Bezlepkové výrobky byly následně sensoricky otestovány a dosažené výsledky vyhodnocené dostupnými statistickými metodami.

Klíčová slova: celiakie, bezlepkové pečivo, těstoviny, pivo, vláknina

ABSTRACT

The master thesis "*Possibilities of production of beer, bread and pasta products for celiacs*" deals with using naturally gluten free raw materials for the production of gluten-free bread, pasta and beer destined for the needs of celiac patients. The thesis describes the problems of celiac disease, its symptoms and treatment methods, which among other things based on a strict gluten-free foods eaten.

The practical part is designed and tested recipe for the Christmas cakes production of gluten-free mixture Jizerka, with the addition of 0%; 3%; 5% and 7% of wheat fiber, then were prepared gluten-free pasta using 6% bamboo or pea fiber were produced, and gluten-free beer using malt produced from maize varieties equine tooth. Gluten-free products have subsequently been sensory tested and the results evaluated by the available statistical methods.

Keywords: celiac disease, gluten-free bread, pasta, beer, fiber

OBSAH

1	ÚVOD	8
2	CÍL PRÁCE	10
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED	11
3.1	Celiakie	11
3.2	Charakteristika onemocnění celiakie	11
3.2.1	Formy celiakie	12
3.2.2	Projevy onemocnění	13
3.3	Léčba celiakie	14
3.4	Bezlepkové potraviny a nabídka bezlepkových výrobků	14
3.5	Alergie na lepek	15
3.6	Legislativní ustanovení	15
3.7	Příspěvky českých zdravotních pojišťoven	17
3.8	Výroba bezlepkových pekařských výrobků.....	18
3.8.1	Bezlepkové suroviny a jejich kvalita.....	19
3.8.2	Rýže (<i>Oryza sativa, l.</i>).....	19
3.8.3	Pohanka (<i>Fagopyrum esculentum, moench</i>).....	19
3.8.4	Kukuřice setá (<i>Zea mays, l.</i>)	20
3.8.5	Proso seté (<i>Panicum miliaceum l.</i>)	20
3.8.6	Čirok obecný (<i>Sorghum vulgare, l.</i>).....	20
3.8.7	Amarant (<i>Amaranthus spinosus, l.</i>).....	21
3.8.8	Merlík čilský (<i>Chenopodium quinoa, willd.</i>)	21
3.8.9	Brambory (<i>Solanum tuberosum, l.</i>)	22
3.8.10	Sója luštinatá (<i>Glycine max, l.</i>).....	22
3.8.11	Banán plantain (<i>Musa paradisiaca, l.</i>)	23
3.8.12	Kokosová mouka (<i>Cocos nucifera, l.</i>).....	23

3.8.13	Konopí seté (<i>Cannabis sativa</i> , l.)	24
3.9	Látky zlepšující kvalitu bezlepkového pečiva	25
3.9.1	Přídavné látky – proteiny	25
3.9.2	Psyllium	25
3.9.3	Použití emulgátorů	26
3.9.4	Zahušřovadla a stabilizátory	27
3.10	Technologie výroby sladu a piva	28
4	MATERIÁL A METODIKA	30
4.1	Výroba bezlepkové vánočky	30
4.1.1	Výrobní postup	32
4.1.2	Senzorická analýza	32
4.1.3	Tvrdost vánočky	32
4.2	Výroba bezlepkových těstovin	33
4.2.1	Charakteristika hydrokoloidu a použitých vláknin	34
4.2.2	Výrobní postup	34
4.2.3	Senzorická analýza	35
4.2.4	Zkoušky vařivosti těstovin	35
4.3	Výroba bezlepkového piva	36
4.3.1	Charakteristika použitých surovin	36
4.3.2	Výrobní postup	37
4.3.3	Senzorické hodnocení bezlepkového piva	39
4.4	Statistická analýza dat	40
5	VÝSLEDKY A DISKUZE	41
5.1	Senzorická analýza vánočky	41
5.2	Pevnost vánočky	48
5.3	Senzorická analýza těstovin	49
5.4	Zkoušky vařivosti	58

5.5	Senzorické hodnocení bezlepkového piva	59
6	ZÁVĚR.....	64
7	PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY	66
8	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....	74
9	PŘÍLOHY	78

1 ÚVOD

Celiakie je onemocnění, kterému se v dnešní době věnuje velká pozornost. Diagnóza celiakie je v České republice stanovena u nejméně 40 000 až 50 000 obyvatel. Jedná se o chorobu civilizační, která pravděpodobně vznikla v souvislosti s konzumací obilovin jako hlavního zdroje energie. Celiakie byla po dlouhou dobu neznámým onemocněním. V roce 1945 holandský pediatr K. W. Dicke potvrdil, že se příznaky pacientů s celiakií zmírnily po vyloučení obilovin z jejich jídelníčku (MOŽNÁ, 2006).

Celiakie je autoimunitní onemocnění postihující sliznici tenkého střeva. Onemocnění je vyvolané nepřiměřenou reakcí protilátek imunitního systému na bílkovinu zvanou lepek. Důsledkem poškození sliznice střeva je snížené vstřebávání živin a minerálních látek, které postupně vede ke strádání celého organismu. Celiakie nepostihuje pouze sliznici tenkého střeva, ale i řadu jiných orgánů. Onemocnění může způsobit poruchy ledvin, jater, nervového systému a kožní projevy. Jediným dnes známým způsobem léčby je dodržování bezlepkové diety. Dieta zahrnuje pečlivé sledování složení konzumovaných potravin a jejich složitý výběr. S touto skutečností souvisí i nezanedbatelné vyšší finanční náklady oproti běžným potravinám. Vlastnosti bezlepkových potravin nejsou srovnatelné s běžnými potravinami. Z tohoto důvodu se řada vědeckých pracovníků a výrobců potravin věnuje problematice zlepšení kvality bezlepkových potravin po všech stránkách, tak aby bylo naplněno očekávání dietologů a především samotných celiaků (LUŽNÁ A VRÁNOVÁ, 2007).

Téma diplomové práce „*Možnosti výroby piva, pekárenských a těstářenských výrobků pro celiaky*“ bylo zvoleno z osobních důvodů, protože i já jako celiak musím dodržovat bezlepkovou dietu. I z těchto důvodů mi leží kvalita potravin pro celiaky na srdci. Největší problémy můžeme pozorovat u bezlepkového pečiva, které neodpovídá svými vlastnostmi kvalitě běžného pečiva s obsahem lepku. Nepřítomnost lepku má negativní dopad především na objem a texturu. Pečivo rychle okorává, dosahuje malého objemu a má nevyhovující texturu. Tyto nedostatky je možné řešit přidáním hydrokoloidů, xanthanu a guarové gumy. Dalším nedostatkem bezlepkového pečiva je, že má nepříliš vysokou nutriční hodnotu – nedostatečný je obsah vitamínů a vlákniny.

Absence lepku nemá negativní dopad pouze na pečivo, ale i na výrobu těstovin, dotýká se nepřímo i kvality piva. Těstoviny bez lepku se snadno rozvářejí, mají špatnou

vaznost a vyznačují se vysokým sedimentem. Bezlepkové pivo nemá sensorické vlastnosti odpovídající běžnému pivu a to i přes to, že je k jeho výrobě užito ječného sladu. Pivovary však využívají oproti normální výrobě piva speciální druhy enzymů, které sníží obsah lepku na hranici stanovenou legislativou. Jiný způsob výroby bezlepkového piva, který se v praxi využívá, je náhrada ječného sladu sladem z přirozeně bezlepkových surovin. Nejčastěji se bezlepkové slady vyrábí z rýže, prosa, čiroku, ale i pohanky (POZLER, 2002).

2 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo zpracovat literární rešerši zaměřenou na uplatnění bezlepkových surovin pro výrobu piva, pečiva a těstovin. Dílčími cíli diplomové práce jsou:

- navrhnout receptury a postupy výroby bezlepkového piva, pečiva a těstovin,
- vyrobené bezlepkové výrobky podrobit senzoričkému hodnocení, těstoviny podrobit zkouškám vařivosti, u bezlepkového piva stanovit základní charakteristiky,
- výsledky měření zpracovat a vyhodnotit statistickými metodami.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

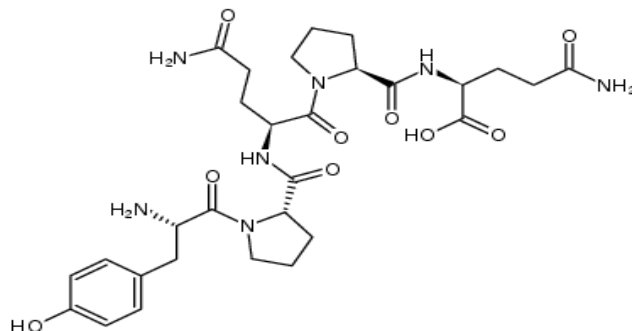
3.1 Celiakie

Celiakie, rovněž nazývaná celiakální sprue, glutenová enteropatie, je chronické autoimunitní onemocnění sliznice tenkého střeva, které citlivě reaguje na směs bílkovin zvanou lepek neboli gluten (LUŽNÁ A VRÁNOVÁ, 2007).

Bílkovina lepek

Lepkem se rozumí rostlinná bílkovina obsažená v obilí – pšenici, žitu, ovsu a ječmeni. Přičemž v každé zmíněné obilovině je nazýván odlišně. V pšenici je bílkovina označována jako gliadin (Obr. 1), v žitě jako sekalin, v ovsu jako avenin a v ječmeni jako hordein. Střední část obilního zrna, endosperm, je tvořena průměrně 70 % škrobu a 30 % bílkovin, především lepkem. Lepek je obsažen v každé potravíně vyrobené z bílé mouky jako například rohlíky, koláče, těstoviny, knedlíky a jiné.

Lepek poskytuje těstu pružnost. Základem kvalitního těsta je kvalita a obsah lepku v mouce. Tyto vlastnosti se následně promítají do výsledného pekařského produktu (RUJDEN A CICHAŇSKA, 2010).

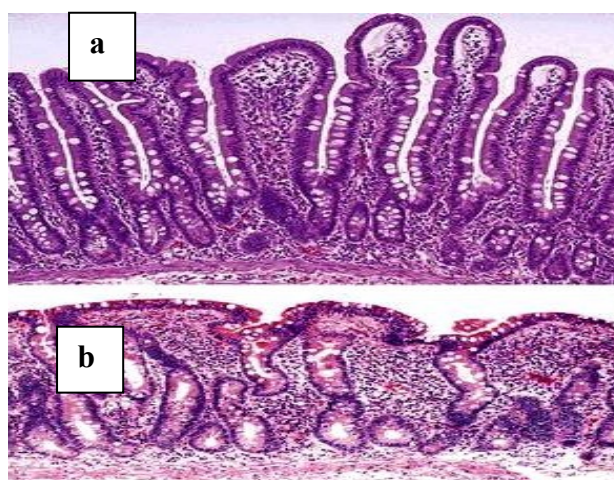


Obr. 1 Chemická struktura gliadinu pšenice (MP BIOMEDICALS, 2016).

3.2 Charakteristika onemocnění celiakie

Onemocnění celiakie se vyskytuje pouze u predisponovaných jedinců, tj. jedinců, kteří vytvářejí nadměrné množství protilátek proti enzymům a bílkovinám, které jsou součástí gliadinové části bílkoviny lepku. Protilátky se s těmito enzymy a bílkovinami spojují, a následně vznikají komplexy, které vedou k poškození sliznice tenkého střeva. K poškození dochází v důsledku vznikajícího zánětu, který vede ke změně vzhledu

i funkce sliznice střeva. Vlivem zánětu postupně dochází k vyhlazování klků a mikroklyků na povrchu sliznice tenkého střeva, v jehož důsledku se zmenšuje povrch pro vstřebávání a resorpci živin, vitamínů a minerálních látek. Vliv působení bílkoviny lepku znázorňuje obrázek 2. Část a) znázorňuje absorpční plochu sliznice střeva u zdravého jedince. V části b) je zobrazeno vyhlazení klků sliznice jedince trpícího celiakií.



Obr. 2 Znázornění sliznice tenkého střeva u zdravého a nemocného jedince (CELIAC DISEASE FOUNDATION, 2015).

Ke klinickému projevu celiakie nedochází z pravidla v žádném konkrétním věku. Onemocnění může propuknout jak u dětí, tak u dospělých. Přičemž u dětí se celiakie vyskytuje nejčastěji v době, kdy jim byla poprvé podána strava s obsahem lepku, a to například formou krupičné kaše, piškotů a polévek zahuštěných moukou. U dospělých se onemocnění obvykle projevuje mezi 30. až 50. rokem života. Jak už bylo zmíněno, jedná se o genetické onemocnění, které však mohou vyvolat i některé vnější vlivy. Za tzv. spouštěcí faktory označujeme například závažná infekční onemocnění, operace, stres, ale i těhotenství.

Původně byla celiakie považována za onemocnění vyskytující se poměrně vzácně. Dnes je však prokázáno, že se jedná o onemocnění relativně časté (MOŽNÁ, 2006).

3.2.1 Formy celiakie

V současné době rozlišujeme celkem pět klinických forem celiakie. Mezi klinicky nejrozsáhlejší patří forma klasická a atypická (Tab. 1).

Forma klasická je příznačná pro děti. Atypická forma vévodí především v dospělosti. Forma klasická se nejčastěji projevuje malabsorpčním syndromem společ-

ně s průjmy, hubnutím, nadýmáním, poruchami růstu a hyposplenismem, což je snížená funkce sleziny. Pacienti s atypickou formou celiakie vykazují mnohdy velice různorodé projevy, a proto bývají často nesprávně diagnostikováni. Silentní (němá) forma vyhovuje všem diagnostickým kritériím, avšak jedinec je výhradně asymptomatický, diagnóza je proto většinou nahodilá nebo je celiakie diagnostikována při takzvaném screeningu rodinných příslušníků. Forma latentní vykazuje pozitivní výskyt protilátek a mezní nález v enterobiopsii (LUŽNÁ A VRÁNOVÁ, 2007).

Tabulka 1 Klinické formy celiakie (MALKUSOVÁ ET AL., 2010).

Forma	Protilátky	Biopsie	Příznaky	Výskyt
Klasická	+	+	GIT	< 25 %
Atypická	+	+	atypické	> 60%
Silentní	+	+	0	? %
Latentní	+	↑ IEL	0	? %
Potenciální	+/0	0	obvykle 0	? %

Vysvětlivky: + pozitivní, 0 negativní, ↑ IEL zvýšení intraepiteliálních lymfocytů, GIT gastrointestinální.

3.2.2 Projevy onemocnění

Mezi typické příznaky onemocnění vyskytujících se u dětí patří především neprosívání, nepřibývání na váze, mívají mastné, objemné a zapáchající stolice nebo kašovitě světle zbarvené průjmy, které posléze vedou až k podvýživě, pocitu plynatosti, křečím, bolestem a následně k vzdučnému břichu, které kontrastuje s vyhublými končetinami. U dětí se dále vyskytuje ztráta chuti k jídlu, jsou plačtivé a podrážděné. Velmi častým příznakem je rovněž anémie z nedostatku železa. Anémie se projevuje únavou, apatií, malé děti bývají velmi zaostalé v pohybu.

U dospělých jedinců jsou projevy onemocnění podobné projevům u dětí, avšak nejčastější případy bývají s méně vyvinutými symptomy. K následujícím příznakům se řadí například řídnutí kostí, zvýšená kazivost chrupu, bolesti kloubů i svalů, cukrovka, kožní problémy, deprese, krvácivost, zvýšená náchylnost k infekcím, otoky končetin, poruchy pohlavních funkcí apod.

Společně s celiakií může docházet k výskytu takzvaných přidružených onemocnění. Mezi taková onemocnění náleží poruchy nervového systému, vysoké jaterní testy, poruchy ledvin, srdeční vady, záněty štítné žlázy, změny na CT vyšetření, na magnetické rezonanci a další. Dále se u žen mohou objevovat poruchy menstruačního cyklu,

a v případě neléčené celiakie může docházet k potratům a neplodnosti. Též může postupně docházet až k celkovému rozvratu metabolismu a hojnému výskytu nádorového onemocnění (MOŽNÁ, 2006).

3.3 Léčba celiakie

V současné době jediným a dostačujícím prostředkem je naprosté vyloučení lepku ze stravy, tzn. dodržovat bezlepkovou dietu. Kromě toho pacienti s těžkou akutní formou celiakie by měli na několik týdnů, než dojde k zotavení sliznice tenkého střeva, vyloučit z jídelníčku též mléko, tučná jídla a jiné těžké a dráždivé pokrmy. Mimořádně musí tito pacienti v rané fázi terapie užívat léky, konkrétně kortikoidy, dále vitamíny a doplňky stravy. Po utišení akutní fáze dochází k podávání běžné stravy bez obsahu lepku, přičemž bezlepkovou dietu musí pacienti dodržovat celoživotně. V některých případech, kdy dochází v důsledku požití lepku k výskytu dermatitis herpetiformis, je třeba společně s bezlepkovou dietou souběžně užívat léky, pomocí kterých dojde k vymizení kožních projevů.

Celiaci se bezlepkové diety nemusí nijak obávat – jde o plnohodnotnou stravu. U dětí poskytuje normální duševní a tělesný vývoj, ovšem za podmínky doplnění stravy bílkovinami z dalších zdrojů (POZLER, 2002).

Nedodržování bezlepkové diety

Dopad nedodržování bezlepkové diety souvisí s délkou porušování diety a věkem pacienta. Je prokázáno, že celiaci dlouhodobě nedodržující bezlepkovou dietu mají vyšší predispozici ke vzniku zhoubných nádorů, než pacienti kteří dietu striktně dodržují. Celiakie se častokrát spojuje s chorobami, které mají původ v abnormální imunitní reakci organismu proti vlastním tkáním, jde o nemoci z autoimunity. Velmi běžný je společný výskyt celiakie a cukrovky I. typu nebo celiakie a zánětu štítné žlázy. Nedodržování diety vede ke sníženému příjmu živin, vitamínů a minerálních látek (POZLER, 2002).

3.4 Bezlepkové potraviny a nabídka bezlepkových výrobků

Nabídka bezlepkových potravin je neustále pestřejší. Bezlepkové suroviny i potraviny se vyskytují na našem trhu různé kvality i ceny. Mnohokrát lze však říci, že kvalita

bezlepkových výrobků na trhu neodpovídá jejich ceně, přičemž jde o výrobky finančně nákladné. Původ vyšší ceny bezlepkových výrobků pramení v technologicky náročné průmyslové výrobě. Zvláště výroba bezlepkového pečiva je obtížný úkon, který ztěžuje absence podstatné složky – lepku. Absence lepku vede k lepivosti těsta, nízkému objemu pečiva, drobitosti a neodpovídající sensorické kvalitě výrobků. Ze zmiňovaných důvodů mnoho pekáren dováží hotové bezlepkové směsi na pečení ze zahraničních zdrojů, které využívají vyspělejší technologie výroby bezlepkového pečiva (KUČEROVÁ, PELIKÁN, 2008).

3.5 Alergie na lepek

Je nutno zmínit, že celiakie a alergie na lepek jsou dva odlišné pojmy. Vyskytují se jedinci, kteří po požití lepku trpí nepříjemnými příznaky. Příznaky se objevují i za předpokladu, že nedochází k charakteristickému poškození sliznice tenkého střeva, jako je tomu u celiakie. Tudíž se o celiakii nejedná. Klinické projevy jsou nejčastěji ve spojení s trávicím traktem, vedou k nevolnosti, průjmům, nadýmání, ale i únavě a bolesti kloubů.

K eliminaci potíží je, stejně jako u celiakie, nezbytné vyloučit lepek ze stravy. Existují však případy, u kterých je nepatrné množství lepku ve stravě tolerováno, v rozporu s celiakií, kdy je zapotřebí lepek ze stravy vyloučit v celém objemu. Jestliže se u pacienta vyskytuje alergie na lepek nebo celiakie, musí vždy diagnostikovat respektive rozlišit lékař (NOVÁK, 2010).

3.6 Legislativní ustanovení

Jako u všech surovin a potravin uvedených na našem trhu, i bezlepkových potravin se týká sled zákonů a nařízení. Zákony se zabírají jak vnitrostátní právní úprava České republiky, tak i evropská legislativa. Hlavním cílem zákonů je ochrana zdraví osob postižených celiakií a alergií na lepek. Zákony se zabývají složením a označováním potravin určených pro bezlepkovou dietu a příslušným množstvím lepku v bezlepkových potravinách, zejména z důvodu záměny bezlepkových potravin s potravinami lepek obsahujícími. Ze zmíněných důvodů bylo zavedeno přehledné mezinárodní označení bezlepkových potravin ve formě přeškrtnutého klasu, znázorněného na obrázku 3.



Obr. 3 Mezinárodní označení potravin bez lepku (www1).

Od 1. ledna 2009 vstoupilo v platnost Nařízení Evropské komise (ES) č. 41/2009 o složení a označování potravin vhodných pro osoby s nesnášenlivostí lepku. Nařízení se vztahuje k potravinám, které musí splňovat zvláštní výživové požadavky osob s nesnášenlivostí lepku.

Nařízení komise (ES) č. 41/2009 předepisuje odlišné požadavky pro:

- potraviny pro zvláštní výživu určené pro osoby s nesnášenlivostí lepku,
- potraviny určené pro běžnou spotřebu a potraviny pro zvláštní výživu, které nejsou určeny pro osoby s nesnášenlivostí lepku.

Potraviny pro zvláštní výživu určené osobám s nesnášenlivostí lepku zahrnují potraviny označované údajem „bez lepku“, u nichž může být obsah lepku nejvýše 20 mg/kg. Dále se vztahuje k potravinám označených údajem „velmi nízký obsah lepku“, u kterých může být obsah lepku nejvýše 100 mg/kg.

Označení „velmi nízký obsah lepku“ je určeno pro potraviny ze specificky upravených složek zhotovené z pšenice, žita, ječmene, ova nebo jejich hybridů, u kterých bylo množství lepku sníženo technologickou úpravou. Označení „bez lepku“ je stanoveno pouze pro potraviny, které neobsahují pšenici, žito, ječmen, oves nebo jejich hybridy, ale obsahují jiné složky, nahrazující zmíněné obilniny, jimiž jsou přirozeně bezlepkové suroviny.

V České republice vstoupila v platnost Vyhláška č. 113/2005 Sb., o způsobu označování potravin a tabákových výrobků, která se zabývá označováním potravin na českém trhu. Tato vyhláška praví, že označení potraviny musí být uvedeno tak, aby neuvádělo spotřebitele v omyl. Údaj „bez lepku“ nebo „velmi nízký obsah lepku“ musí být uveden v blízkosti názvu potraviny, pod kterým je uváděna na trh. Ve složení potraviny musí být uveden údaj o alergenních složkách, tedy i lepku. Takové označení není po-

vinné pouze v případě, jestliže název potraviny uváděné na trh výslovně poukazuje na alergenní složku.

Jako v případě Evropské unie, tak i pro Českou republiku platí vyhlášky týkající se označení potravin „velmi nízký obsah lepku“ a „bez lepku“. Konkrétně se označením v České republice zabývá Vyhláška č. 35/2012 Sb., o potravinách určených pro zvláštní výživu a o způsobu jejich použití ve znění pozdějších předpisů, kterou se mění vyhláška č. 54/2004 Sb., o potravinách určených pro zvláštní výživu a o způsobu jejich použití. Vyhláška uvádí totožná kritéria jako Nařízení komise (ES) č. 41/2009 Sb., související s obsahem lepku v potravinách uváděných konečnému spotřebiteli (PAVELKOVÁ, BUREŠOVÁ, 2014).

3.7 Příspěvky českých zdravotních pojišťoven

Dodržovat bezlepkovou dietu není prosté, a to hned z několika důvodů. Jedním z nich je pečlivá kontrola složení výrobků na obalech a v neposlední řadě i nezanedbatelné finanční náklady. Je prokázáno, že se na našem trhu objevují bezlepkové potraviny, které jsou častokrát mnohonásobně dražší, než běžné potraviny lepek obsahující. Vzhledem k finanční obtížnosti bezlepkové diety poskytuje řada českých pojišťoven celiakům v různé výši finanční příspěvek na zakoupení bezlepkových surovin a potravin.

Jednou z pojišťoven přispívající pacientům s celiakií je *Všeobecná zdravotní pojišťovna* (VZP), která formou programu Bezlepková dieta přispívá svým klientům na nákup bezlepkových potravin. Klient VZP lékařem diagnostikovanou celiakií má nárok na 6 000 Kč ročně, které se vyplácí vždy zpětně za uplynulých šest měsíců. Příspěvek je vytyčen pro klienty, kteří splňují několik kritérií. Klient musí být ve věku do 26 let včetně, za předpokladu, že se jedná o studenta, dále musí být klient členem programu Klub pevného zdraví. Klient je v pojišťovně povinen předložit doklady za nákup bezlepkových potravin za uplynulý půlrok a má nárok na příspěvek ve výši maximálně 3 000 Kč. VZP je pojišťovnou přispívající svým klientům už od roku 2008, přičemž do roku 2013 se příspěvek vztahoval pouze pro klienty do věku 19 let. Nově je pak příspěvek přiznán i klientům ve věku do 26 let (TICHÝ, 2013).

Zaměstnanecká pojišťovna škoda (ZPŠ) poskytuje příspěvky svým klientům ve výši až 1 500 Kč ročně, a to bez rozdílu věku pro všechny žadatele. Příspěvek se vzta-

huje na náhradu nákladů spojených s dietním stravováním, bezlepkovou dietou a dietou při fenylketonurii. Klient je povinen předložit původní doklad o zakoupení dietních potravin a posudek ošetřujícího lékaře o nevyhnutelné dietě.

Česká průmyslová zdravotní pojišťovna (ČPZP) zavedla program pro klienty trpící celiakií, a poskytuje jim příspěvky ve výši 1 500 Kč ročně bez podmínky věku.

Oborová zdravotní pojišťovna (OZP) zavedla příspěvek z fondu prevence určené na bezlepkové potraviny klientům starším 27 let. Klienti OZP se však musí zúčastnit nejméně jednoho z poskytnutých preventivních programů a být zaznamenáni v Asistenční službě OZP.

Mezi poslední pojišťovnu v České republice, přispívající celiakům na nákup bezlepkových potravin, patří *Revírní bratrská pokladna*. Příspěvek je přidělen klientům s diagnostikovanou celiakií bez rozdílu věku do výše 500 Kč na nákup bezlepkových potravin (SDRUŽENÍ JIHOČESKÝCH CELIAKŮ, A.S., 2013).

Nejen v České republice, ale i v některých dalších státech přispívají pojišťovny celiakům na nákup bezlepkových potravin. Například ve Finsku je stanoven příspěvek ve výši 21 Euro za měsíc. V Chorvatsku mají klienti do 18 let nárok na stanovené množství bezlepkových potravin zdarma, po dosažení věku 18 let mají nárok na dvě třetiny z ceny potraviny zdarma. Rovněž v Itálii mají klienti nárok na určité množství potravin zdarma. V Lucembursku činí kompenzace výdajů spojených s nákupem bezlepkových potravin až 45 Euro měsíčně, v Maďarsku je tomu až 50 Euro za měsíc (TOMEČKOVÁ, 2013).

3.8 Výroba bezlepkových pekařských výrobků

Vlastnosti pšeničného těsta a pečiva jsou ovlivněny především množstvím a kvalitou lepkových proteinů. Během vývoje těsta vytvářejí proteiny lepkovou síť s unikátními elastickými vlastnostmi. Díky roztažitelnosti a síle má síť schopnost zadržet kypřící plyny v těstě. Zadržení plynů poskytuje pečivu typickou pěnovou strukturu. Značný problém představuje bezlepkové pečivo, jehož viskozita je nízká, střída pečiva tvrdá, chuť a vůně jsou nedostatečné, pečivo má nízký objem, malou pružnost a soudržnost a krátkou dobu skladovatelnosti (BUREŠOVÁ ET AL., 2014).

3.8.1 Bezlepkové suroviny a jejich kvalita

Celiaci musí z jídelníčku vyloučit potraviny obsahující pšenici, ječmen, žito a oves. Z toho důvodu je nutné obilniny lepek obsahující nahradit přirozeně bezlepkovými surovinami. Do bezlepkových surovin patří například rýže, pohanka, kukuřice, proso, čirok, amarant apod. Při uplatnění surovin neobsahujících lepek dochází vlivem jeho nepřítomnosti ke zhoršování pekařských vlastností pečiva (KUČEROVÁ, 2004).

3.8.2 Rýže (*Oryza sativa*, L.)

Rýže patří mezi nejvíce využívané alternativy ve výrobě pekařských výrobků určených pro celiaky. Převážný podíl bílkovin rýže tvoří albuminy, globuliny, oryzein. Lipidy rýže jsou tvořeny 65 % nasycených a 35 % nenasycených mastných kyselin. Převážujícím sacharidem je zde škrob, krom toho 1,5 % dextrin, 1 % cukrů a nepatrné množství vlákniny. Rýže obsahuje i některé vitamíny, konkrétně vitamíny skupiny B (B₁, B₂), niacin, kyselinu nikotinová a vitamin E (HOMOLA, 2006).

Rýžová mouka je vhodná pro výrobu bezlepkového pečiva zvláště pro bílou barvu, málo výraznou chuť a lehkou stravitelnost. I přes výhody rýžové mouky mají bílkoviny horší funkční vlastnosti. Z těchto důvodů jsou do rýžových směsí přidávány hydrokoloidy (HAGER ET AL., 2012).

3.8.3 Pohanka (*Fagopyrum esculentum*, Moench)

Pohanka se řadí mezi pseudocereálie. Pohankové proteiny (8,5–18,9 %) jsou zastoupeny především albuminy a globuliny. Velice vyvážený je obsah aminokyselin. Pohanka vyniká vysokým obsahem aminokyselin valinu, lyzinu, fenylalaninu, methioninu a cysteinu. Obsahuje rovněž velké množství nenasycených mastných kyselin. Dále obsahuje vlákninu, a to v rozmezí 3,4–4,2 %. Z minerálních látek je v pohance zastoupen hlavně fosfor, vápník, draslík, hořčík, železo, měď, zinek a selen (BULKOVÁ, 2011).

Pro vysoký obsah bioflavonoidu a rutinu, obsaženého jak v semenech, tak i ve slupkách, působí velmi příznivě na cévy. Napomáhá snižování hladiny cholesterolu v krvi a má příznivé účinky na zastoupení mikroflóry ve střevech. Pohanka prodlužuje trvanlivost výrobku a zabraňuje oxidaci v průběhu zpracování (ALVAREZ-JUBETE ET AL., 2010).

3.8.4 Kukuřice setá (*Zea mays, L.*)

Kukuřice je velice vhodnou obilovinou pro potřeby celiaků. Společně s rýží je nejvíce pěstovanou obilninou na světě. Převážnou část kukuřičného zrna tvoří škrob (min. 73 %). Zbytek sacharidů tvoří glukóza, sacharóza a fruktóza. Kukuřice obsahuje asi

8–11 % proteinů. Hodnota proteinů je ovlivněna nízkým obsahem esenciálních aminokyselin tryptofanu a lysinu. Kukuřice obsahuje velké množství nenasycených mastných kyselin, a to kyselinu linolovou (61 %), kyselinu alfa-linolenovou (2,7 %) a kyselinu olejovou (18 %). Kukuřice má vysoký obsah minerálních látek, především draslíku, vápníku, fosforu, hořčíku a selenu. Obsahuje vitamin E, vitamíny skupiny B, biotin, vitamin K, provitamin D. I přes to je uplatnění kukuřičné mouky při výrobě bezlepkového chleba poměrně malé. Kvalitu těsta připraveného z kukuřičné mouky ovlivňuje i velikost částic. Mouka s jemnějšími částicemi představuje pomalejší vývoj těsta v průběhu kynutí (ORTIZ-SÁNCHEZ ET AL., 2013).

3.8.5 Proso seté (*Panicum miliaceum L.*)

Proso je spolu s čirokem bohaté na fenolické sloučeniny. Na základě výzkumů byl potvrzen jejich pozitivní vliv na lidské zdraví, především jako prevence a snížení oxidačního stresu, prevence rakoviny a zánětů. Proso má poměrně nízký obsah tryptofanu a lysinu. V zrně prosa jsou zastoupeny i antinutriční látky, například třísloviny a fytáty, které mají tu vlastnost, snižovat biologickou dostupnost minerálních látek ve střevním traktu (TAYLOR ET AL., 2013).

Proso obsahuje asi 72 % škrobu. Proteiny prosa tvoří převážně aminokyseliny leucin, valin, izoleucin a fenylalanin. Hojně je zastoupení nenasycených mastných kyselin. Z minerálních látek stojí za zmínku obsah hořčíku, železa, fosforu a manganu (MOUDRÝ, 2005).

3.8.6 Čirok obecný (*Sorghum vulgare, L.*)

Čirok je používán po dlouhá léta jako potravinářská plodina v Africe a Indii. Vědečtí pracovníci v USA a Evropě se stále více zajímají o potenciál čiroku jako jedinečné obiloviny. Studie jsou kladeny především na využití čiroku pro produkci potravin určených pro jedince s nesnášenlivostí lepku (DEL GIUDICE ET AL., 2008).

Zrno čiroku obsahuje přibližně 70 % škrobu, 8–18 % proteinů a 3,5 % tuku. Velice hodnotný je obsah fenolických kyselin, a to pro jejich antioxidační vlastnosti. Z toho důvodu je čirok velice vhodný pro výrobu funkčních potravin. Především je čirok užíván k výrobě chleba. Těsto z čiroku má ale neuspokojující viskoelastické vlastnosti (KULAMARVA ET AL., 2009).

3.8.7 Amarant (*Amaranthus spinosus*, L.)

Amarant, též laskavec, se řadí mezi pseudocereálie. Amarant se vyznačuje svojí vysokou nutriční hodnotou. Významný je především pro obsah bílkovin (18 %), které se skladbou aminokyselin téměř rovnají bílkovinám původu živočišného. Nejvyšší podíl aminokyselin tvoří lyzin a methionin. Vysoký je obsah i nenasycených mastných kyselin, zejména kyseliny linolové, linoleové a olejové. V tuku je zastoupen skvalen, nenasycený uhlovodík, který snižuje hladinu cholesterolu a napomáhá při léčbě rakoviny. Ve větším zastoupení je i kyselina listová. Využití amarantu v pekárenském průmyslu je velmi široké, využívá se pro výrobu pečiva, sušenek i těstovin (PRUGAR, 2005).

3.8.8 Merlík čilský (*Chenopodium quinoa*, Willd.)

Quinoa neboli merlík čilský, spolu s kukuřicí a bramborami patří mezi hlavní plodiny v pásmu And. V současné době je nejvyšší produkce merlíku čilského ve státech Bolívie, Peru, Chile a Ekvádoru, dále ve Velké Británii, Německu a Dánsku (UHLÍŘOVÁ, 2015).

Quinoa může sloužit jako náhražka rýže a jiných příloh s obsahem škrobu. Obsahuje vysoké množství hodnotných proteinů (asi 23 %), které obsahují osm esenciálních aminokyselin. Plnohodnotné bílkoviny předurčují merlík pro vegetariánskou stravu. Z minerálních látek obsahuje merlík především mangan, vápník, hořčík, železo, měď, zinek, rovněž vitamíny skupiny B, vitamin E a dokonce i vlákninu (10 %). Dále obsahuje asi 7 % tuků, 10 % vody, 5 % fenolických látek a 4 % saponinů. Díky vysokému obsahu vlákniny a antioxidantů, je merlík vhodný pro prevenci rakoviny tlustého střeva a jiným onkologickým chorobám. Merlík je vhodný pro diabetiky, protože má poměrně nízký glykemický index (NOWAK ET AL., 2015).

Mouka merlíku je vhodným substrátem pro kvasinky, které těsto provzdušňují. Vhodnost mouky spočívá ve vyšším obsahu glukózy a vyšší aktivitě alfa-glukosidázy, v porovnání například s moukou kukuřičnou a rýžovou. Mouka merlíku může nahradit

40–100 % mouky pšeničné. Ve vzorcích připraveného pečiva byl zjištěn nárůst objemu až o 33 %. Předpokládá se, že by mouka merlíku mohla zlepšit kvalitu bezlepkového pečiva (ELGETI ET AL., 2014).

3.8.9 Brambory (*Solanum tuberosum*, L.)

Složení brambor je ovlivněno odrůdou a termínem sklizně. Obsahují asi 20 % sušiny a 80 % vody. Sušinu tvoří 12–20 % sacharidů, 2 % dusíkatých látek a 0,1 % tuků. Převažujícím sacharidem je škrob, který musí tvořit pro zpracovatelský průmysl minimálně 18 % čerstvé hmoty. Škrob brambor se vyznačuje vysokou energetickou hodnotou a řadí se ke škrobům méně stravitelným. Stravitelnost škrobu lze zlepšit mazováním za vyšších teplot. Brambory obsahují bílkoviny s vyváženým aminokyselinovým složením. V zastoupení je ve velké míře lyzin, limitujícími aminokyselinami jsou cystein a metionin. V hlízách brambor se vyskytují i některé vitamíny skupiny B, vitamin C, A, E a K. Přibližně polovinu minerálních látek hlíz tvoří draslík. Dále je to vápník, hořčík a jiné. Brambory jsou plodinou s obsahem přírodních antioxidantů. Mezi antioxidanty brambor patří polyfenoly, kyselina askorbová, karotenoidy a alfa-tokoferol (JAŠKOVÁ, 2008).

3.8.10 Sója luštinatá (*Glycine max*, L.)

Sója se pěstuje především pro semeno, které obsahuje asi 38 % bílkovin, 19 % tuků a 27 % glycidů. Plodina obsahuje velké množství lecitinu. Hodnotný olej s vysokým obsahem nenasycených mastných kyselin má pozitivní vliv na choroby krevního oběhu a srdce. Potravinářský průmysl využívá sóju na různé výrobky – sójovou mouku, sójové mléko, sójové maso, tofu a fermentované sójové výrobky (MOUDRÝ, 2004).

Proteiny sóji mají ve formě izolátů, koncentrátů a mouky velmi dobré funkční vlastnosti. Vlastnosti jsou srovnatelné s produkty živočišnými (např. sušené mléko, kasein, vaječné žloutky a bílky). Sójové proteiny jsou dobře rozpustné ve vodě, mají dobrou vaznost, absorpci vody a elasticitu, stabilní a snadno řízenou viskozitu, mazování. Pro pekárenský a cukrářský průmysl se používají především přísady sójové mouky s různým podílem tuku. Dále se používá sójová krupice, koncentrát a izolát, v menší míře sójová vláknina. Sója má zjevný pozitivní vliv na kvalitu výrobku a technologický postup. Podílí se na zlepšení nutriční hodnoty výrobku, která je výrazně uchována i po tepelné úpravě (ČERVENKA, 2011).

3.8.11 Banán plantain (*Musa paradisiaca*, L.)

V současné době se pro bezlepkovou dietu využívá i mouka vyráběná z banánů. Banánová mouka je typická pro tzv. paleo stravu. Zastánci paleo stravy zařazují do svého jídelníčku především maso, ryby, zeleninu, ovoce, houby a vejce. Naopak odmítají obiloviny, luštěniny, pečivo, mléko a sýry. Filozofie paleo stravy spočívá v omezení sacharidů jako základního zdroje energie, který se nahrazuje příjmem tuků a bílkovin (EXHERBIS, 2015).

Banánová mouka se vyrábí jak ve formě ovocné, tak i zeleninové. Mouka ovocná je produkována ze zralých ovocných banánů, díky nimž má nasládlou chuť. Mouka banánová zeleninová (tzv. plantejnová) se vyrábí ze zelených banánů. Zelené banány se nejprve oloupou, následně posekají, usuší a drtí. Výnosnost je asi 1 kg banánové mouky z 8–10 kg surových zelených banánů. A protože je mouka vyráběna z nezralých zelených banánů, obsahuje vysoký obsah škrobu (Tab. 2).

Tabulka 2 Složení 100% plantejnové mouky ve 100 g (RAYO ET AL., 2015).

Energetická hodnota	1447 kJ/341 kcal
Bílkoviny	2 g
Sacharidy	80,1 g
z toho cukry	0,8 g
Tuky	0,5 g
z toho nasycené mastné kyseliny	0,1 g
Vláknina	4 g
Sůl	0,01 g

Banán je čtvrtou nejdůležitější plodinou po rýži, pšenici a kukuřici. Obsahuje nezanedbatelné množství vitamínu B a C, dále minerálních látek, jako je draslík a vápník. Banánová mouka je používána jako přísada do sušenek, chleba a špaget s nízkou kalorickou hodnotou.

Studie prokázaly vliv sušení banánů na kvalitu banánové mouky. Reologické vlastnosti mouky vyrobené z neloupaných banánů vykazovaly vyšší hodnoty viskozity, ale zároveň měla mouka vysokou tendenci k retrogradaci škrobu (BEZERRA ET AL., 2013).

3.8.12 Kokosová mouka (*Cocos nucifera*, L.)

Další přirozeně bezlepkovou moukou je mouka kokosová. Je vyrobena z čerstvé dužiny plodu kokosovníku ořechoplodého. Dužina je nejdříve sušena, následně jemně

pomleta na prášek, který je na první pohled velmi podobný pšeničné mouce. Přípravou kokosovou moukou lze v obsahu asi 10–25 % nahradit běžnou mouku s obsahem lepku.

Kokosová mouka obsahuje vysoký podíl vlákniny (až 39 %), což je asi třikrát více vlákniny, než je obsaženo v zrna sóji. Mouka obsahuje poměrně nízký obsah uhlohydrátů, a proto je vhodná pro zařazení do jídelníčku při redukčních dietách, dodává pocit sytosti a je velmi lehce stravitelná. Působí preventivně proti vzniku diabetes mellitus, kardiovaskulárních onemocnění a rakoviny tlustého střeva. Nutriční hodnotu kokosové moky znázorňuje tab. 3 (TRINIDAD ET AL., 2006).

Tabulka 3 Nutriční hodnoty ve 100 g mouky (TRINIDAD ET AL., 2006).

Energetická hodnota	413 Kcal/1741 kJ
Bílkoviny	19 g
Sacharidy	26 g
Vláknina	39 g
Cholesterol	0 g
Nasycené tuky	8 g
Vlhkost	8 %

3.8.13 Konopí seté (*Cannabis sativa*, L.)

Konopí seté neboli technické konopí je plodina všestranně využitelná. Základní využitelnou surovinou je biomasa (vlákno) a semeno. Stonek konopí je tvořen rostlinnou buničinou využívanou na výrobu biopaliv (briket, dřevěného uhlí). Z celulózy a hemiceululózy dřeně lze produkovat metanol a etanol. Dále je konopí využíváno v chemickém a textilním průmyslu, v lékařství a kosmetice (ŠIROKÁ, 2009).

Dalším využívaným produktem jsou konopná semena, ze kterých se mele mouka a lisuje olej. Semena obsahují asi 30–35 % vysychavého oleje s vysokým obsahem mastných kyselin (palmitová, stearová, linolová, α - a γ -linolenová). Dále obsahují 25 % proteinů. Z proteinů převažuje edestin, vysoce stravitelný protein. Konopný protein obsahuje devět esenciálních aminokyselin v příznivém poměru. Dále konopí obsahuje 15–20 % látek bezdusíkatých, 13 % vlákniny, 4 % popelovin, vitamín B, E, hořčík a vápník. Konopí obsahuje méně než 0,3 % THC (9-tetrahydrokanabinol, primární psychoaktivní látka).

Konopná mouka se získává jemným mletím konopných semen. Nejprve je však nutné semena částečně zbavit oleje. Odstraněním oleje se docílí vyšší trvanlivost mouky a rovněž se zvýší obsah cenných látek, které jsou v konopném semeni obsaženy. Jemná konopná mouka je velmi nutričně bohatá. Využívá se jako zahušťovadlo v nízko sacharidových dietách. Mouku z konopí lze využívat na výrobu chleba, palačinek, vaflí, buchet a jiných těst (ŠVEC A HRUŠKOVÁ, 2015).

3.9 Látky zlepšující kvalitu bezlepkového pečiva

Nutriční hodnota bezlepkového pečiva neodpovídá pečivu s obsahem lepku, neboť je bezlepkové pečivo vyráběno převážně ze surovin s vysokým obsahem škrobu. Bezlepkové výrobky mají poté nižší obsah vitamínů, minerálních látek a především vlákniny. Nevyhovující vlastnosti bezlepkového pečiva lze do určité míry zlepšit přídatnými látkami, například hydrokoloidy, psylliem, guarovou gumou, proteiny nebo emulgátory. (VILMANE A STRAUMITE, 2014).

3.9.1 Přídatné látky – proteiny

Při výrobě bezlepkového pečiva se používá mléčný, sójový a vaječný protein. Mléčné proteiny zvyšují nutriční hodnotu bezlepkového pečiva.

Výběr mléčných proteinů je závislý na tom, jakou vlastnost pečiva chceme zlepšit. Mléčný kasein se vyznačuje jako dobrý emulgátor a stabilizátor bezlepkového těsta. Syrovátkové proteiny vytváří gelovitou strukturu, bílkoviny sušeného mléka dokážou navázat větší množství vody. Obsahují esenciální aminokyseliny, jako lizin a methionin. Zlepšují objem, texturu, chuť a trvanlivost (HOUBEN ET AL., 2012).

Proteiny vaječné zlepšují vlastnosti střídy a tvar chleba. Sójové bílkoviny jsou přidávány ve formě izolovaného proteinu nebo sójové mouky. Tyto bílkoviny zvyšují objem pečiva.

3.9.2 Psyllium

Psyllium se získává z obalů semen jitrocele kopinatého. Jedná se o rozpustnou vlákninu, která ve vodě bobtná a tvoří gel. Uvádí se, že psyllium je schopné zvýšit objem až 40 krát.

Celiaci mají obecně nízký příjem bílkovin a vlákniny. Vlákna zvyšuje objem stolice, pohyblivost střev, a zamezuje vzniku zácpy. Rovněž napomáhá ke snížení hladiny cholesterolu v krvi, snižuje krevní tlak, snižuje vstřebávání cukru a tím i riziko diabetu. Doporučená denní dávka vlákniny je v rozmezí 25–30 gramů.

Použití psyllia má pozitivní účinky na technologické a nutriční vlastnosti konečných produktů. Dochází ke zlepšování zpracovatelnosti, a to jak v průběhu kynutí, tak pečení. (CAPPA, MUCISANO A MARIOTTI, 2013).

3.9.3 Použití emulgátorů

Lepek poskytuje pečivu pružnost, objem a odpovídající strukturu a jeho absenci v mouce z bezlepkových obilnin lze řešit v některých případech přidáním emulgátorů, které lepek částečně nahradí. Emulgátory používané v potravinářském průmyslu jsou přírodní produkty nebo chemicky připravené syntetické látky. Mají schopnost vytvářet emulze a gely. Rozdělují se na hydrofilní nebo lipofilní podle toho, zda mají schopnost přitahovat vodu nebo olej. Zabraňují stárnutí pečiva. Nejčastěji se emulgátory využívají při výrobě jemného pečiva, zmrzlin, čokolád, margarínů, masných výrobků apod. Pečivo je možné vyrábět i bez přídavku emulgátorů, což má ale za následek sušší, nedostatečně nakynutý a okorávající výrobek. Příklad emulgátorů při výrobě pečiva se nachází v tab. 4 (PAVLÍČEK, 2015).

Tabulka 4 Příklad používaných emulgátorů při výrobě pečiva (www 2).

E-kód	Název
E 322	Lecitiny (fosfatidy, fosfolipidy)
E 331	Citronany sodné
E 335	Vinany sodné
E 337	Vinansodno-draselný
E 339	Fosforečnany sodné
E 340	Fosforečnany draselné
E 400	Kyselina alginová
E 402	Alginan draselný
E 403	Alginan amonný
E 412	Guarová guma
E 415	Xanthan
E 450	Difosforečnany (sodné, vápenaté, draselné)
E 461	Methylcelulosa
E 464	Hydroxypropylmethylcelulosa
E 466	Karboxymethylcelulosa
E 471	Mono- a diglyceridy mastných kyselin
E 472	Estery mastných kyselin
E 481	Stearoylaktylát sodný
E 491	Monostearát sorbitolu

3.9.4 Zahušťovadla a stabilizátory

Pokud chceme docílit výroby kvalitního bezlepkového pečiva s podobnými pekařskými vlastnostmi, jako má pečivo z mouky obsahující lepek, můžeme do směsi přidávat pomocné látky. K nejvíce využívaným patří xanthan a guarová guma. Po chemické stránce se jedná o polysacharidy, přičemž guarová guma je polysacharidem produkovaným rostlinami, a xanthan, který je produkován prostřednictvím mikroorganismů.

Přídavná látka xanthan je v potravinářství označována jako E 415 a guarová guma E 412. Guarová guma je mouka ze semen luštěnin pocházející z oblasti Asie a USA. Xanthan je produkt, vznikající činností bakterie *Xanthomonas campestris*, která produkuje slizovitou hmotu. Obě přídavné látky se v potravinářství využívají jako zahušťovadla a stabilizátory (www3).

3.10 Technologie výroby sladu a piva

Při výrobě piva jsou dominantními surovinami ječmen a pšenice. Tyto však obsahují škodlivé sekvence peptidů, které překonávají varní proces, a proto mohou celiaci trpět imunitní reakcí i na pivo. Vhodnými alternativami pro celiaky a výrobu bezlepkového piva jsou například slady z čiroku, pohanky, rýže a kukuřice. Zrna čiroku i pohanky mají dobré předpoklady pro poskytnutí plných piv, neboť zdánlivý extrakt jejich sladu je srovnatelný s extraktem ječmene. Celiaci si tak mohou vychutnat pivo bez rizika reakce na proteiny (FOX, 2009).

Zhotovit dobré a kvalitní bezlepkové pivo však není jednoduché, tudíž se bezlepkových piv na trhu vyskytuje jen omezené množství. Mezi nejčastěji dostupná bezlepková piva na českém trhu patří: Celia – prémiový světlý ležák, Celia dark a Bernard – bezlepkový ležák. Složení bezlepkových piv znázorňuje tab. 5.

- **Celia – prémiový světlý ležák** je zjevně nejznámějším bezlepkovým pivem dostupným na českém trhu. Stupňovitost piva je 11 EPM (extrakt původní mladiny), obsah lepku méně než 0,5 mg/100 ml, obsah alkoholu 4,5 %. Jedná se o pivo žádané i na zahraničním trhu. Exportuje se do Evropy, Jižní Ameriky a Austrálie.
- **Celia dark** se svými parametry řadí mezi pivo tmavé speciální. Pivo obsahuje méně než 0,5 mg/100 ml lepku a 5,7 % alkoholu. Stupňovitost piva činí 14,6 EPM. Sytě tmavohnědá barva je dosažena použitím různé kombinace barevných sladů. Oba ležáky vyrábí Žatecký pivovar, který je v České republice prvním pivovarem vyrábějícím bezlepkové pivo.
- **Bernard – bezlepkový ležák**, který je dostupný na českém trhu od roku 2013. Jeho stupňovitost je 12 EPM a obsah alkoholu 4,9 %. Toto pivo obsahuje méně než 20 mg/kg lepku. Vyznačuje se tradiční chutí, která je charakteristická plností, hořkostí, hustou a bohatou pěnou. Výrobcem je Rodinný pivovar Bernard v Humpolci (PRO ALERGIKY, 2014).

Tabulka 5 Výživová hodnota bezlepkových piv (www 4 A www 5).

Značka piva	Celia – světlý ležák	Celiadark	Bernard
Bílkoviny	0,25 mg/100 ml	0,25 mg/100 ml	0,62 g/100 ml
Sacharidy	4,20 g/100 ml	4,50 g/100 ml	4,26 g/100 ml
Tuky	0,00 g/100 ml	0,00 g/100 ml	0,00 g/100 ml
Energetická hodnota	175 kJ/100 ml	175 kJ/100 ml	190 kJ/100 ml
Gliadin (lepek)	0,5 mg/100 ml	0,5 mg/100 ml	< 20 mg/kg

Nejčastěji se při výrobě bezlepkového piva nahrazuje slad z ječmene či pšenice pohankou nebo prosem. Ječný a pšeničný slad však lze využít, pokud byl dodržen speciální technologický postup, při kterém dochází k redukci obsahu lepku. Problémy celiakům vyvolává prolamin, frakce lepku. Prolamin představuje v ječmeni bílkovinu hordein, v pšenici gliadin. Hladina lepku se v normálním pivu pohybuje v rozmezí 3–42 mg·l⁻¹. Nejvyšší obsah lepku se nachází v pšeničných pivech (HAGER ET AL., 2014).

Průkopníkem výroby bezlepkového piva v České republice je Žatecký pivovar, který k výrobě bezlepkového piva používá pouze ječný slad, chmelové produkty, pivovarské kvasnice a vodu. Žatecký pivovar v součinnosti s Výzkumným ústavem pivovarským a sladařským využívá k výrobě bezlepkového piva speciální enzym – transglutaminázu. Enzym odštěpuje látku prolin ze struktury lepku. Použití bezlepkové suroviny má negativní dopad na cenu produktu, ale především na sensorické vlastnosti. Cena bezlepkového piva se na českém trhu pohybuje v rozmezí 22 až 24 korun za půl litru. Na zahraničních trzích se pohybuje cena za třetinku piva okolo 55 korun. Ze zmíněných důvodů pivo Celia nahradilo na českém trhu zahraniční bezlepková piva (HAVEL, 2014).

4 MATERIÁL A METODIKA

V rámci diplomové práce byly v technologických laboratořích Ústavu technologie potravin Mendelovy univerzity v Brně vyrobeny následující druhy bezlepkových potravin:

- Jemné pečivo – vánočka
- Bezlepkové těstoviny
- Bezlepkové pivo

4.1 Výroba bezlepkové vánočky

Pro výrobu vánočky byly použity následující suroviny:

- Jizerka bezlepková směs – Výrobce Jizerské pekárny, spol. s r.o.
- Máslo – Výrobce Madeta, a.s.
- cukr – Výrobce Cukerní společnost Praha, s.r.o.
- vejce – Výrobce Zlatá vejce, a.s.
- droždí – Lesaffre Česko, a.s.
- mléko – Výrobce Madeta, a.s.
- vláknina WF 200 – Vitacel
- vanilkový cukr – Výrobce Dr. Oetker, s.r.o.
- rozinky – Výrobce Ing. Bohumil Kratochvíl – IBK TRADE
- sůl – Výrobce Solné mlýny, a.s.

Při navrhování receptury pro výrobu bezlepkové vánočky byla použita bezlepková mouka Jizerka (výrobce Jizerské pekárny, spol. s r.o.). Charakteristika mouky je uvedena níže:

Jizerka – přirozeně bezlepková směs univerzální

Směs se skládá z kukuřičného škrobu, bramborového škrobu, kukuřičného modifikovaného škrobu, lupinové mouky, maniokového modifikovaného škrobu, hroznového

cukru, zahušťovadla guarové gumy, emulgátoru sójový lecitin, kyseliny askorbové. Může obsahovat stopy sezamu. Složení bezlepkové směsi Jizerka je uvedeno v tab. 6.

Tabulka 6 Výživová hodnota směsi Jizerka ve 100 g výrobku (JIZERSKÉ PEKÁRNY, S.R.O.)

Energetická hodnota	1517 kJ/362 kcal
Tuky	1,9 g
Nasyčené mastné kyseliny	0,5 g
Sacharidy	82 g
Cukry	3,8 g
Bílkoviny	3,2 g
Sůl	0,22 g

Úprava receptury

Celkem byly navrženy 4 receptury a vyrobeno 8 vánoček, po dvou z každé receptury. U vzorků 2–4, znázorněných v tabulce 8, bylo použito různé množství pšeničné vlákniny WF 200 (3; 5 a 7 %) s délkou vlákna 200 μm . Vzorek s označením 1 byl vzorek kontrolní, který přídatek vlákniny neobsahoval. Navržené receptury jsou uvedeny v následující tab. 7.

Tabulka 7 Navržené receptury vánočky s různým procentuálním zastoupením vlákniny

Suroviny [g]/varianta	1	2	3	4
Jizerka bezlepková směs	500	485	475	465
Máslo	125	125	125	125
Cukr	125	125	125	125
Vejsce	195	195	195	195
Droždí	42	42	42	42
Mléko	200	230	250	270
Vláknina WF 200	0	15	25	35
Vanilkový cukr	8	8	8	8
Rozinky	25	25	25	25
Sůl	2	2	2	2

Charakteristika pšeničné vlákniny WF 200

Vláknina se získává z rostlin speciálním způsobem extrakce. Konkrétně z pšeničných otrub, které obsahují asi 45 g vlákniny ve 100 g otrub. Vláknina je bílý prášek bez výrazné vůně a zápachu. Vedle výživové hodnoty má technologický význam, umožňuje vznik trojrozměrné síťovité struktury. Zlepšuje především stravitelnost potravin a napomáhá průchodnosti střev (MOŘKOVSKÁ, 2009).

4.1.1 Výrobní postup

Důležitým pravidlem při pečení vánočky je, aby byly teploty všech surovin přibližně stejné a tak byl zaručen správný průběh kynutí těsta. Pro výrobu těsta byly použity předem navržené receptury. Nejprve bylo rozmícháno droždí v mléce s přídavkem lžičky cukru a připraven kvásek. Do hnětacího stroje byla navážena bezlepková směs Jizerka, cukr, rozehřáté máslo, přidána celá vejce, sůl, rozinky, vláknina, vzešlý kvásek a následně vymíseno těsto. K výrobě vánoček bylo připraveno těsto tužší konzistence. V hnětacím stroji bylo těsto míseno po dobu 1 minuty na minimální počet otáček (600 otáček za minutu). Vyhnětené těsto bylo po povrchu poprášeno moukou a necháno kynout v kynárně cca 60 minut. Po vykynutí bylo těsto rozděleno na tři kusy, které byly vyváleny a zapleteny do vánoček. Vánočky byly na plechu potřeny rozšlehaným vejcem a ponechány ještě 10 minut kynout v kynárně. Před pečením byly vánočky zpevněny pomocí špejlí, které napomáhají zachovat tvar vánoček v průběhu pečení. Pečení probíhalo v horkovzdušné peci po dobu 20 minut při teplotě 170 °C.

4.1.2 Senzorická analýza

Senzorického hodnocení vánoček se zúčastnilo celkem 13 hodnotitelů ve složení 9 žen a 4 muži. Zároveň se jednalo o 3 ženy a 1 muže s diagnostikovanou celiakií. Celkem bylo hodnoceno 14 deskriptorů. Hodnotil se objem a tvar. Kůrka se hodnotila z pohledu barvy, celistvosti a lesku. Následně byla vánočka rozkrojena, a hodnotila se střída – její pórovitost, kyprost, vůně a chuť. U vánoček byla hodnocena počáteční fáze, vnímavá při vložení vzorku do úst – tvrdost, soudržnost a pružnost. Následně se hodnotila fáze žvýkání – přilnavost a žvýkatelnost. Hodnotitelé měli k dispozici dotazník pro senzorické hodnocení vánočky (viz příloha č. 1). Pro grafické vyhodnocení byly použity nestrukturované stupnice, které měly délku 100 mm. Přičemž 1 mm na stupnici odpovídal 1 bodu.

4.1.3 Tvrdost vánočky

Hodnocena byla tvrdost vánočky prostřednictvím přístroje TIRATEST 27025. Přístroj se používá k měření základních fyzikálních charakteristik vzorků, měření je provedeno v tahu, tlaku a ohybu. Tvrdost je měřena na základě síly, potřebné k proražení pekařského výrobku, síla je vyjádřena v jednotkách Newtonech. Tvrdost vánoček byla měřena v den upečení a v den následující.

4.2 Výroba bezlepkových těstovin

Pro výrobu bezlepkových těstovin byly použity následující suroviny:

- Jizerka bezlepková směs – Výrobce Jizerské pekárny, spol. s.r.o.
- vejce – Výrobce Zlatá vejce, a.s.
- vláknina bambusová BAF 200 – Vitacel
- vláknina hrachová EF 150 – Vitacel
- hydrokoloid HPMC E4M – Výrobce VIVAPUR
- voda

Při navrhování vhodné receptury pro výrobu bezlepkových těstovin byla použita bezlepková směs Jizerka. Jedná se o mouku hladkou, která váže velké množství vody, proto bylo nutné do receptury přidat větší množství vody, ve srovnání s klasickou pšeničnou moukou.

Úprava receptury

K výrobě těstovin byly použity do směsi dva druhy vlákniny – bambusová a hrachová. Procentuální zastoupení obou druhů vláknin v receptuře činilo 6 %. Celkem bylo vyrobeno 7 vzorků těstovin. Vzorek 1 byl vzorkem kontrolním, který byl vyroben pouze za použití mouky a vody. V receptuře vzorků 2 a 3 byla použita bambusová vláknina BAF 200 s délkou vlákna 200 μm , hrachová vláknina EF 150 s délkou vlákna 150 μm , nebyly použity vejce ani hydrokoloid HPMC. V receptuře vzorků 4 a 5 byly použity spolu s vlákninou BAF 200, EF 150 i vejce. U vzorků 6 a 7 byla použita vláknina BAF 200, EF 150 a vejce byly nahrazeny hydrokoloidem HPMC. Navržené receptury jednotlivých vzorků jsou znázorněny v tab. 8.

Tabulka 8 Navržené receptury k výrobě těstovin s různým druhem vlákniny

Suroviny	1	2	3	4	5	6	7
Jizerka bezlepková směs [g]	250	235	235	235	243	232,5	232,5
Vláknina BAF 200 [g]	0	15	0	15	0	15	0
Vláknina EF 150 [g]	0	0	15	0	15	0	15
HPMC [g]	0	0	0	0	0	2,5	2,5
Vejce [ml]	0	0	0	70	70	0	0
Voda [ml]	100	110	130	100	80	140	130

4.2.1 Charakteristika hydrokoloidu a použitých vláknin

Hydrokoloid HPMC

Hydroxypropylmethylcelulóza (HPMC) je nefermentovaná syntetická vláknina na bázi celulózy. Vyrábí se chemickou reakcí bazické celulózy s roztokem hydroxidu sodného. Jedná se o sypkou bílou látku, bez výrazné chuti a vůně. Hydrokoloid se běžně v potravinářském průmyslu využívá jako stabilizátor, emulgátor a zahušřovadlo. Tato hydrofilní látka je schopná vázat velké množství vody. Zlepšuje strukturu a objem pečiva (GRONDE ET AL., 2015).

Bambusová vláknina

Bambusová vláknina je čistá rostlinná vláknina, která je získávána ze zralých bambusových stébel. Vykazuje dobrou vaznost pro vodu a dobře zvyšuje svůj objem. Jedná se o bílý prášek bez vůně a chuti. Využívá se především pro schopnost zvýšit objem a trvanlivost pečiva (MÜLEROVÁ, 2010).

Hrachová vláknina

Jedná se o rozpustnou vlákninu, která se získává ze slupek hrachu polního. Vláknina má dobrou vaznost pro vodu, je schopná zadržet vodu v množství až pětinasobku své hmotnosti (KOPÁČOVÁ, 2003).

4.2.2 Výrobní postup

Do hnětacího přístroje bylo naváženo požadované množství surovin podle receptury jednotlivých vzorků, a následně zpracováno těsto. Přídavek vody byl přizpůsoben tak, aby konzistence těsta byla u všech vzorků shodná. K výrobě těstovin byl použit těstářenský lis TR 70 (Obr. 4).

Vyrobené těstoviny byly rozprostřeny na síta a vloženy do sušárny. Sušení probíhalo ve čtyřech fázích, za použití různé teploty, relativní vlhkostí vzduchu v sušárně a doby sušení. Celková doba sušení těstovin byla 11 hodin. Jednotlivé fáze sušení a jejich parametry jsou znázorněny v tab. 9.



Obr. 4 Těstářenský lis TR 70 pro výrobu těstovin

Tabulka 9 Znázornění jednotlivých fází sušení vzorků těstovin

Fáze sušení	Teplota [°C]	RVV [%]	Čas [h]
1.	40	70	3
2.	50	65	3
3.	45	50	2
4.	45	43	3

4.2.3 Senzorická analýza

Senzorické analýzy vyrobených vzorků těstovin se zúčastnilo 10 hodnotitelů. Hodnotitelé byli ve složení 7 žen a 3 muži, současně se jednalo o 2 ženy s diagnostikovanou celiakií. Těstoviny byly hodnoceny v syrovém i vařeném stavu. U vzorků syrových těstovin byly hodnoceny následující deskriptory: barva, celkový vzhled (tvar) a vlastnosti povrchu. Senzorické hodnocení vařených těstovin bylo uskutečněno bezprostředně po uvaření. Hodnocena byla barva, hédonické hodnocení barvy, vzhled (tvar), lepivost, vůně a chuť po uvaření, hédonické hodnocení vůně a chuti, a celkový dojem. Hodnotitelé měli k dispozici senzorický dotazník pro hodnocení syrových i uvařených vzorků těstovin (viz příloha č. 2), hodnocení probíhalo prostřednictvím číselných bodových stupnic.

4.2.4 Zkoušky vařivosti těstovin

Vyrobené vzorky bezlepkových těstovin byly po sušení podrobeny zkouškám vařivosti – stanovena byla doba vařivosti v minutách, dále byla stanovena vaznost, bobtnavost a sediment. (VYŽRALOVÁ, 2001, PELIKÁN ET AL., 1993. POSPIECH A PAŽOUT, 2012, HRUŠKOVÁ ET. AL., 2015).

4.3 Výroba bezlepkového piva

K výrobě vzorků bezlepkového piva byl použit kukuřičný slad, chmelové granule, pivovarské kvasinky, enzymy a voda. Celkem byly vyrobeny 3 vzorky bezlepkového piva, které se vzájemně recepturně nelišily. K výrobě bezlepkového piva byly použity následující suroviny:

- kukuřičný slad – kukuřice koňský zub
- enzym Ultraflo L – Novo Nordisk A/S, 2880 Bagsvaerd Denmark
- kmen spodních pivovarských kvasinek W95
- chmelové granule – odrůda chmele Premiant PE-90
- voda

4.3.1 Charakteristika použitých surovin

Kukuřice koňský zub – slad

Jedná se o nejpěstovanější polní kukuřici. Typickým znakem zrna je zubovitá prohlubeň a klínovitý tvar. Dosahuje pozdních, ale vysokých výnosů a využívá se především pro krmení hospodářských zvířat. V potravinářském průmyslu se využívá k výrobě škrobu, kukuřičné mouky a oleje (HLUŠKA, 2016).

Enzym Ultraflo L

Skupina enzymů β -glukanáz a xylanáz, které jsou produkovány fermentační činností kmene *Humicola insolens*. Enzymy snižují hladinu β -glukanů, naopak zvyšují hladinu arabinoxylanů. Snižují viskozitu piva, tím zlepšují filtraci a životnost filtrů (PERÉZ-LOPÉZ ET AL., 2015).

Použitý chmel

K výrobě piva byla použita odrůda chmele Premiant. Chmel byl přidáván do sladiny ve třech fázích. Na začátku, v polovině a na konci chmelovaru. V každé fázi bylo naváženo 2,5 g chmele Premiant. Použitý druh chmele je znázorněn na obr. 5.



Obr. 5 Chmelové granule chmele Premiant

Pivovarské kvasinky

Pro kvašení piva byly použity spodní pivovarské kvasinky W95. Jedná se o ležácké kvasinky. Úloha kvasinek spočívá v přeměně sacharidů na etanol a oxid uhličitý, vznikají ale i další produkty. Kvasinky po ukončení kvašení sedimentují na dno kvasné nádoby. Nejideálnější teplota kvašení je 8–10 °C, bylo dávkováno 2,5 g kvasinek na 5 litrů mladiny.

4.3.2 Výrobní postup

Kukuřičný slad byl vyroben v mikroskladovně (Ravoz, Česká republika), která je k dispozici v prostorách Mendelovy univerzity v Brně (Obr. 6).



Obr. 6 Mikroskladovna Ravoz (Česká republika)

Máčení i klíčení (stádia klíčení uvedena v tab. 10) probíhalo při teplotě 13 °C. Bylo použito dvoudenní máčení se třemi namáčkami. Klíčení kukuřičného zrna probíhalo po dobu 7 dnů a zrna bylo během klíčení v pravidelných intervalech převrstvováno, aby nedocházelo ke srůstu zrn. Po ukončení klíčení bylo zrna hvozďeno. Použito bylo hvoz-

dění pro slad plzeňského typu dvoudenní s dotahovací teplotou 80 °C. Následně byl slad odkličován, zbaven klíčků a kořínků. Připravený slad byl šrotován ve šrotovníku (obr. 7).

Tabulka 10 Stádia klíčení

Stádium klíčení	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Teplota pod sítím	10.0 °C	10.0 °C	10.0 °C	10.0 °C	10.0 °C	10.0 °C	10.0 °C	10.0 °C	10.0 °C	10.0 °C
Tepl.zrna	11.0 °C	11.0 °C	11.0 °C	11.0 °C	11.0 °C	11.0 °C	11.0 °C	11.0 °C	11.0 °C	11.0 °C
Pozice klapky	99.0 %	99.0 %	99.0 %	99.0 %	99.0 %	99.0 %	99.0 %	99.0 %	99.0 %	99.0 %



Obr. 7 Sešrotovaný kukuřičný slad

Výroba mladiny

Bylo naváženo 800 g kukuřičného sladu. Ke sladu byly přidány 4 litry vody a 20 ml enzymů Ultraflo L. Následně byl slad s vodou rmutován (Obr. 8). Jednotlivé teploty a čas setrvání teploty rmutování jsou znázorněny v tab. 11.

Tabulka 11 Parametry rmutování kukuřičného sladu

Teplota [°C]	Doba setrvání teploty [min]
45	15
52	10
62	40
72	40



Obr. 8 Rmutování kukuřičného sladu

Slad byl po ukončení rmutování scezen. Po scezování byl slad vyslazován 1,5 litrem vody ohřáté na teplotu 72 °C. Sladina byla přivedena k varu a po dobu jedné minuty povařena. Chmelovar probíhal po dobu 90 minut, chmelové granule byly přidány ve třech fázích chmelovaru – na začátku, po 45 minutách a po 75 minutách.

Získaná mladina byla zchlazena na zákvasnou teplotu a přelita do kvasných nádob. K zakvášení mladiny v kvasných nádobách bylo použito spodního kmene pivovarských kvasinek typu W95. Mladina kvasila po dobu 7 dnů při teplotě 10 °C. Po ukončení hlavního kvašení bylo pivo přelito do PET lahví, ve kterých probíhalo dokvašování ve skladu při teplotě 12 °C po dobu dvou týdnů (Obr. 9).



Obr. 9 Hlavní kvašení a dokvašování

4.3.3 Senzorické hodnocení bezlepkového piva

Senzorického hodnocení piva se zúčastnilo celkem 10 hodnotitelů, a to ve složení 4 ženy a 6 mužů, z nichž jedna žena byla s diagnostikovanou celiakií. U vzorků byly hodnoceny následující znaky jakosti: vzhled, pěnivost, barva, vůně, cizí vůně, plnost, říz,

charakter hořkosti, chuť, cizí chuť a celkový dojem piva. Hodnotitelé měli k dispozici dotazník pro senzorické hodnocení piva (příloha č. 3), použita byla grafická nestrukturovaná stupnice, přičemž 1 mm na stupnici odpovídal 1 bodu.

4.4 Statistická analýza dat

Statistické hodnocení zjištěných dat bylo provedeno v programu Microsoft Excel a Statistica 12. Pro výpočet byla využita metoda jednofaktorová ANOVA, která se používá pro hodnocení analýzy rozptylu. Vypočteny byly průměry a směrodatné odchylky zjištěných dat. Výsledky byly znázorněny prostřednictvím sloupcových a paprskových grafů.

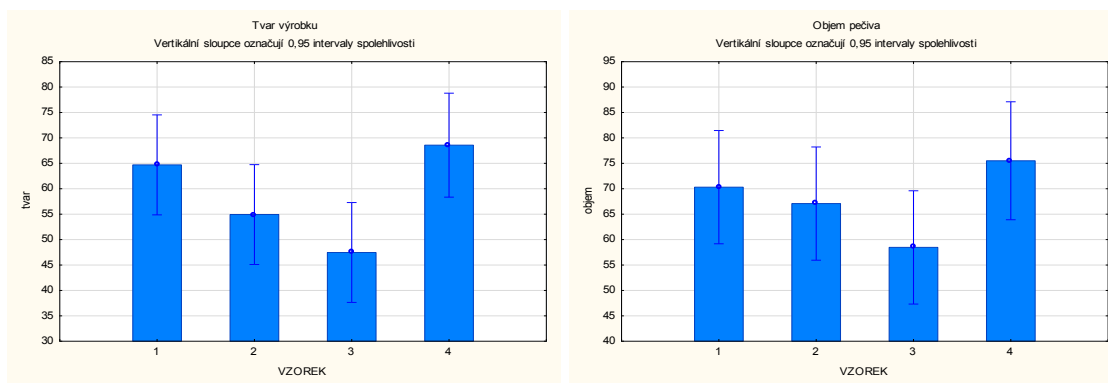
5 VÝSLEDKY A DISKUZE

5.1 Senzorická analýza vánočky

U vánoček byly hodnoceny následující deskriptory: objem, tvar, barva, celistvost a lesk kůrky, pórovitost, kyprost střídy, vůně a chuť. Při hodnocení mechanických texturních vlastností byla hodnocena tvrdost, vláčnost, pružnost, přilnavost a žvýkatelnost.

Hodnocení tvaru

Tvar jemného pečiva je vyžadován pravidelný a klenutý. Jedná se o významný parametr rozhodující o prodejnosti pečiva (KUČEROVÁ, 2004). Při hodnocení tvaru vánoček vykazoval nejlepší parametry vzorek č. 4 (69 bodů) s přidavkem 7 % vlákniny. Nejhoršího parametru dosáhl vzorek č. 3 (48 bodů) s přidavkem 5 % vlákniny. Ve všech případech se jednalo o pšeničnou vlákninu WF 200 s délkou vlákna 200 μm . Tvar pečiva se vlivem přidavku vlákniny v receptuře u vzorku č. 4 (7 % vlákniny) statisticky lišil ($p < 0,05$) od vzorku č. 3, který obsahoval 5 % pšeničné vlákniny. Tvar vzorků je uveden na obr. 10.



Obr. 10 Vliv přidavku vlákniny na tvar pečiva, obr. 11 Vliv přidavku vlákniny na objem pečiva.

Hodnocení objemu

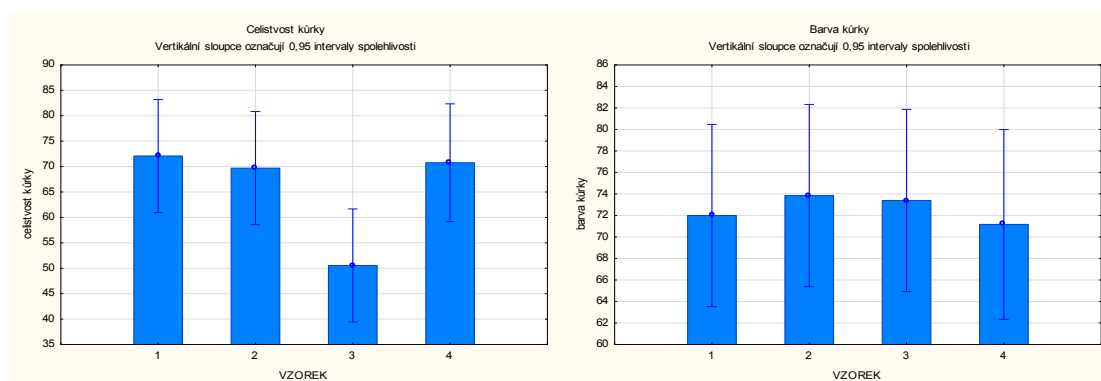
Objem a tvar vánoček je požadován pravidelný a klenutý (KUČEROVÁ, 2004). Při hodnocení byl nejlepší vzorek č. 4 (75 bodů), který obsahoval 7 % vlákniny. Nejhoršího objemu dosahoval vzorek č. 3 (58 bodů) s pětiprocentním přidavkem vlákniny. Objem pečiva (obr. 11) se vlivem přidavku pšeničné vlákniny statisticky nelišil ($p > 0,05$).

Hodnocení celistvosti kůrky

Kůrka by měla být celistvá bez obnažené střídy. Pro zlepšení vlastností se povrch kůrky pečiva mašluje rozšlehaným vejcem (ŠVEC, HRUŠKOVÁ A KRPÁLKOVÁ, 2011). Nejlepší parametry celistvosti měl vzorek č. 1 (72 bodů), který neobsahoval vlákninu. Naopak nejhorší celistvost byla zaznamenána u vzorku č. 3 (50 bodů), který obsahoval v receptuře 5 % pšeničné vlákniny. Vlivem přídavku vlákniny v receptuře se celistvost kůrky statisticky významně nelišila ($p > 0,05$). Parametry kůrky jsou znázorněny na obr. 12.

Hodnocení barvy kůrky

Kůrka by měla mít charakteristickou barvu pro jemné pečivo (HRUŠKOVÁ, 2009). Nejlepšího parametru dosáhl vzorek č. 2 (74 bodů) s přídavkem vlákniny 3 %. Nejméně přijatelná barva byla znatelná u vzorku č. 1 (72 bodů), který vlákninu neobsahoval. Vliv přídavku vlákniny na barvu kůrky pečiva, která je patrná z obr. 13, se statisticky významně nelišil ($p > 0,05$).



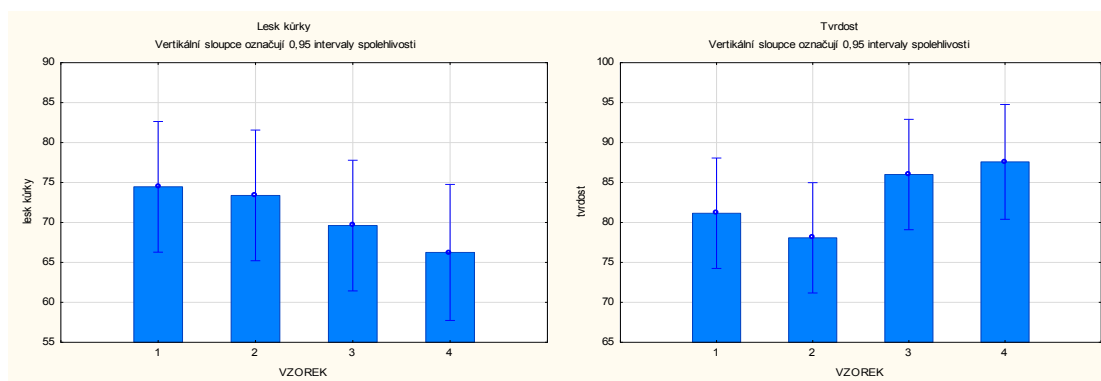
Obr. 12 Vliv přídavku vlákniny na celistvost kůrky pečiva, obr. 13 Vliv přídavku vlákniny na barvu kůrky pečiva

Hodnocení lesklosti kůrky

Nejoptimálnější parametry lesku vykazoval vzorek č. 1 (74 bodů) bez pšeničné vlákniny. Nejhoršího hodnocení dosáhl vzorek č. 4 (67 bodů), který obsahoval 7% přídavek pšeniční vlákniny. Vlivem přídavku vlákniny se lesklost kůrky statisticky významně nelišila ($p > 0,05$). Parametry kůrky pro jednotlivé vzorky jsou znázorněny na obr. 14.

Hodnocení tvrdosti po upečení

Nejvyšší parametry tvrdosti vánoček měl vzorek č. 4 (7 % pšeničné vlákniny). Naopak nejnižší tvrdosti vykazoval vzorek č. 2 (3 % vlákniny). Tvrdost vzorků uvedená na obr. 15, se vlivem různého procentuálního přídatku vlákniny statisticky nelišila ($p > 0,05$).



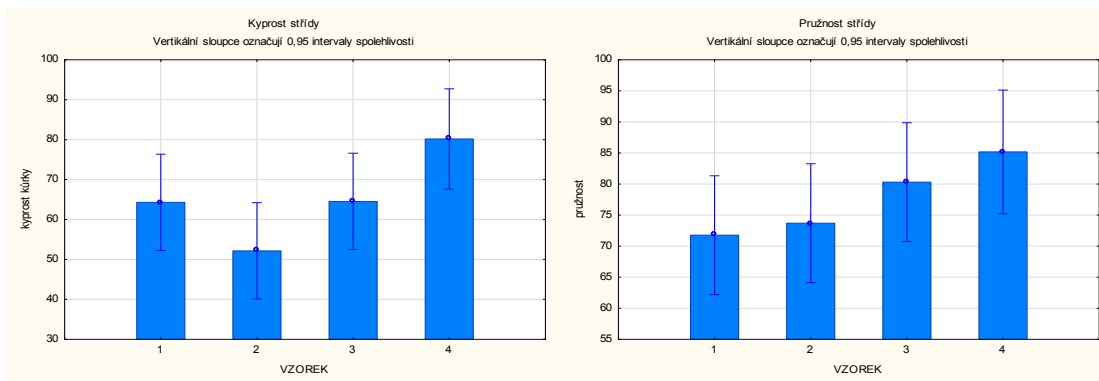
Obr. 14 Vliv přídatku vlákniny na lesk kůrky pečiva, obr. 15 Vliv přídatku vlákniny tvrdost pečiva po upečení

Hodnocení kyprosti střídy

Střída jemného pečiva by měla být ideálně kyprá a pórovitá (TAUFEROVÁ, 2014). Nejvyššího počtu bodů dosahoval vzorek č. 4 (81 bodů), který obsahoval 7 % přídatku vlákniny. Nejnižších parametrů dosáhl vzorek č. 2 (52 bodů), který obsahoval pouze 3 % přídatku pšeničné vlákniny. Vlivem přídatku vlákniny se kyprost střídy statisticky významně nelišila ($p > 0,05$). Na obr. 16 jsou patrné jednotlivé parametry vzorků.

Hodnocení pružnosti střídy

Pro vánočky je požadována dostatečně pružná střída (PŘÍHODA, SKŘIVAN A HRUŠKOVÁ, 2004). Nejpružnější střídu měl vzorek č. 4 (86 bodů) se sedmi procenty vlákniny. Naopak nejhoršího parametru dosáhl vzorek č. 1 (71 bodů), který vlákninu neobsahoval. Pružnost střídy (uvedená na obr. 17) se vlivem přídatku vlákniny statisticky významně nelišila ($p > 0,05$).



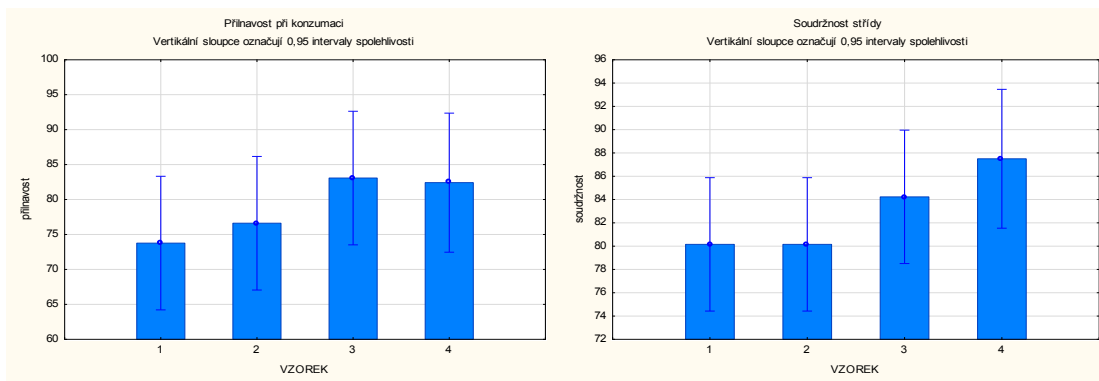
Obr. 16 Vliv přidavku vlákniny na kyprost střídy pečiva, obr. 17 Vliv přidavku vlákniny na pružnost střídy pečiva

Hodnocení přilnavosti

Pečivo by mělo vykazovat charakteristikou jemnou přilnavost (TAUFEROVÁ, 2014). Nejvhodnější přilnavost v ústech při konzumaci měl vzorek č. 3 (83 bodů), který obsahoval 5 % vlákniny. Nejnižších parametrů dosahoval vzorek č. 1 (73 bodů), který pšeničnou vlákninu neobsahoval. Přilnavost se vlivem přidavku vlákniny statisticky významně nelišila ($p > 0,05$). Jednotlivé parametry přilnavosti vzorků jsou uvedeny na obr. 18.

Hodnocení soudržnosti střídy

Pro jemné pečivo je vyžadována jemná a soudržná střída (PŘÍHODA, SKŘIVAN A HRUŠKOVÁ, 2004). Nejlepších parametrů dosahoval vzorek č. 4 (88 bodů), s přidavkem sedmi procent vlákniny. Nejhorší parametry soudržnosti měl vzorek č. 2 (80 bodů), který obsahoval 3 % pšeničné vlákniny. Soudržnost se vlivem přidavku vlákniny statisticky významně nelišila ($p > 0,05$). Jednotlivé parametry vzorků jsou uvedeny na obr. 19.



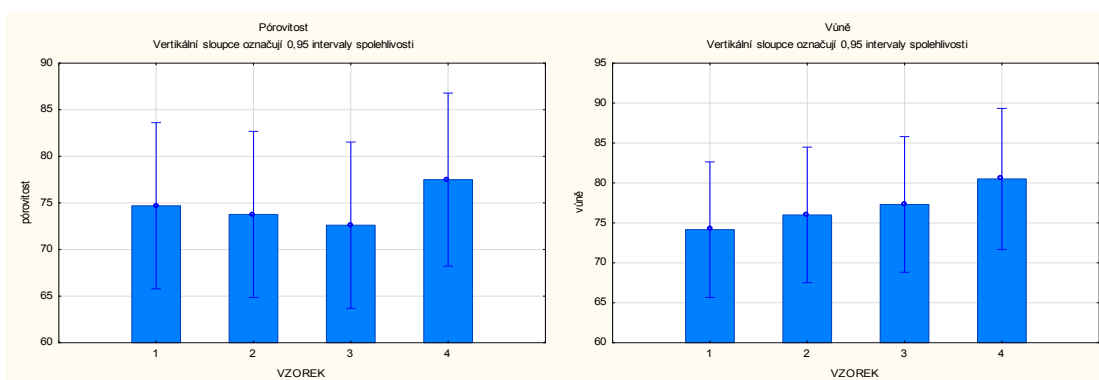
Obr. 18 Vliv přidavku vlákniny na přilnavost při konzumaci pečiva, obr. 19 Vliv přidavku vlákniny na soudržnost střídy pečiva

Hodnocení pórovitosti

Jemné pečivo by mělo být pravidelně pórovité (PELIKÁN, 1993). Nejlepších parametrů dosahoval vzorek č. 4 (78 bodů), který obsahoval 7 % vlákniny s délkou vlákna 200 μm . Naopak nejhůře byl hodnocen vzorek č. 3 (73 bodů), tedy vzorek s pětiprocentním přidavkem vlákniny. Parametry pro jednotlivé druhy vzorků znázorňuje obr. 20. Pórovitost se vlivem přidavku vlákniny statisticky významně nelišila ($p > 0,05$).

Hodnocení vůně

Vůně je vyžadována jemná pečivová a příjemná (ŠVEC, HRUŠKOVÁ A KRPÁLKOVÁ, 2011). Při hodnocení byl jako nejpříjemnější vyhodnocen vzorek č. 4 (81 bodů) s přidavkem 7 % vlákniny. Nejméně příjemnou vůni měl vzorek č. 1 (74 bodů), který vlákninu neobsahoval. Vlivem přidavku vlákniny se vůně pečiva statisticky významně nelišila ($p > 0,05$). Parametry vůně jsou uvedeny na obr. 21.



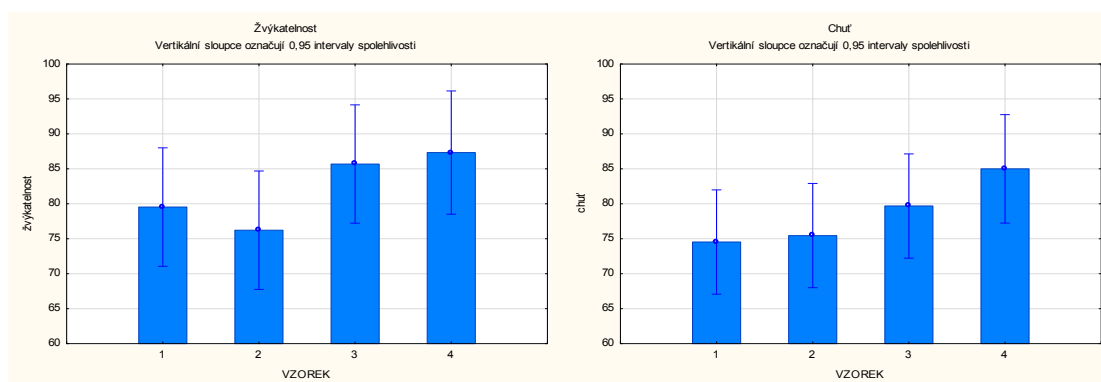
Obr. 20 Vliv přidavku vlákniny na pórovitost střídy pečiva, obr. 21 Vliv přidavku vlákniny na vůni pečiva

Hodnocení žvýkatelnosti

Nejvhodnější parametry měl vzorek č. 4 (88 bodů), který obsahoval 7 % přídavku pšeničné vlákniny. Naopak nejhorších parametrů dosáhl vzorek č. 2 (76 bodů), který obsahoval pouze 3 % vlákniny. Žvýkatelnost pečiva, uvedená na obr. 22, se vlivem přídavku vlákniny statisticky nelišila ($p > 0,05$).

Hodnocení chuti

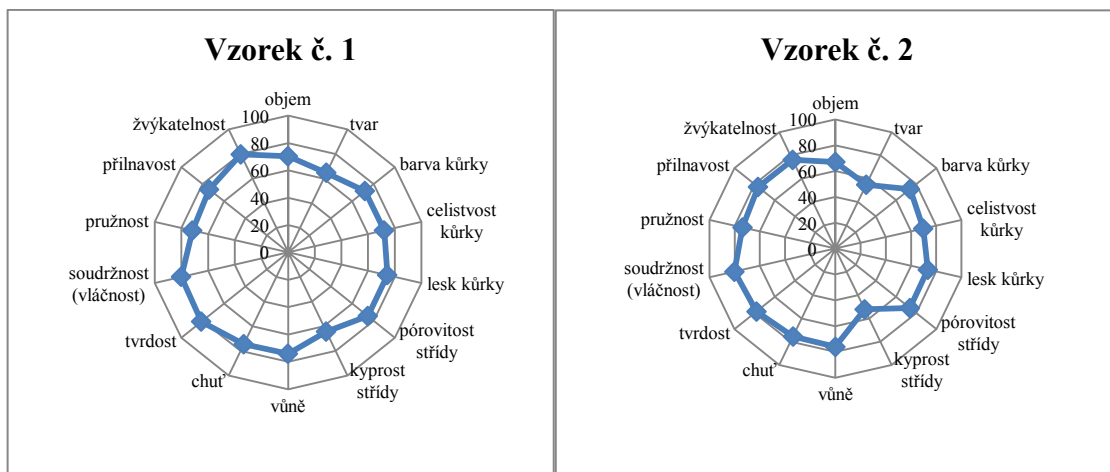
Jemné pečivo by mělo mít jemnou chuť po přidaných složkách v receptuře (TAUFEROVÁ, 2014). Hodnotitelé nejlépe hodnotili vzorek č. 4 (86 bodů) se sedmi procenty pšeničné vlákniny. Nejméně přijatelnou chuť měl vzorek č. 1 (74 bodů), který neobsahoval žádné množství vlákniny. Chuť pečiva se přídavkem vlákniny statisticky nelišila ($p > 0,05$). Parametry chuti jsou uvedeny na obr. 23.



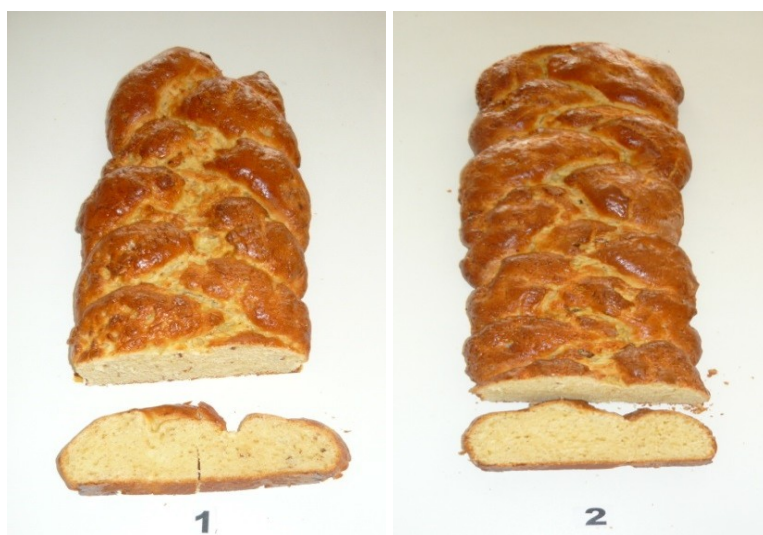
Obr. 22 Vliv přídavku vlákniny na žvýkatelnost pečiva, obr. 23 Vliv přídavku vlákniny na chuť pečiva

Senzorický profil vzorků

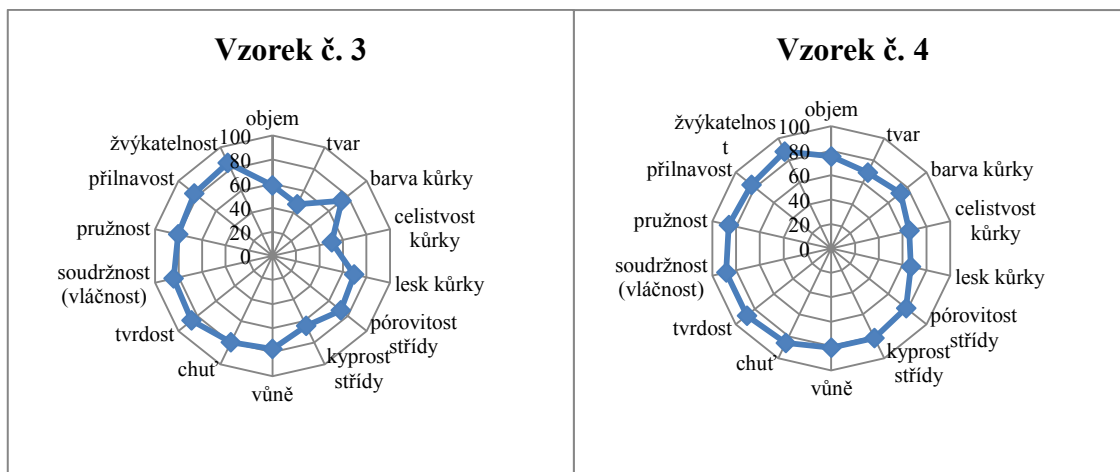
Z uvedených paprskových grafů (obr. 24, 25 a obr. 27, 28) je patrné, že nejlepších parametrů dosahoval vzorek č. 4, který obsahoval v receptuře 7 % pšeničné vlákniny. Z hlediska přilnavosti, pružnosti, chuti i vůně dosahoval nejlepších výsledků. Špatných parametrů vykazoval z hlediska hodnocení barvy, celistvosti a lesku kůrky. Nejhorších parametrů dosahoval vzorek č. 2, s přídavkem 3 % pšeničné vlákniny. Vzorek nevyhovoval především ve svém objemu, tvaru a kyprosti střídy. Jednotlivé výrobky po upečení jsou zobrazeny na obr. 26 a 29.



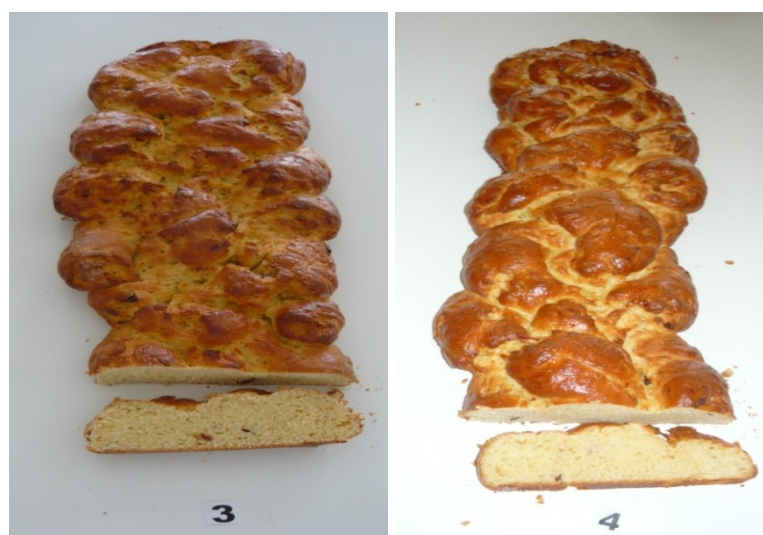
Obr. 24 Grafické znázornění sensorického hodnocení vzorku č. 1 bez přidavku vlákniny, obr. 25 Grafické znázornění sensorického hodnocení vzorku č. 2 s přidavkem 3 % vlákniny s délkou vlákna 200 μm



Obr. 26 Vzorek č. 1 bez přidané vlákniny a vzorek č. 2 s obsahem 3 % vlákniny WF 200 o délce vlákna 200 μm



Obr. 27 Grafické znázornění sensorického hodnocení vzorku č. 3 s přidavkem 5 % vlákniny s délkou vlákna 200 μ m, obr. 28 Grafické znázornění sensorického hodnocení vzorku č. 4 s přidavkem 7 % vlákniny s délkou vlákna 200 μ m



Obr. 29 Vzorek č. 3 s obsahem 5 % vlákniny WF 200 o délce vlákna 200 μ m a vzorek č. 4 s obsahem 7 % vlákniny WF 200 o délce vlákna 200 μ m

5.2 Pevnost vánočky

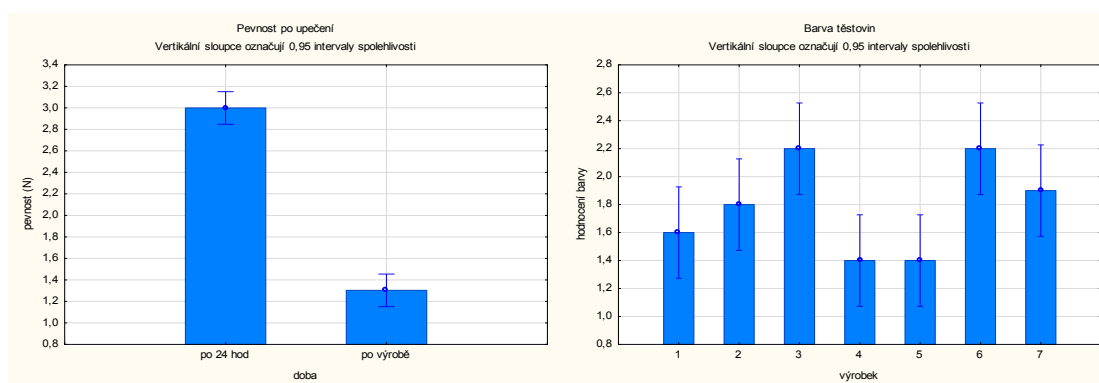
Pevnost byla měřena v den upečení a v den následující. Měření bylo provedeno přístrojem TIRATEST 27025. Nejnižších parametrů pevnosti dosáhl vzorek č. 2, který obsahoval 3 % vlákniny. Naopak nejvyšší parametry měl vzorek č. 4, který obsahoval sedm procent vlákniny. Tvrdost pečiva měřená v den upečení a v den následující se statisticky lišila ($p < 0,05$). Parametry pro jednotlivé vzorky jsou uvedeny na obr. 30.

5.3 Senzorická analýza těstovin

Vyrobené vzorky těstovin byly hodnoceny v syrovém i vařeném stavu. U syrových těstovin byly hodnoceny deskriptory: barva, celkový vzhled (tvar) a vlastnosti povrchu. Uvařené vzorky těstovin byly hodnoceny z hlediska barvy a její příjemnosti, vzhledu (tvaru), lepivosti po uvaření, vůně a příjemnosti vůně, chuti a její příjemnosti, a celkového dojmu.

Hodnocení barvy před uvařením

Nejoptimálnější barva těstovin by měla být světlá, rovnoměrná, popř. s různým odstínem žluté (KUČEROVÁ, 2004). Nejlépe byl vyhodnocen vzorek č. 4 (6 % bambusové vlákniny BAF 200 a vaječ) a vzorek č. 5 (6 % hrachové vlákniny EF 150 a vaječ). Naopak nejhorší parametry měl vzorek č. 3 (přídavek hrachové vlákniny) a vzorek č. 6 (přídavek bambusové vlákniny a HPMC). Barva těstovin před uvařením se vlivem druhu vlákniny a vaječ statisticky lišila ($p < 0,05$). Jednotlivé parametry jsou uvedeny na obr. 31.



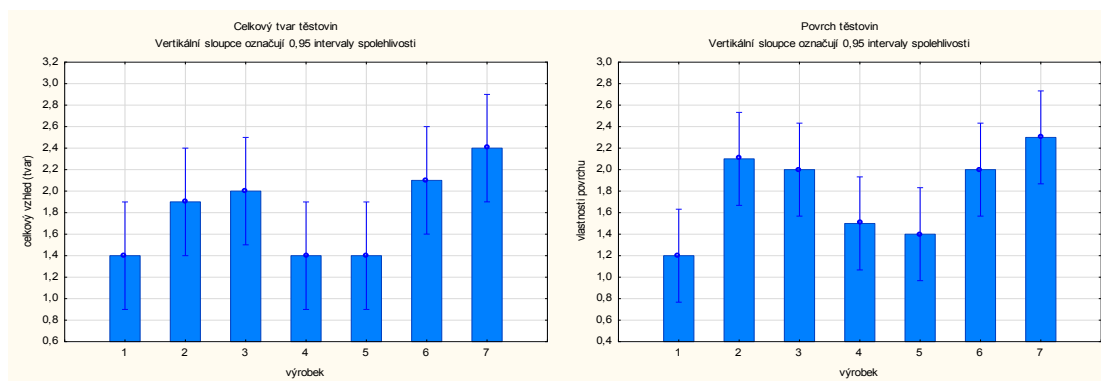
Obr. 30 Vliv přídavku vlákniny na tvrdost pečiva, obr. 31 Vliv přídavku různého druhu vlákniny na barvu

Celkový vzhled (tvar)

Vzhled a tvar vyrobených těstovin musí odpovídat jejich tržnímu druhu (TAUFEROVÁ, 2014). Nejlepších parametrů dosahoval vzorek č. 4 (přídavek bambusové vlákniny a vaječ). Nejhorších parametrů naopak vzorek č. 7 s přídavkem 6 % hrachové vlákniny a HPMC. Celkový tvar těstovin se vlivem různých druhů vlákniny statisticky nelišil ($p > 0,05$). Parametry vzhledu těstovin jsou uvedeny na obr. 32.

Vlastnosti povrchu

Povrch je požadován hladký, kompaktní a bez viditelných trhlin (PELIKÁN, 1993). Nejlépe byl hodnocen vzorek č. 1, který byl vyroben pouze za použití mouky a vody. Nejhorších parametrů dosáhl vzorek č. 7, který v receptuře obsahoval hrachovou vlákninu a hydrokoloid HPMC. Vlastnosti povrchu, uvedeny na obr. 33, se vlivem přídatku různého druhu vlákniny statisticky významně lišily ($p < 0,05$).



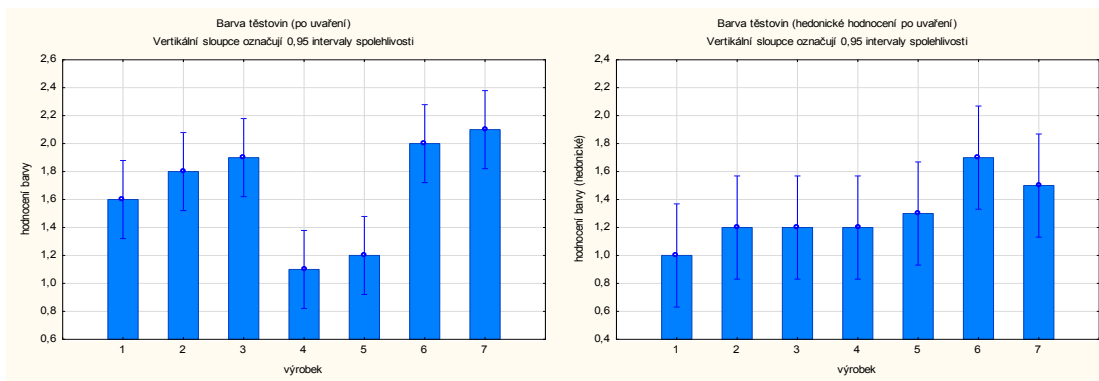
Obr. 32 Vliv přídatku různého druhu vlákniny na celkový tvar, obr. 33 Vliv přídatku různého druhu vlákniny na vlastnosti povrchu

Hodnocení barvy po uvaření

Těstoviny po uvaření by měly barvou odpovídat počtu použitých vajec v receptuře (PELIKÁN, 1993). Ta nejlépe odpovídala pro vzorek č. 4, který obsahoval bambusovou vlákninu a vejce. Naopak nejhorších parametrů barvy dosáhl vzorek č. 7, který obsahoval hrachovou vlákninu a HPMC. Barva po uvaření se vlivem různého druhu vlákniny a vajec statisticky významně lišila ($p < 0,05$). Barva těstovin po uvaření je uvedena na obr. 34.

Hodnocení barvy po uvaření (hédonické)

Při hodnocení přijemnosti měl nejlepší parametry vzorek č. 1, který byl vyroben pouze s použitím mouky a vody. Naopak nejslabších parametrů barvy dosáhl vzorek č. 6, který obsahoval bambusovou vlákninu BAF 200 a hydrokoloid HPMC. Barva se vlivem přídatku různého druhu vlákniny statisticky nelišila ($p > 0,05$), parametry pro jednotlivé vzorky uvádí obr. 35.



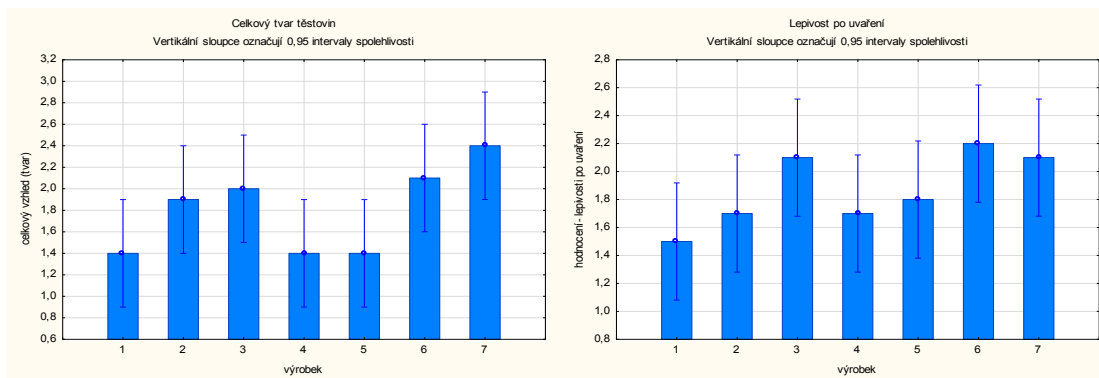
Obr. 34 Vliv přídavku různého druhu vlákniny na barvu těstovin po uvaření, obr. 35 Vliv přídavku různého druhu vlákniny na barvu po uvaření (hedonické hodnocení)

Celkový tvar

Tvar těstovin musí odpovídat tržnímu druhu těstovin a nesmí obsahovat více než jedno procento příměsí jiných tvarů těstovin (KUČEROVÁ, 2004). Nejlépe byl tvar hodnocen u vzorku č. 4 (přídavek 6 % vlákniny BAF 200 a vaječ) a vzorku č. 5 (přídavek 6 % vlákniny EF 150 a vaječ). Vzorky se od sebe statisticky nelišily. Nejhoršího hodnocení dosáhl vzorek č. 7, který obsahoval přídavek hrachové vlákniny EF 150 a HPMC. Celkový tvar (zobrazen na obr. 36) se vlivem různého druhu vlákniny statisticky nelišil ($p > 0,05$).

Lepivost po uvaření

Těstoviny po uvaření by neměly být příliš lepivé (TAUFEROVÁ, 2014). Nejvyšší parametry měl vzorek č. 1, který v receptuře obsahoval pouze mouku a vodu. Nejnižších parametrů dosahoval vzorek č. 6, který obsahoval bambusovou vlákninu a HPMC. Lepivost se přídavkem různého druhu vlákniny statisticky nelišila ($p > 0,05$). Pro jednotlivé vzorky jsou parametry znázorněny na obr. 37.



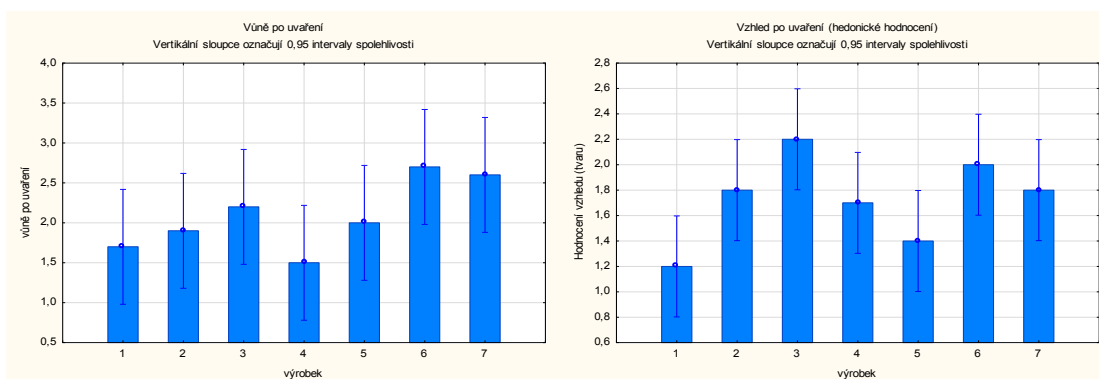
Obr. 36 Vliv přidavku různého druhu vlákniny na celkový tvar, obr. 37 Vliv přidavku různého druhu vlákniny na lepivost po uvaření

Vůně po uvaření

U těstovin je vyžadována jemná vůně, po použitých surovinách, přídatných látkách nebo látkách určených k aromatizaci (TAUFEROVÁ, 2014). Nejlepších parametrů vůně dosahoval vzorek č. 4, s přidavkem šesti procent bambusové vlákniny a vajec. Nejméně příjemnou vůni měl podle hodnotitelů vzorek č. 6, který obsahoval 6 % bambusové vlákniny a HPMC. Vůně po uvaření se vlivem různého druhu vlákniny statisticky nelišila ($p > 0,05$). Jednotlivé parametry vůně uvádí obr. 38.

Vůně po uvaření (hédonické hodnocení)

Při hédonickém hodnocení (příjemnosti) vůně dosáhl nejlepších parametrů vzorek č. 1, vyrobený pouze za použití mouky a vody. Naopak nejhorších parametrů dosáhl vzorek č. 3, který obsahoval hrachovou vlákninu. Vůně po uvaření (obr. 39) se u vzorků těstovin vlivem různého druhu vlákniny statisticky lišila ($p < 0,05$).



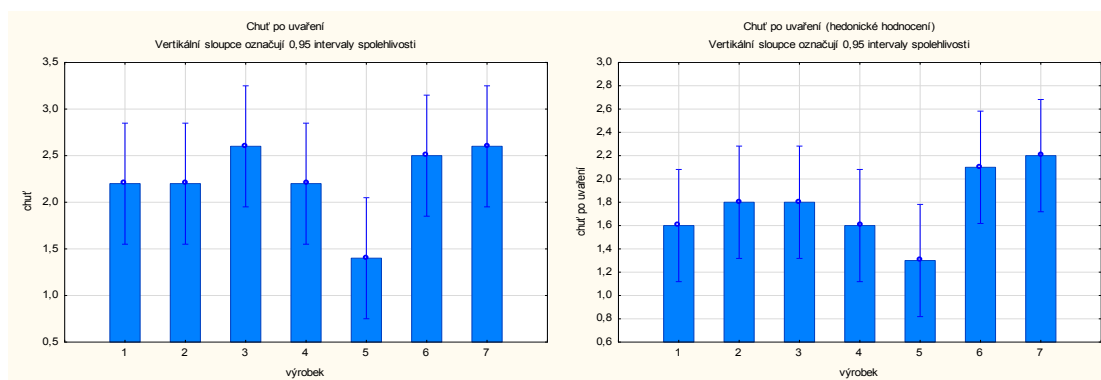
Obr. 38 Vliv přidavku různého druhu vlákniny na vůni po uvaření, obr. 39 Vliv přidavku různého druhu vlákniny na vůni po uvaření (hédonické hodnocení)

Chuť po uvaření

Chuť těstovin je vyžadována příjemná, po použitých surovinách, přídatných látkách nebo látkách určených k aromatizaci (KUČEROVÁ, 2004). Z hlediska chuti byl nejlépe vyhodnocen vzorek č. 5, který obsahoval 6 % hrachové vlákniny a vejce. Nejméně vyhovoval vzorek č. 3, s přidavkem hrachové vlákniny, a vzorek č. 7, s přidavkem hrachové vlákniny a hydrokoloidu HPMC. Chuť se vlivem přidání různého druhu vlákniny statisticky nelišila ($p > 0,05$). Parametry chuti jsou pro jednotlivé vzorky znázorněny na obr. 40.

Chuť po uvaření (hédonické hodnocení)

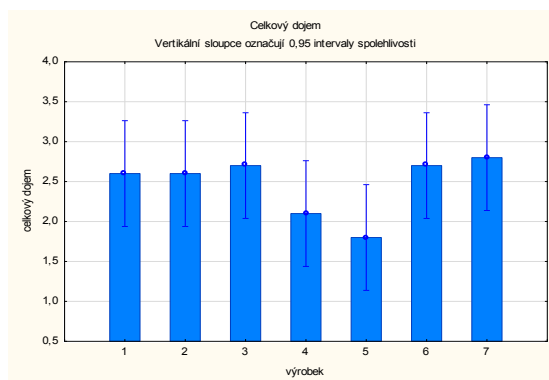
Nejlépe byla příjemnost chuti hodnocena pro vzorek č. 5, který obsahoval přidavek 6 % hrachové vlákniny a vejce. Nejhorších parametrů dosahoval vzorek č. 7, který obsahoval hrachovou vlákninu a HPMC, bez použitých vajec. Chuť po uvaření, uvedená na obr. 41, se vlivem různého druhu vlákniny statisticky nelišila ($p > 0,05$).



Obr. 40 Vliv přidavku různého druhu vlákniny na chuť po uvaření, obr. 41 Vliv přidavku různého druhu vlákniny na chuť po uvaření (hedonické hodnocení)

Celkový dojem

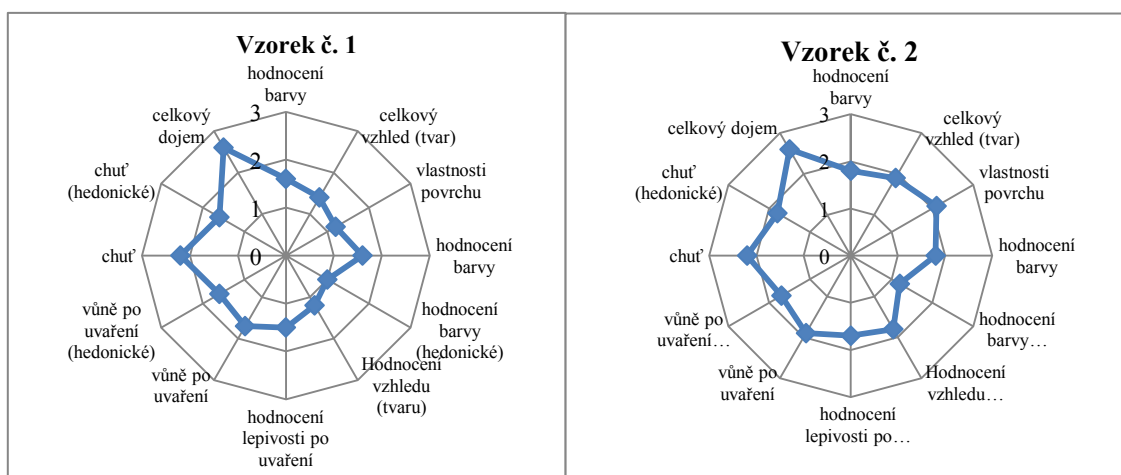
Nejlepšího parametru dosahoval vzorek těstovin č. 5, který obsahoval 6 % hrachové vlákniny a vejce. Nejméně přijatelný byl vzorek č. 7, který obsahoval hrachovou vlákninu, HPMC a neměl v receptuře použita žádná vejce. Parametry celkového dojmu, znázorněny na obr. 42, se v závislosti na receptuře těstovin statisticky nelišily ($p > 0,05$).



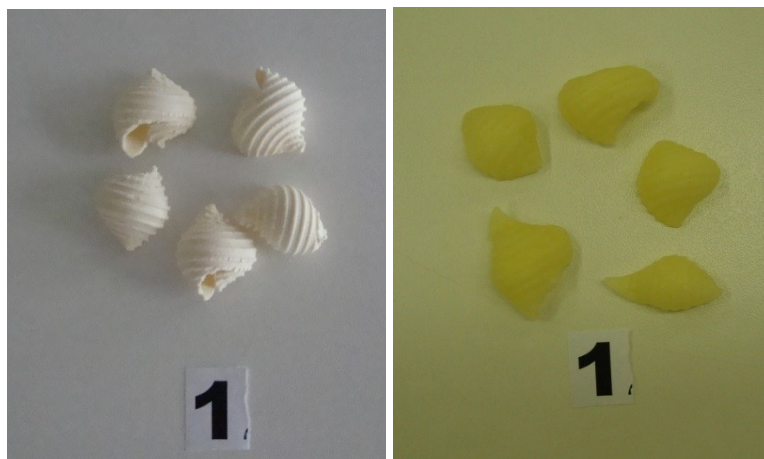
Obr. 42 Vliv přidavku různého druhu vlákniny na celkový dojem

Senzorický profil těstovin

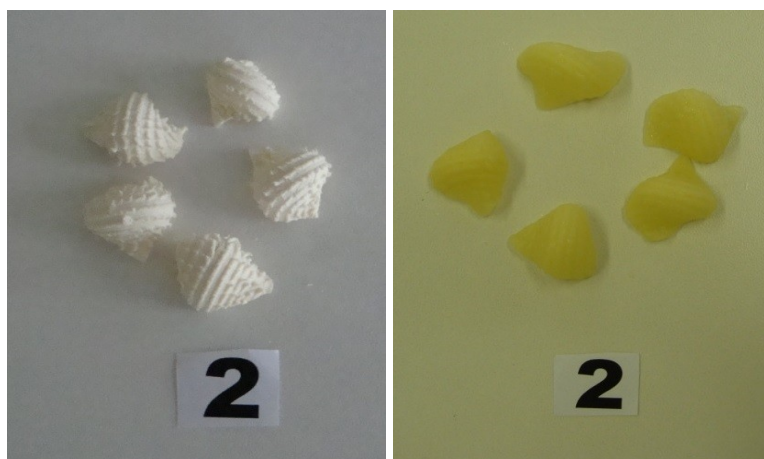
Paprskové grafy a fotografie, znázorňující senzorický profil vyrobených vzorků těstovin (obr. 43–57) ukazují, že nejlepších parametrů dosahoval vzorek, do jehož receptury byly použity vejce. Těstoviny s přidavkem vajec měly nejpříjemnější barvu, chuť i vůni. Nejlépe byl vyhodnocen vzorek č. 5, který obsahoval přidavek 6 % hrachové vlákniny a vajec. Nejméně přijatelné parametry měl vzorek č. 7, který byl vyroben za použití hrachové vlákniny, hydrokoloidu HPMC, avšak bez použití vajec.



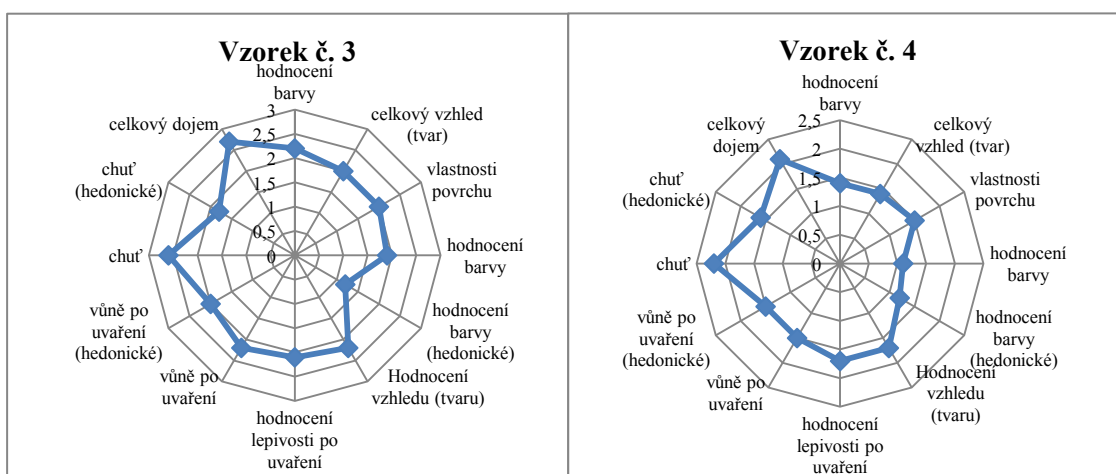
Obr. 43 Vzorek č. 1 vyrobený za použití mouky a vody, obr. 44 Vzorek č. 2 s přidavkem 6 % bambusové vlákniny BAF 200



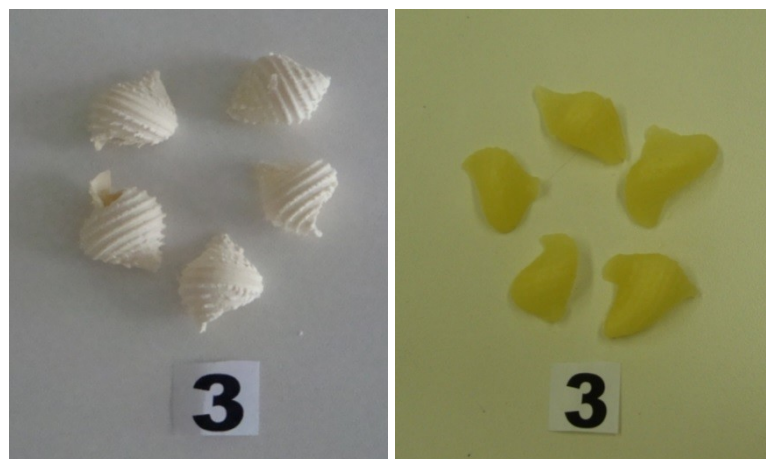
Obr. 45 Vzorek č. 1 bez obsahu vlákniny, vajec a HPMC před a po uvaření



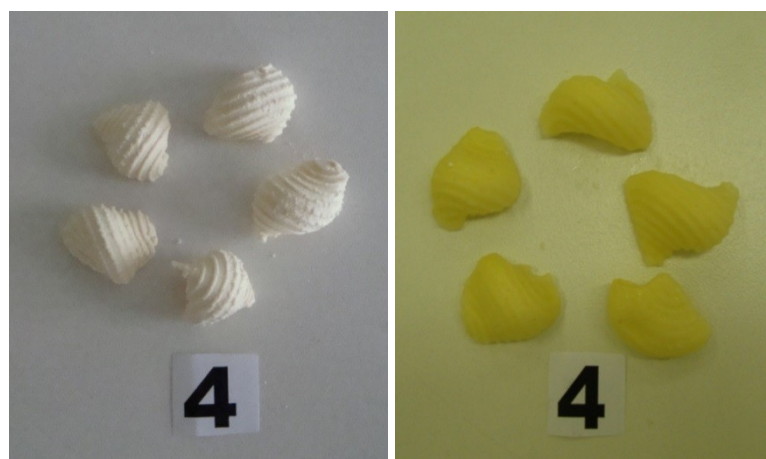
Obr. 46 Vzorek č. 2 s přidavkem 6 % bambusové vlákniny s délkou vlákna 200 µm před a po uvaření



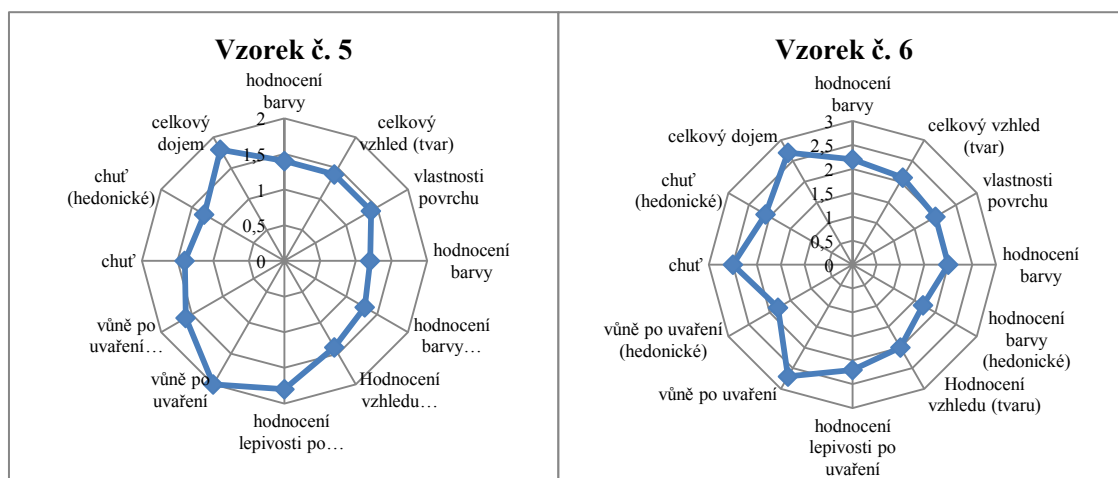
Obr. 47 Vzorek č. 3 s přidavkem 6 % hrachové vlákniny EF 150, obr. 49 Vzorek č. 4 s přidavkem 6 % bambusové vlákniny BAF 200 a vajec



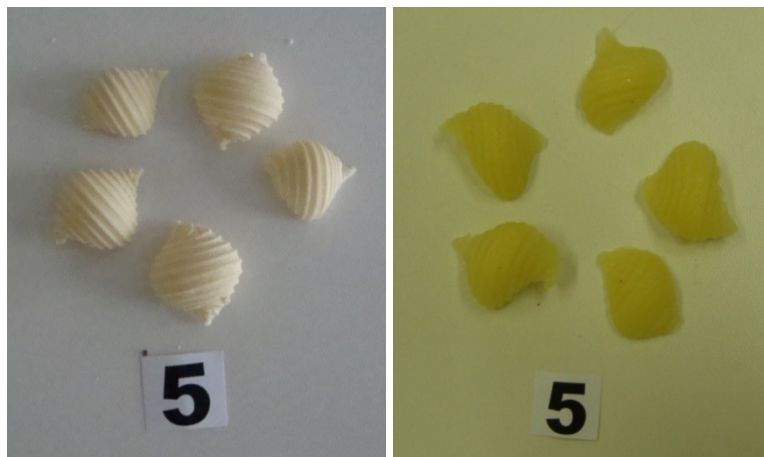
Obr. 50 Vzorek č. 3 s přidavkem 6 % hrachové vlákniny s délkou vlákna 150 μ m před a po uvaření



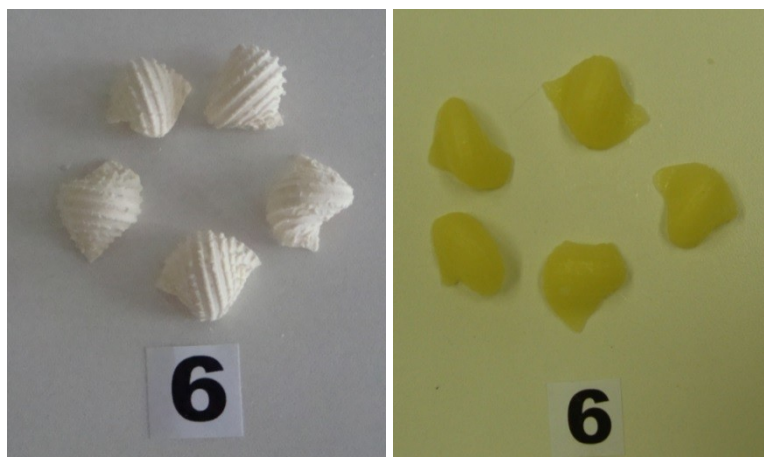
Obr. 51 Vzorek č. 4 s přidavkem 6 % bambusové vlákniny s délkou vlákna 200 μ m a vajec, před a po uvaření



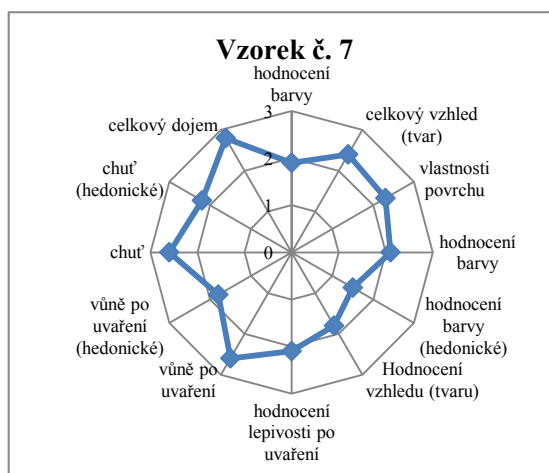
Obr. 52 Vzorek č. 5 s přidavkem 6 % hrachové vlákniny EF 150 a vajec, obr. 53 Vzorek č. 6 s přidavkem 6 % bambusové vlákniny BAF 200 a HPMC



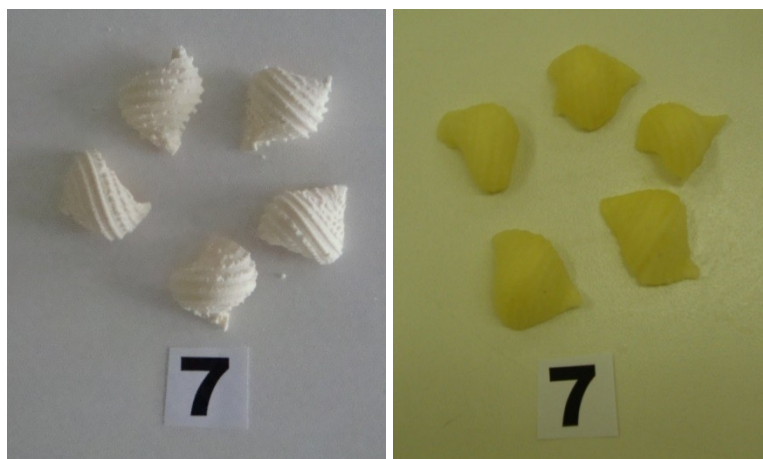
Obr. 54 Vzorek č. 5 s přidavkem 6 % hrachové vlákniny s délkou vlákna 150 μm a vajec, před a po uvaření



Obr. 55 Vzorek č. 6 s přidavkem 6 % bambusové vlákniny s délkou vlákna 200 μm a HPMC, před a po uvaření



Obr. 56 Vzorek č. 7 s přidavkem 6 % hrachové vlákniny EF 150 a HPMC



Obr. 57 Vzorek č. 7 s přidavkem 6 % hrachové vlákniny s délkou vlákna 150 μm a HPMC, před a po uvaření

5.4 Zkoušky vařivosti

Vzorky těstovin byly po sušení podrobeny zkouškám vařivosti, které zahrnují stanovení doby vařivosti, stanovení vaznosti, bobtnavosti a sedimentu. Výsledky zkoušek jsou znázorněny v tab. 12.

Tabulka 12 Výsledky zkoušek vařivosti u vzorků bezlepkových těstovin

Vzorek	Vařivost [min]	Vaznost [%]	Bobtnavost [%]	Sediment [ml]
1	5	97	1,25	240
2	3	95	0,67	250
3	3	111	1,00	250
4	5	98	0,80	110
5	5	105	1,00	200
6	4	95	1,00	200
7	4	110	1,00	210

Doba vařivosti

Vařivost vzorků těstovin se pohybovala mezi 3–5 minutami. Doby vařivosti jednotlivých vzorků jsou znázorněny v tabulce 12. Nejdelší dobu vařivosti vykazoval vzorek č. 1 (5 minut), který byl vyroben pouze z mouky a vody. Dále vzorek č. 4 (5 minut), který byl vyroben za použití bambusové vlákniny o délce vlákna 200 μm s přidavkem vajec. Nejkratší dobu vaření vykazoval vzorek č. 2 (3 minuty) za použití bambusové vlákniny, a vzorek č. 3 (3 minuty) s použitím hrachové vlákniny. Oba vzorky byly vyrobeny bez přidání vajec do receptury.

Stanovení vaznosti

Naměřené hodnoty vaznosti vzorků těstovin byly stanoveny mezi 95–111 %. Nejvyšší množství navázané vody v těstovině bylo změřeno u vzorku č. 3 (111 %), který byl vyroben za použití hrachové vlákniny s délkou vlákna 150 µm. Naopak nejnižší obsah navázané vody vykazoval vzorek č. 2 (95 %), který obsahoval bambusovou vlákninu s délkou vlákna 200 µm, a vzorek č. 6 (95 %), s obsahem bambusové vlákniny s použitím hydrokoloidu HPMC.

Stanovení bobtnavosti

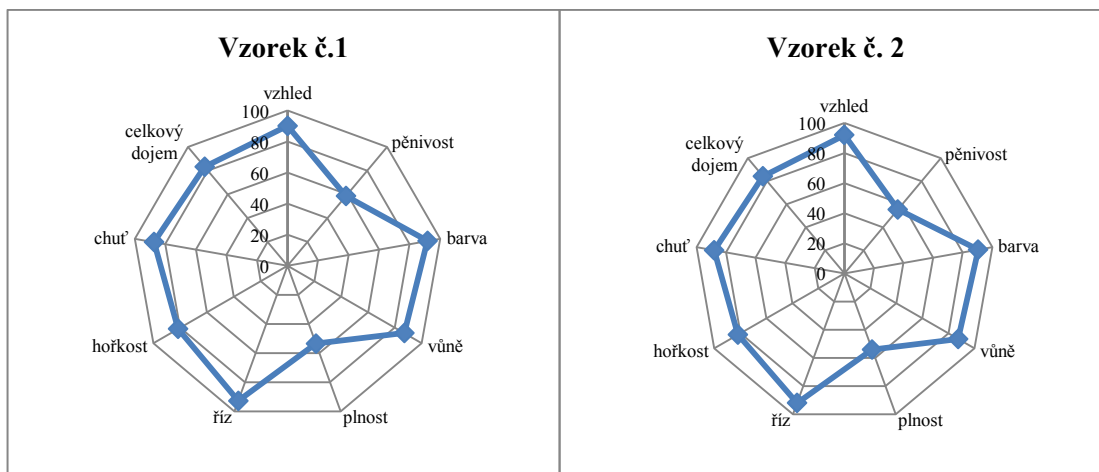
Bobtnavost vzorků těstovin se ve většině případů pohybovala okolo 1 %. Nejvyššího procenta bobtnavosti dosáhl vzorek č. 1 (1,25 %), který obsahoval v receptuře pouze mouku a vodu. Nejnižší procento bobtnavosti bylo zaznamenáno pro vzorek č. 2 (0,67 %), vzorek byl vyroben s přidavkem bambusové vlákniny, a vzorek č. 4 (0,80 %), který byl vyroben s použitím bambusové vlákniny a vajec.

Stanovení sedimentu

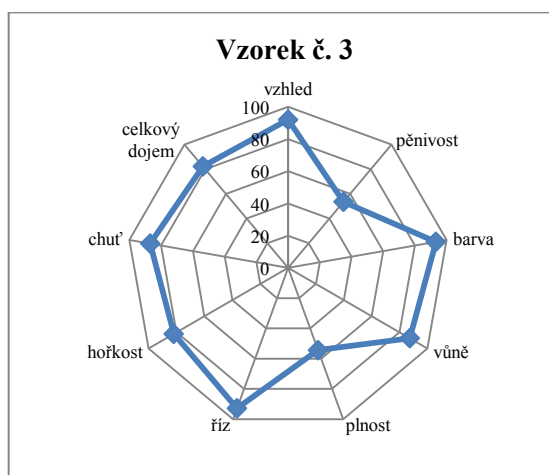
Obecně lze říci, že bezlepková mouka má vliv na výšku sedimentu. Hodnota se u vzorků těstovin pohybovala od 110 do 250 ml. Nejvyšší hodnota sedimentu byla zaznamenána u vzorku č. 2 (250 ml), který obsahoval v receptuře bambusovou vlákninu, a vzorku č. 3 (250 ml), který obsahoval přídavek hrachové vlákniny. Vzorky č. 2 a 3 byly vyrobeny bez přídatku vajec do receptury.

5.5 Senzorické hodnocení bezlepkového piva

Zhodnoceny byly 3 várky bezlepkového piva, které se recepturně nelišily. Výsledky dotazníků, které měli hodnotitelé k dispozici, byly zpracovány pomocí paprskových grafů. Kukuřičné pivo má obecně větší zákal a nižší pěnivost, a to z důvodu vyššího obsahu tuků v kukuřičném sladu. Cizí vůni piva hodnotili hodnotitelé jako cereální, typickou pro kukuřičné zrno. Jednotlivé deskriptory u všech vzorků piv jsou znázorněny na obr. 58 a 60.



Obr. 58 Grafické znázornění hodnocených deskriptorů vzorku č. 1, obr. 59 Grafické znázornění hodnocených deskriptorů vzorku č. 2



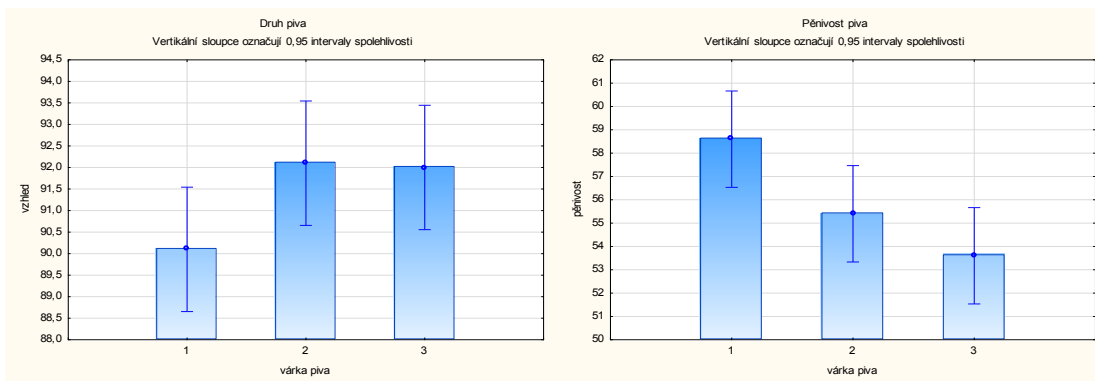
Obr. 60 Grafické znázornění hodnocených deskriptorů vzorku č. 3

Hodnocení vzhledu

Nejlepší parametry vzhledu měl vzorek č. 2 (92 bodů). Nejhorších parametrů dosahoval vzorek č. 1 (91 bodů). Vzhled piva se u jednotlivých vzorků statisticky nelišil ($p > 0,05$). Parametry vzhledu jsou uvedeny na obr. 61.

Hodnocení pěnovosti

Nejvyšších parametrů pěnovosti dosahoval vzorek č. 1 (59 bodů), naopak nejnižší pěnovost byla zaznamenána u vzorku č. 3 (54 bodů). Pěnovost jednotlivých vzorků piva se od sebe statisticky nelišila ($p > 0,05$). Pro jednotlivé vzorky jsou parametry uvedeny na obr. 62.



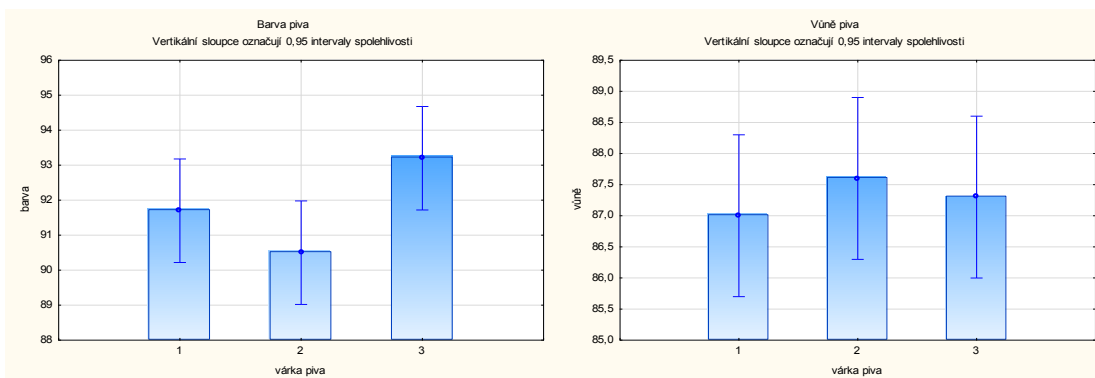
Obr. 61 Vliv várky piva na hodnocení vzhledu, obr. 62 Vliv várky piva na hodnocení pěnovosti

Hodnocení barvy

Nejlepších parametrů z hlediska barvy dosahoval vzorek č. 3 (93 bodů), naopak nejméně vzorek č. 2 (90 bodů). Barva piva se u jednotlivých várek vzorků statisticky nelišila ($p > 0,05$). Obr. 63 uvádí parametry u jednotlivých várek piv.

Hodnocení vůně

Nejlepší parametry vůně vykazoval vzorek č. 2 (88 bodů), naopak nejméně vhodnou vůni měl podle hodnotitelů vzorek č. 1 (87 bodů). Vůně várek jednotlivých vzorků (uvedená na obr. 64) se od sebe statisticky nelišila ($p > 0,05$).



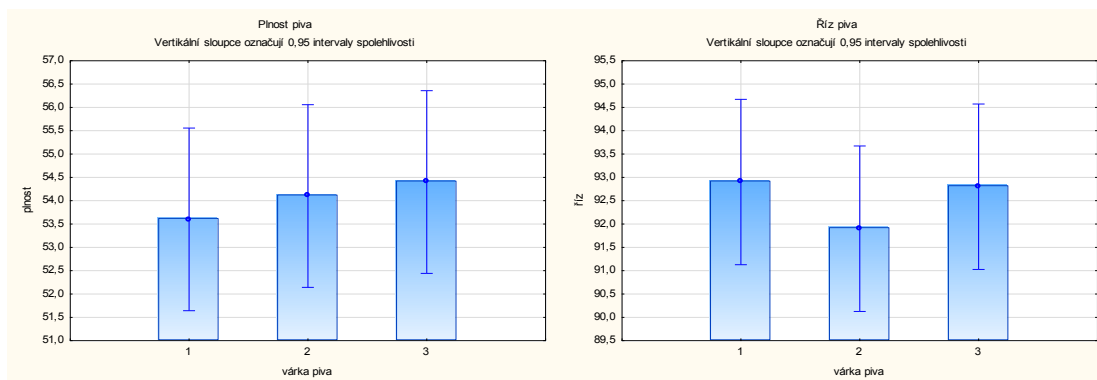
Obr. 63 Vliv várky piva na hodnocení barvy, obr. 64 Vliv várky piva na hodnocení vůně

Plnost piva

Nejlepších parametrů plnosti dosahoval vzorek č. 3 (55 bodů), nejnižších parametrů naopak vzorek č. 1 (53 bodů). Plnost vzorků piv se od sebe statisticky nelišila ($p > 0,05$). Parametry jednotlivých várek piv jsou uvedeny na obr. 65.

Říz piva

Parametry řízu piva byly nejlépe hodnoceny pro vzorek č. 1 (93 bodů), nejméně vhodné parametry měl vzorek č. 2 (92 bodů). Říz piva jednotlivých várek piv (uvedených na obr. 66) se od sebe statisticky neliší ($p > 0,05$).



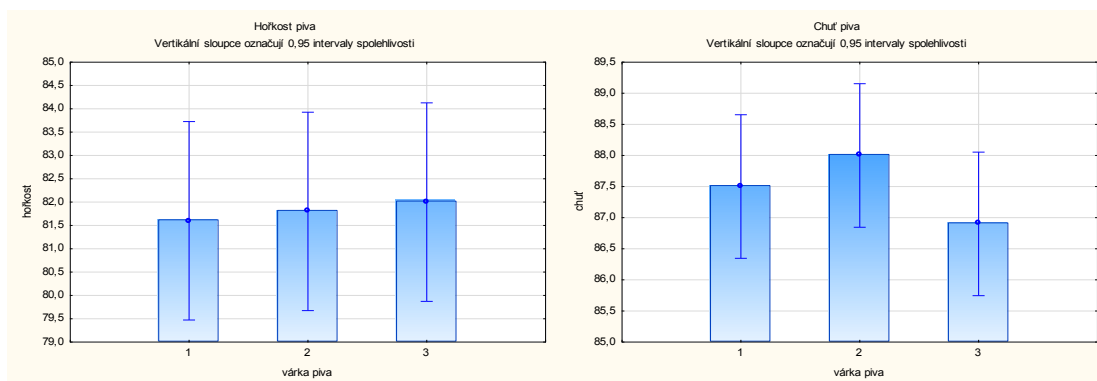
Obr. 65 Vliv várky piva na hodnocení plnosti, obr. 66 Vliv várky piva na hodnocení řízu

Hořkost piva

Hořkost piva byla nejlépe hodnocena pro vzorek č. 3 (82 bodů). Nejnižších parametrů dosahoval vzorek č. 1 (81 bodů). Parametry piva se u vzorků piv statisticky nelišila ($p > 0,05$). Parametry hořkosti pro jednotlivé várky uvádí obr. 67.

Chuť piva

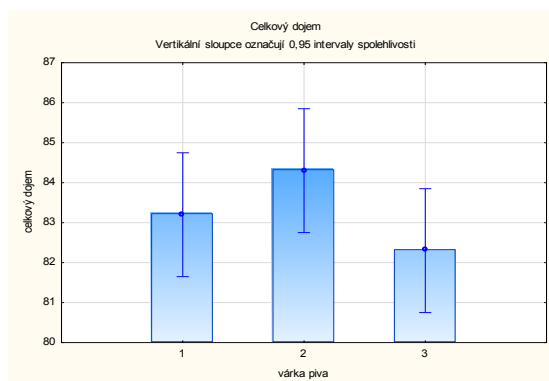
Nejlepších parametrů chuti dosahoval vzorek č. 2 (88 bodů), naopak nejméně vyhovoval vzorek č. 3 (86 bodů). Chuť piva se u jednotlivých várek piv, kterou uvádí obr. 68, statisticky nelišila ($p > 0,05$).



Obr. 67 Vliv várky piva na hodnocení hořkosti, obr. 68 Vliv várky piva na hodnocení chuti

Hodnocení celkového dojmu

Parametry piva byly nejlépe vyhodnoceny pro vzorek č. 2 (84 bodů), naopak nejhorších parametrů dosahoval vzorek č. 3 (82 bodů). Celkový dojem jednotlivých várek piv se od sebe vzájemně statisticky nelišil ($p > 0,05$). Parametry celkového dojmu jsou znázorněny na obr. 69.



Obr. 69 Vliv várky piva na hodnocení celkového dojmu

Vzhled piva by měl být v ideálním případě čirý až slabě opalizující. Pivo by mělo vynikat svou sladovou a chmelovou vůní a chutí. V pivu by se neměly vyskytovat žádné cizí vůně a příchutě. Hořkost piva je vyžadována jemná až výrazná, říz způsobený uvolňováním oxidu uhličitého (EAGRI.CZ).

Ve srovnání s ječmenem vyžadují bezlepková zrna prodlouženou dobu klíčení. Často se používají průmyslové enzymatické přípravky nebo bezlepkové přídavky, jako je invertní cukrový sirup, agáve sirup nebo kukuřičná krupice. Kvasinky vyžadují pro produkci oxidu uhličitého a etanolu zcukřený škrob – degradován na jednoduché cukry (glukóza, maltóza, a maltotriosa) pomocí sladové amylázy. Pro dosažení lepší přístupnosti enzymům (alfa a beta amylázy), musí být nejprve škrob želatinovaný. Teplota, při které dochází k želatinizaci, se liší v závislosti na vlastnostech škrobu v použité surovině. U ječmene se teplota pohybuje okolo 63 °C, zatímco u většiny bezlepkových obilovin je třeba použít teplotu výrazně vyšší (rýže – 67 °C, kukuřice – 70 °C). V těchto případech však dochází k překročení optimální teploty pro aktivitu beta amylázy (62–65 °C), což má za následek deaktivaci enzymu ještě dříve, než je zcukření škrobu dokončeno. Proto je nutné zvolit optimální teploty, při kterých se většina škrobu zcukří, zároveň ale nedojde k inaktivaci amylolytických enzymů. Vhodnou alternativou mohou být některé exogenní průmyslové enzymy (HAGER, 2014).

6 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce „*Možnosti výroby piva, pekárenských a těstářenských výrobků pro celiaky*“ bylo seznámit s onemocněním celiakie, dodržováním bezlepkové diety a možnostmi návrhu receptur pro výrobu vhodných potravin: bezlepkového jemného pečiva, těstovin a piva. Následně provést vyhotovení několika zkušebních vzorků bezlepkových potravin a zhodnotit dosažené výsledky – u těstovin provést zkoušky vařivosti, u pekařských výrobků zhodnotit texturní vlastnosti a objem, a u bezlepkového piva jeho senzorycké vlastnosti zahrnující zejména hořkost, chuť a říz. Na základě provedených zkoušek a oslovení několika respondentů lze závěry práce hodnotit kladně.

Celiakie je autoimunitní onemocnění postihující sliznici tenkého střeva. Onemocnění je způsobené nepřiměřenou reakcí protilátek imunitního systému jedince na bílkovinu lepek. Poškozením sliznice střeva dochází ke snížené absorpci živin a minerálních látek, které postupně vede ke strádání celého organismu. Celiakie může způsobovat i poruchy ledvin, jater, nervového systému a má i kožní projevy. Jediným dnes známým způsobem léčby je dodržování bezlepkové diety, tzn. konzumace vhodných potravin bez obsahu lepku.

Pro výrobu vánoček a těstovin byla použita bezlepková směs Jizerka od firmy Jizerské pekárny spol. s.r.o. V receptuře výrobků byl použit různý procentuální přírůdek vlákniny. U vánoček byla užita pšeničná vláknina WF 200 s délkou vlákna 200 μm . Těstoviny byly vyrobeny s přírůdkem 6 % bambusové vlákniny BAF 200 nebo s použitím hrachové vlákniny EF 150. Do receptury těstovin byly přidány vejce nebo byly nahrazeny hydrokoloidem HPMC. Bezlepkové pivo bylo vařeno z kukuřičného sladu, k jehož výrobě byla použita odrůda kukuřice koňský zub.

Celkem byly vyrobeny 4 druhy bezlepkových vánoček. Nejlépe byl z hlediska tvaru a objemu vyhodnocen vzorek č. 4, který v receptuře obsahoval 7 % pšeničné vlákniny. Objem a tvar bezlepkového pečiva bývá často nevyhovující, což se projevilo i na upečených výrobcích. Při hodnocení kyprostí, vůně i chuti byl vyhodnocen jako nejlepší opětovně vzorek č. 4, tedy vzorek s obsahem sedmi procent vlákniny.

Dále bylo navrženo 7 vzorků bezlepkových těstovin. Barva po uvaření byla nejlépe vyhodnocena u vzorku č. 4 (6 % bambusové vlákniny a vejce). Parametry vůně byly nejlépe hodnoceny u vzorku č. 4 (6 % bambusové vlákniny a vejce). Z pohledu chuti

byl nejlépe hodnocen vzorek č. 5 (přídavek 6 % hrachové vlákniny a vajec). Vlastnosti bezlepkových těstovin byly konzumenty nejlépe hodnoceny za předpokladu použití vajec a hrachové vlákniny v receptuře.

Vyrobeno bylo bezlepkové pivo z kukuřičného sladu, chmelových granulí, pivovarských kvasinek, enzymů a vody. Kukuřičné pivo mělo typickou cereální vůni a zákal. Zákal byl pravděpodobně způsoben při procesu scezování, při kterém byla sladina filtrována přes vrstvu plátna. Naopak pěnivost piva byla podstatně nižší ve srovnání s pivem z ječného sladu, a to z důvodu vyššího obsahu tuků v zrně kukuřice. Vyrobené pivo dosahovalo stupňovitosti 16 °. Vyšších parametrů stupňovitosti bylo dosaženo použitím receptury určené pro ječný slad – zrně kukuřice obsahuje více škrobu oproti zrně ječmene, proto bylo dosaženo lepšího prokvašení a tudíž i vyššího procenta alkoholu.

Všechny vyrobené produkty byly plně konzumovatelné. Kladně hodnocené vzorky bezlepkových potravin je proto možné doporučit pro potravinářské poloprovozy a provozy. Závěrem lze konstatovat, že i celiaci mohou mít, za předpokladu vhodně zvolených surovin a jejich poměru, k dispozici bezlepkové výrobky uspokojující kvality.

7 PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY

BEZERRA, carolina vieira et al., 2013: Green banana (*musaca vendishii*) flour obtained in spouted bed – effect of drying on physico-chemical, functional and morphological characteristics of the starch. *Industrial crops and products* [online]. Roč. 41, s. 241–249 [cit. 2015-11-20]. DOI: 10.1016/j.indcrop.2012.04.035 Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669012002257>

BULKOVÁ, Věra, 2011: *Rostlinné potraviny*. Vyd. 1. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotních oborů, 162 s. ISBN 978-80-7013-532-7

BUŠINOVÁ, Iva, 2006: Bezlepková dieta.cz. *Poradce pro bezlepkovou dietu a celiakii* Ing. Iva Bušínová [online]. [cit. 2015-11-12]. Dostupné z: <http://www.bezlepkovadieta.cz/obecne/949-3/jaky-je-rozdil-mezi-guarovou-a-xantanovou-gumou>

BUREŠOVÁ, Iva et al., 2014: The relationship between rheological characteristics of gluten-free dough and the quality of biologically leavened bread. *Journal of Cereal Science*. Sv. 60, č. 2, s. 271–275. ISSN 0733-5210. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0733521014001246>

CAPPA, Carola, Mara LUCISANO a Manuela MARIOTTI, 2013: Influence of *Psyllium*, sugar beet fibre and water on gluten-free dough properties and bread quality. *Carbohydrate Polymers* [online]. Roč. 98, č. 2, s. 1657-1666 [cit. 2016-1-25]. DOI:10.1016/j.carbpol.2013.08.007 Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861713007698>

CELIAC DISEASE FOUNDATION, 2015: *Biopsy Samples and the Diagnosis of Celiac Disease* [online]. [cit. 2016-2-1]. Dostupné z: <https://celiac.org/blog/2015/03/biopsy-samples-diagnosis-celiac-disease/>

ČERVENKA, Libor. Al tis. *Sója pro bezlepkové i nadýchanější pečivo* [online]. Publikováno 17.6. 2011 [cit. 2016-1-23]. Dostupné z: <http://www.altisindustry.cz/soja-pro-bezlepkove-i-nadychanejsi-pecivo.a2.html>

DEL GUIDICE, Fabio, Domenica Rita MASSARDO a Paola PONTIERI et al., 2008: Development of a sorghum chain in the Italian Campania Region: from the field to the

celiac patient's table. *Journal of plant Interaction* [online]. Roč. 3, č. 1, s. 49-55 [cit. 2015-11-12]. DOI 10.1080/17429140701714793

DRÁPAL, Robin. *Speciální směsi pro bezlepkovou dietu*. Bakalářská práce. Brno: MENDELU Brno, 2011. 46 s.

EANGRI.cz. Smyslové požadavky na jakost piva online]. [cit. 2016-4-22]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/100055968.html>

ELGETI, Dana et al., 2014: Volume and texture improvement of gluten-free bread using Quita white flour. *Journal of Cereal Science* [online]. Roč. 59, č. 1, s. 41-47 [cit. 2015-11-12]. DOI: 10.1016/j.jcs.2013.10.010 Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0733521013001793>

Exherbis.cz. *Zdravé potraviny – Plantejnová mouka* [online]. [cit. 2015-11-20]. Dostupné z: <http://www.exherbis.cz/Zdrave-potraviny.html?vyhledavani=&vsude=&list=4&xmlid=1442371>

FOX, Glen P., 2009: Beer and Celiac Disease. *Beer in Health and Disease Prevention* [online]. s. 561-566 [2015-11-30]. Dostupné z: http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/file_ebook/Isi1332579764748.pdf

GRONDE, Toon van der et al., 2015: Systematic review of the mechanisms and evidence of the hypocholesterolemia effects of HPMC, pectin and chitosan in animal trials. *Food Chemistry* [online]. Roč. 199, č. 15, s. 746-759 [cit. 2016-2-24]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.12.050. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814615303289>

HAGER, Anna-Sophie et al., 2012: Investigation of product quality, sensory profile and ultrastructure of breads made from a range of commercial gluten-free flour compared to their wheat counterparts. *European food research and technology* [online]. Roč. 235, č. 2, s. 333-334 [cit. 2015-11-12]. DOI: 10.1007/s00217-012-1763-2. Dostupné z: <http://link.springer.com>

HAGER, Anna-Sophie et al., 2014: Gluten free beer – A review. *Trends in food science and technology* [online]. Roč. 36, č. 1, s. 44-54 [cit. 2016-1-25]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092422441400003X>

- HAVEL, Petr. *Unikátní technologie umí pivo i z ječmene* [online]. Publikováno 11.4.2014 [cit. 2016-1-25]. Dostupné z: <http://www.vitalia.cz/clanky/unikatni-technologie-umi-bezlepkove-pivo-z-ječmene/?forceSwitch>
- HLUŠKA, Tomáš. Biolip.cz. *Kukuřice koňský zub* [online]. 2016 [cit. 2016-3-12]. Dostupné z: <http://www.biolip.cz/cz/taxon/id414877/>
- HOMOLA, Jiří. Klub Hanoi. *Pěstování rýže* [online]. 2006 [cit. 2015-11-12]. Dostupné z: <http://www.klubhanoi.cz/view.php?cislocclanku=2006101601>
- HOUBEN, Andreas, A. HÖCHSTÖTTER a T.BECKER, 2012: Possibilities to increase the quality in gluten-free bread production: an overview. *European food research and technology* [online]. Roč. 235, č. 2, s. 195-208 [cit. 2015-11-13]. DOI: 10.1007/s00217-012-1720-0. Dostupné z: <http://link.springer.com>
- HRUŠKOVÁ, Marie a ŠVEC, Ivan (2009): *Špalda a kamut – užití celozrnné mouky ve směsi s pšeničnou polosvětlou*. Mlynářské noviny XX, 1 (129), 3-8, ISSN 1214-6374
- HRUŠKOVÁ, Marie, HRDINA, Pavel a FILIP, Pavel. *Těstoviny edice jak poznáme kvalitu*. 1. vyd. Praha: Libertas a.s., 2015. s. 20. ISBN 978-80-87719-25-1
- CHLÁDEK, Ladislav. *Pivovarnictví*. Grada Publishing a.s., 2007. 208 s. ISBN 978-80-247-1616-9
- JAŠKOVÁ, Věra. Botany.cz. *Solanum tuberosum L. – Lilek brambor* [online]. Publikováno 14.12.2008 [cit. 2015-11-13]. Dostupné z: <http://botany.cz/cs/solanum-tuberosum/>
- Jizerské pekárny, s.r.o., *Složení výrobků dle jednotlivých expedic* [online]. [cit. 2016-2-9]. Dostupné z: <http://www.jipek.cz/cs/slozeni-vyrobku/slozeni-vyrobkudle-jednotlivych-expedic.html>
- JODL, Jiří. *Dieta bezlepková při celiakii u dětí*. 1. vyd. Praha: Avicenum, 1988. 104 s.
- KOPÁČOVÁ, Olga, 2003: *Bramborová vláknina společnosti Avebe*. Agronavigátor [online]. Publikováno 28.9.2003 [cit. 2016-2-9]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=0&ch=1&typ=1&val=18645>
- KULAMARVA, Arun G., Venkatesh R. SOSLE a G. S. Vijaya RAGHAVAN, 2009: Nutritional and Rheological Properties of Sorghum. *International Journal of Food Properties* [online]. Roč. 12, č. 1, s. 55-69 [cit. 2015-11-12].

- KUČEROVÁ, Jindřiška a PELIKÁN, Miloš, 2008: *Co víme o celiakii a bezlepkových potravinách*. Potravinářský zpravodaj. Sv. IX, č. 7, s. 21. ISSN 1801-9110
- KUČEROVÁ, Jindřiška a LEXMAULOVÁ, Hana, 2013: Nové receptury pro výrobu bezlepkového trvanlivého pečiva. In JÚZL, Miroslav et al. *Sborník příspěvků XXXIX. Konference o jakosti potravin a potravinových surovin - Ingrovy dny 2013*. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2013, s. 220--225. ISBN 978-80-7375-705-2.
- Labužník celiak. *Celiakie* [online]. Publikováno 2015 [cit. 2015-9-17]. Dostupné z: <http://www.labuznikceliak.cz/celiakie.html>
- LUŽNÁ, Dagmar a Dagmar VRÁNOVÁ, 2007: *Makrobiotický léčebný talíř, aneb, nemoc není nepřítel II*. Olomouc: ANAG, 335 s. ISBN 978-80-7263-421-7
- MALKUSOVÁ, Ivana. *Celiakie dospělých - často opomíjené onemocnění*. Sestra [online]. Publikováno 8.6.2010 [cit. 2015-9-17]. Dostupné z: <http://zdravi.e15.cz/clanek/sestra/celiakie-dospelych-casto-opomijene-onemocneni-452656>
- MAŇASKOVÁ, Dana. *Diagnostika celiakie* [online]. Publikováno 14.11.2013 [cit. 2015-9-17]. Dostupné z: <http://medicinman.cz/?p=nemocisympt&psub=celiakie/f-dg>
- MENGEROVÁ, Olga a FRIC, Přemysl. *Celiakie – Bezlepková dieta a rady lékaře* 1. vyd. Praha: Medica Publishing, 2008. 186 s. ISBN 978-80-85936-62-9
- MOŘKOVSKÁ, Taťána, 2009: *Vláknina, její vlastnosti a využití do masných výrobků*. Diplomová práce. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.
- MOUDRÝ, Jan. *Sója luštinatá*. Pěstování speciálních plodin. [online]. [cit. 2016-1-23]. Dostupné z: http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/skripta/2/soja_lustinata.html
- MOUDRÝ, Jan, 2005: *Pohanka a Proso*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 206 s., ISBN 80-7271-162-8
- MOŽNÁ, Lucie. *Bezlepkářům od A do Z*. Ostrava: Milota, 2006. 186 s. ISBN 4056691074
- MP Biomedical. *Gliadin* [online]. [cit. 2016-2-2]. Dostupné z: <http://www.mpbio.com/product.php?pid=05214216&country=56>
- MUSILOVÁ, Lenka. *Cereální výrobky pro bezlepkovou dietu*. Bakalářská práce. Brno: MZLU v Brně, 2009.

MÜLEROVÁ, Petra, 2010: *Vliv různých druhů vlákniny na kvalitu pekařských výrobků*. Diplomová práce. Brno: MENDELU v Brně.

NOVÁK, Jan, 2010: *Alergenní rostliny*. Vyd. 1. Praha: Knižní klub, 264 s. ISBN 978-80-242-25913

NOWAK, Verena et al., 2015: Assessment of the nutritional composition of quinoa (*chenopodium quino awilld.*) *Food Chemistry* [online]. Roč. 193, s. 47-54 [cit. 2016-1-26]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.02.111 Dostupné z:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814615003027>

ORTIZ-SANCHÉZ, Juan P., Francisco CABRERA-CHAVÉZ a Ana M. CALDERÓN DE LA BARCA, 2013: Maize prolamins could induce a gluten-like cellular immune response in some celiac disease patients. *Nutrients* [online]. Roč. 5, č. 10, 21, s. 4174-4183 [cit. 2015-11-12]. DOI 10.3390/nu5104174 Dostupné z: <http://link.springer.com>

PAVELKOVÁ, Kateřina a Pavla BUREŠOVÁ, 2014: *Celiakie, bezlepková dieta*. [online; cit. 16. 9. 2014]. Dostupné z: <http://www.szpi.gov.cz>

PAVLÍČEK, Michal, 2015: *Emulgátory*. Bezpečnost potravin A-Z [online]. [cit. 2016-2-17]. Dostupné z: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92271.aspx>

PELIKÁN, Miloš et al. *Technologie kvasného průmyslu*. MZLU, Brno, 2004. 135 s., ISBN 80-7157-578-X.

PELIKÁN, Miloš et al. *Zpracování zemědělských produktů (cvičení)*. 1. vyd. Brno: VŠZ, 1993. ISBN 80-7157-099-0

PERÉZ-LOPÉZ, Elena et al., 2015: Okara treated with high hydrostatic pressure assisted by Ultraflo® L: Effect on solubility of dietary fibre. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* [online]. Roč. 33, s. 32-37 [cit. 2016-3-9]. DOI

10.1016/j.ifset.2015.12.017 Dostupné z:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856415002738>

Potravinabezlepku.cz. *Databáze bezlepkových výrobků* [online]. [cit. 2015-9-16]. Dostupné z: <http://www.potravinabezlepku.cz/>

POZLER, Oldřich 2002: *Léčba celiakie a komplikace neléčené celiakie* [online]. Sdružení celiaků České republiky [cit. 2015-9-18]. Dostupné z: <http://www.celiac.cz/default.aspx?article=10>

Proalergiky.cz. *Celiakie – Bezlepková dieta* [online]. [cit. 2015-9-18]. Dostupné z: <http://www.proalergiky.cz/alergie/clanek/bezlepkova-dieta>

Proalergiky.cz. *Česká bezlepková piva* [online]. Publikováno 8.10. 2014 [cit. 2016-1-18]. Dostupné z: <http://www.proalergiky.cz/magazin/clanek/vyzkouseli-jsme-za-vas-ceska-bezlepkova-piva>

PŘÍHODA, Josef a Pavel SKŘIVAN, Marie HRUŠKOVÁ, 2004: *Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin*. 1. vyd. VŠCHT Praha. 202 s. ISBN 80-7080-530-7

RACEK, Jaroslav. *Pivo a zdraví*. 1. vyd. Nava, 2007. 106 s. ISBN 9788272112531

RAYO, Lina M. et al., 2015: Production of instant green banana flour (Musacavendischi, var. Nanicão) by a pulsed-fluidized bed agglomeration. *LWT - Food Science and Technology* [online]. Roč. 63, č. 1. s. 461-569 [cit. 2015-11-12]. DOI 10.1016/j.lwt.2015.03.059 Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643815002121>

RUJNER, Jolanta a CICHANŠKÁ, Barbara, 2010: *Bezlepková a bezmléčná dieta*. 1. vyd. Brno: Computer Press, a. s. 120 s. ISBN 978-80-251-3255-5

Sdružení jihočeských celiaků a.s. *Příspěvky zdravotních pojišťoven 2013* [online]. Aktualizováno 28.2.2013 [cit. 2015-9-15]. Dostupné z: <http://www.celiakie-jih.cz/celiakie-jih/15-LEGISLATIVA-A-ZDR-POJISTOVNY/26-Prispevky-zdr-pojistoven>

Společnost pro bezlepkovou dietu o.s. *Alergie na lepek* [online]. [cit. 2015-9-15]. Dostupné z: <http://www.celiak.cz/o-nemoci/alergie-na-lepek>

ŠIROKÁ, Marie. *Biom.cz. Konopí seté – energetická a průmyslová plodina třetího tisíciletí* [online]. Publikováno 26.1.2009 [cit. 2015-11-30]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/konopi-sete-energiticka-a-prumyslova-plodina-tretiho-tisicileti>

ŠMEHLÍKOVÁ, Monika, 2011: *Technologie výroby jemného pečiva v malé pekárně*. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.

ŠOTTNÍKOVÁ, Viera. Návrh receptur pro výrobu bezlepkových těstovin. *Potravinářstvo - Food Science (elektronická verze)*. [CD-ROM]. In *Potravinářstvo - Food Science (elektronická verze)*. 2011. sv. 5, č. 1, s. 314--318.

- ŠVEC, Ivan a Marie HRUŠKOVÁ. The Mixolab parameters of composite wheat/hempflour and their relation to quality features. *LWT - Food Science and Technology* [online]. Roč. 60, č. 1, s. 623-629 [cit. 2015-11-30]. DOI: 10.1016/j.lwt.2014.07.034
Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643814004654>
- ŠVEC, Ivan, HRUŠKOVÁ, Marie a KRPÁLKOVÁ Marie (2011). *Objektivní hodnocení sítě pečiva analýzou obrazu*. Chemické listy, 105, 482-487, ISSN 0009-2770.
- TAUFEROVÁ, Alexandra et al. *Technologie a hygiena potravin rostlinného původu I., II.* Brno, 2014. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, fakulta veterinární hygieny a ekologie.
- TOMEČKOVÁ, Nina. *Atraktivita odvětví s bezpečnými potravinami*. Diplomová práce. Brno: MENDELU Brno, 2013. 99 s.
- TICHÝ, Oldřich. *VZP výrazně zvýšila příspěvky na bezpečnou dietu* [online]. Publikováno 14.5.2013 [cit. 2015-9-18]. Dostupné z: <http://vzp.cz/klienti/aktuality/vzp-vyrazne-zvysila-prispevky-na-bezlepkovou-dietu>
- TRINIDAD, Trinidad P. et al., 2006: Dietary fiber from coconut flour: A functional food. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* [online]. Roč. 7, č. 4, s. 309-317 [cit. 2015-11-20]. DOI: 10.1016/j.ifset.2004.04.003 Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856406000452>
- UHLÍŘOVÁ, Jana. *Merlík čilský, zázračné obilí Inků* [online]. Publikováno 25.11.2015 [cit. 2016-1-26]. Dostupné z: <http://www.svet-potravin.cz/clanek.aspx?id=5526>
- VILMANE, Laila a Evita STRAUMITE, 2014: The use of soy flour in yellow maize-amaranth gluten-free bread production. *Proceeding of the Latvian University of Agriculture* [online]. Roč. 31, č. 1, s. 1-11 [cit. 2015-11-13]. DOI: 10.2478/plua-2014-0001. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com>
- Vyhláška č. 35/2012 Sb., o potravinách určených pro zvláštní výživu a o způsobu jejich použití ve znění pozdějších předpisů.
- Vyhláška č. 54/2004 Sb., o potravinách určených pro zvláštní výživu a o způsobu jejich použití.
- Vyhláška č. 113/2005 sb., o způsobu označování potravin a tabákových výrobků.

Vyhláška ministerstva zemědělství č. 182/2012 sb., kterou se mění vyhláška 333/1997 sb., kterou se provádí § 18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta, ve znění pozdějších předpisů

VYŽRALOVÁ, Kristina, Bratři zátkové a.s., 2001: *O těstovinách*. Výživa a potraviny, roč. 56, č. 4, s. 100-101 ISSN: 1211-8461

www1: <http://www.bezlepkovadieta.cz/bezlepkove-potraviny/413-3/mezinarodni-oznaceni-bezlepkovych-potravin>

www 2: <http://www.ceff.info/seznam-ecek.html>

www3: <http://www.bezlepkovadieta.cz/obecne/949-3/jaky-je-rozdil-mezi-guarovou-a-xantanovou-gumou>

www 4: <http://www.zateckypivovar.cz/cs/>

www 5: <http://www.bernard.cz/cs/pivo/sortiment/lahvove-pivo/14.shtml>

8 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázky

Obr. 1 Chemická struktura gliadinu pšenice (MP BIOMEDICALS, 2016).

Obr. 2 Znázornění sliznice tenkého střeva u zdravého a nemocného jedince (CELIAC DISEASE FOUNDATION, 2015).

Obr. 3 Mezinárodní označení potravin bez lepku (www1).

Obr. 4 Těstářenský lis TR 70 pro výrobu těstovin

Obr. 5 Chmelové granule chmele Premiant

Obr. 6 Mikroskladovna Ravoz (Česká republika)

Obr. 7 Sešrotovaný kukuřičný slad

Obr. 8 Rmutování kukuřičného sladu

Obr. 9 Hlavní kvašení a dokvašování

Obr. 10 Vliv přídavku vlákniny na tvar pečiva

Obr. 11 Vliv přídavku vlákniny na objem pečiva

Obr. 12 Vliv přídavku vlákniny na celistvost kůrky pečiva

Obr. 13 Vliv přídavku vlákniny na barvu kůrky pečiva

Obr. 14 Vliv přídavku vlákniny na lesk kůrky pečiva

Obr. 15 Vliv přídavku vlákniny tvrdost pečiva po upečení

Obr. 16 Vliv přídavku vlákniny na kyprost střídy pečiva

Obr. 17 Vliv přídavku vlákniny na pružnost střídy pečiva

Obr. 18 Vliv přídavku vlákniny na přilnavost při konzumaci pečiva

Obr. 19 Vliv přídavku vlákniny na soudržnost střídy pečiva

Obr. 20 Vliv přídavku vlákniny na pórovitost střídy pečiva

Obr. 21 Vliv přídavku vlákniny na vůni pečiva

Obr. 22 Vliv přídavku vlákniny na žvýkatelnost pečiva

Obr. 23 Vliv přídavku vlákniny na chuť pečiva

Obr. 24 Grafické znázornění sensorického hodnocení vzorku č. 1 bez přídavku vlákniny

Obr.25 Grafické znázornění sensorického hodnocení vzorku č. 2 s přídavkem 3 % vlákniny s délkou vlákna 200 μm

Obr. 26 Vzorek č. 1 bez přidané vlákniny a vzorek č. 2 s obsahem 3 % vlákniny WF 200 o délce vlákna 200 μm

Obr.27 Grafické znázornění sensorického hodnocení vzorku č. 3 s přídavkem 5 % vlákniny s délkou vlákna 200 μm

Obr. 28 Grafické znázornění sensorického hodnocení vzorku č. 4 s přídavkem 7 % vlákniny s délkou vlákna 200 μm

Obr. 29 Vzorek č. 3 s obsahem 5 % vlákniny WF 200 o délce vlákna 200 μm a vzorek č. 4 s obsahem 7 % vlákniny WF 200 o délce vlákna 200 μm

Obr. 30 Vliv přídavku vlákniny na tvrdost pečiva

Obr. 31 Vliv přídavku různého druhu vlákniny na barvu

Obr. 32 Vliv přídavku různého druhu vlákniny na celkový tvar

Obr. 33 Vliv přídavku různého druhu vlákniny na vlastnosti povrchu

Obr. 34 Vliv přídavku různého druhu vlákniny na barvu těstovin po uvaření

Obr. 35 Vliv přídavku různého druhu vlákniny na barvu po uvaření (hedonické hodnocení)

Obr. 36 Vliv přídavku různého druhu vlákniny na celkový tvar

Obr. 37 Vliv přídavku různého druhu vlákniny na lepivost po uvaření

Obr. 38 Vliv přídavku různého druhu vlákniny na vůni po uvaření

Obr. 39 Vliv přídavku různého druhu vlákniny na vůni po uvaření (hedonické hodnocení)

Obr. 40 Vliv přídavku různého druhu vlákniny na chuť po uvaření

Obr. 41 Vliv přídavku různého druhu vlákniny na chuť po uvaření (hedonické)

Obr. 42 Vliv přídavku různého druhu vlákniny na celkový dojem

Obr. 43 Vzorek č. 1 vyrobený za použití mouky a vody

- Obr. 44 Vzorek č. 2 s přídatkem 6 % bambusové vlákniny BAF 200
- Obr. 45 Vzorek č. 1 bez obsahu vlákniny, vajec a HPMC před a po uvaření
- Obr. 46 Vzorek č. 2 s přídatkem 6 % bambusové vlákniny s délkou vlákna 200 μm před a po uvaření
- Obr. 47 Vzorek č. 3 s přídatkem 6 % hrachové vlákniny EF 150
- Obr. 49 Vzorek č. 4 s přídatkem 6 % bambusové vlákniny BAF 200 a vajec
- Obr. 50 Vzorek č. 3 s přídatkem 6 % hrachové vlákniny s délkou vlákna 150 μm před a po uvaření
- Obr. 51 Vzorek č. 4 s přídatkem 6 % bambusové vlákniny s délkou vlákna 200 μm a vajec, před a po uvaření
- Obr. 52 Vzorek č. 5 s přídatkem 6 % hrachové vlákniny EF 150 a vajec
- Obr. 53 Vzorek č. 6 s přídatkem 6 % bambusové vlákniny BAF 200 a HPMC
- Obr. 54 Vzorek č. 5 s přídatkem 6 % hrachové vlákniny s délkou vlákna 150 μm a vajec, před a po uvaření
- Obr. 55 Vzorek č. 6 s přídatkem 6 % bambusové vlákniny s délkou vlákna 200 μm a HPMC, před a po uvaření
- Obr. 56 Vzorek č. 7 s přídatkem 6 % hrachové vlákniny EF 150 a HPMC
- Obr. 57 Vzorek č. 7 s přídatkem 6 % hrachové vlákniny s délkou vlákna 150 μm a HPMC, před a po uvaření
- Obr. 58 Grafické znázornění hodnocených deskriptorů vzorku č. 1
- Obr. 59 Grafické znázornění hodnocených deskriptorů vzorku č. 2
- Obr. 60 Grafické znázornění hodnocených deskriptorů vzorku č. 3
- Obr. 61 Vliv várky piva na hodnocení vzhledu
- Obr. 62 Vliv várky piva na hodnocení pěnivosti
- Obr. 63 Vliv várky piva na hodnocení barvy
- Obr. 64 Vliv várky piva na hodnocení vůně
- Obr. 65 Vliv várky piva na hodnocení plnosti

Obr. 66 Vliv várky piva na hodnocení řízu

Obr. 67 Vliv várky piva na hodnocení hořkosti

Obr. 68 Vliv várky piva na hodnocení chuti

Obr. 69 Vliv várky piva na hodnocení celkového dojmu

Tabulky

Tabulka 1 Klinické formy celiakie (MALKUSOVÁ ET AL., 2010).

Tabulka 2 Složení 100% plántejnové mouky ve 100 g (RAYO ET AL., 2015).

Tabulka 3 Nutriční hodnoty ve 100 g mouky (TRINIDAD ET AL., 2006).

Tabulka 4 Příklad používaných emulgátorů při výrobě pečiva (www 2).

Tabulka 5 Výživová hodnota bezlepkových piv (www 4 A www 5).

Tabulka 6 Výživová hodnota směsi Jizerka ve 100 g výrobku (JIZERSKÉ PEKÁRNY, S.R.O.)

Tabulka 7 Navržené receptury vánočky s různým procentuálním zastoupením vlákniny

Tabulka 8 Navržené receptury k výrobě těstovin s různým druhem vlákniny

Tabulka 9 Znázornění jednotlivých fází sušení vzorků těstovin

Tabulka 10 Stádia klíčení

Tabulka 11 Parametry rmutování kukuřičného sladu

Tabulka 12 Výsledky zkoušek vařivosti u vzorků bezlepkových těstovin

9 PŘÍLOHY

Příloha 1 – Sensorický dotazník pro hodnocení vánočky

Senzorické hodnocení vánočky

Příjmení: Datum:
Jméno: Hodina:
Specializace: Věk : Žena - muž
Zdravotní stav:

1. Vzhled a konzistence

CELÝ VÝROBEK

Objem

vzorek 1 I-----I
2 I-----I
3 I-----I
4 I-----I
velký, střední, malý,
pravidelný méně pravidelný neuspokojivý

Tvar

vzorek 1 I-----I
2 I-----I
3 I-----I
4 I-----I
klenutý mírně vyklenutý nízká

KŮRKA

Barva

vzorek 1 I-----I
2 I-----I
3 I-----I
4 I-----I
zlatohnědá tmavá nebo světlá příliš tmavá připálená
příliš bledá (nedopečená)

Celistvost

vzorek 1 I-----I
2 I-----I
3 I-----I
4 I-----I
celistvá popraskaná s trhlínami,
puchýřovitá, odlupující se

Lesk

vzorek	1	I-----I-----I
	2	I-----I-----I
	3	I-----I-----I
	4	I-----I-----I
		lesklý méně lesklý matný

STRÍDA

Pórovitost

vzorek	1	I-----I-----I
	2	I-----I-----I
	3	I-----I-----I
	4	I-----I-----I
		stejněměrně pórovitá, tenké stěny póry malé, velké nebo nepravidelné nerovnoměrná, velké dutiny, hrubé stěny

Kyprost

vzorek	1	I-----I-----I
	2	I-----I-----I
	3	I-----I-----I
	4	I-----I-----I
		kyprá (nadýchaná) méně kyprá houževnatá, tuhá, drolivá

2. Vůně

vzorek	1	I-----I-----I
	2	I-----I-----I
	3	I-----I-----I
	4	I-----I-----I
		příjemná, charakteristická, výrazná čistá, charakteristická neurčitá, bez cizích pachů

3. Chut'

vzorek	1	I-----I-----I
	2	I-----I-----I
	3	I-----I-----I
	4	I-----I-----I
		velmi dobrá, typicky jemná, charakteristická dobrá, málo výrazná, bez cizí příchuti mdlá, fádňí, neurčitá, po droždí s nakyslou nebo nahořklou příchutí

Příloha 2 – Senzorický dotazník pro hodnocení těstovin

Senzorické hodnocení těstovin v syrovém stavu

Příjmení: Datum:
Jméno: Hodina:
Specializace: Věk : Žena - muž
Zdravotní stav:.....

Hodnocení barvy

Stupnice 1 - typická nažloutlá
2 - mírná odchylka v odstínu
3 - bledá, netypická
4 - výrazně žlutá, sytá
5 - nepříjemná, skvrnitá

Bodové hodnocení	Vzorek číslo			
	1	2	3	4
<hr/>				

Hodnocení celkového vzhledu (tvaru)

Stupnice 1 - tvar pravidelný, povrch hladký, celistvý
2 - tvar mírně narušen, povrch mírně popraskaný
3 - tvar více porušen, povrch popraskaný
4 - tvar hodně porušený, s trhlinkami
5 - tvar nepravidelný, povrch značně popraskaný

Bodové hodnocení	Vzorek číslo			
	1	2	3	4
<hr/>				

Vlastnosti povrchu

Stupnice 1 - hladký, celistvý
2 - polohladký
3 - drsný

Bodové hodnocení	Vzorek číslo			
	1	2	3	4
<hr/>				

Pružnost a pevnost při ohýbání a lámání mezi prsty

Stupnice 1 - odpor znatelný
2 - odpor nepatrný
3 - žádný

Bodové hodnocení	Vzorek číslo			
	1	2	3	4
<hr/>				

Senzorické hodnocení uvařených těstovin

Příjmení: Datum:
Jméno: Hodina:
Specializace: Věk : Žena - muž
Zdravotní stav:

Úkol: prohlédněte si pozorně předložené vzorky těstovin, ochutnejte je a hodnot'te podle bodových stupnic. hodnot'te vždy celý senzorický profil u vzorku najednou.

Hodnocení barvy

Stupnice 1 - výrazná, sytá 2 - méně výrazná 3 - bledá

Bodové hodnocení	Vzorek číslo			
	1	2	3	4
<hr/>				

Hodnocení barvy (hedonické)

Stupnice 1 - příjemná 2 - méně příjemná 3 - nepříjemná

Bodové hodnocení	Vzorek číslo			
	1	2	3	4
<hr/>				

Hodnocení vzhledu (tvar)

Stupnice 1 - původní tvar nezměněn
2 - původní tvar mírně narušen
3 - původní tvar více porušen

Bodové hodnocení	Vzorek číslo			
	1	2	3	4
<hr/>				

Hodnocení lepivosti po uvaření

Stupnice 1- vůbec se nelepí
2 - lepí se
3 - značně se lepí

Bodové hodnocení	Vzorek číslo			
	1	2	3	4
<hr/>				

Hodnocení vůně po uvaření

- Stupnice 1 - těstovinová s vůní po přidané surovině
 2 - těstovinová (není ovlivněna přidanou surovinou)
 3 - převládá vůně přidané suroviny
 4 - nevýrazná, mdlá
 5 - pach cizí, zatuchlý, kyselý, jiný

Bodové hodnocení	Vzorek číslo			
	1	2	3	4

Hodnocení vůně po uvaření (hedonická stupnice)

- Stupnice 1 - příjemná 2 - méně příjemná 3 - nepříjemná

Bodové hodnocení	Vzorek číslo			
	1	2	3	4

Hodnocení chuti

- Stupnice 1 - těstovinová s chutí po přidané surovině
 2 - typicky těstovinová
 3 - převládá chuť přidané suroviny
 4 - nevýrazná, mdlá
 5 - nahořklá, kyselá, zatuchlá, jiná

Bodové hodnocení	Vzorek číslo			
	1	2	3	4

Hodnocení chuti (hedonická stupnice)

- Stupnice 1 - příjemná 2 - méně příjemná 3 - nepříjemná

Bodové hodnocení	Vzorek číslo			
	1	2	3	4

Celkový dojem

- Stupnice 1 - vynikající
 2 - velmi dobrý
 3 - dosti dobrý, dobrý
 4 - průměrný, uspokojivý
 5 - špatný, již nevyhovující

Bodové hodnocení	Vzorek číslo			
	1	2	3	4

Příloha 3 – Senzorický dotazník pro hodnocení piva

Senzorické hodnocení piva

Pohlaví
Zdravotní stav
Věk

Datum
Hodina

Zhodnoťte předložené vzorky v následujících znacích dle uvedené grafické stupnice

Vzhled

I-----I
I-----I
I-----I
I-----I
nevyhovující výborný

Pěnovost

I-----I
I-----I
I-----I
I-----I
neznatelná velmi silná

Barva

I-----I
I-----I
I-----I
I-----I
nevyhovující výborná

Vůně

I-----I
I-----I
I-----I
I-----I
nevyhovující výborná

Cizí vůně (uved'te jaká)

I-----I
I-----I
I-----I
I-----I
neznatelná velmi silná

kvasničná, kyselá, trpká, svíravá, sladová, připálená, fenolová, kovová, papírová, ovocná, oxidační

Plnost

I-----I
 I-----I
 I-----I
 I-----I
 prázdňá chuť plná chuť

Říz

I-----I
 I-----I
 I-----I
 I-----I
 zvětrálé příjemně řízné

Hořkost

I-----I
 I-----I
 I-----I
 I-----I
 neznatelná velmi silná

Chuť

I-----I
 I-----I
 I-----I
 I-----I
 nevyhovující výborná

Cizí chuť (uved'te jaká)

I-----I
 I-----I
 I-----I
 I-----I
 neznatelná velmi silná

kvasničná, kyselá, trpká, svíravá, sladová, připálená, fenolová, kovová, papírová, ovocná, oxidační

Celkové hodnocení

I-----I
 I-----I
 I-----I
 I-----I
 velmi špatný vynikající