

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Kvalita zemědělských produktů

Katedra: Potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských  
produktů

Vedoucí katedry: doc. Ing. Pavel Smetana, Ph.D.

Diplomová práce

Hodnocení kvality bezlepkových potravin se zaměřením na pečivo

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

Autor diplomové práce: Bc. Radka Osinková

České Budějovice, 2020

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

27.06.2020

Podpis studenta.....

## **Poděkování**

Touto cestou bych ráda poděkovala Ing. Daně Jirotkové, Ph.D. vedoucí mé diplomové práce za odborné vedení, trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování diplomové práce věnovala. Mé poděkování patří též Ing. Janu Bedrníčkoví za spolupráci při získávání údajů pro praktickou část práce. Dále bych ráda poděkovala svým rodičům, kteří mi umožnili studium a vždy mě plně podporovali.

## **Abstrakt**

Tato diplomová práce řeší problematiku trvanlivosti a nízké nutriční hodnoty bezlepkového pečiva. Cílem práce bylo zjistit vliv příslušných přídatných látek na zvýšení nutriční hodnoty a prodloužení trvanlivosti bezlepkového chleba.

První úsek práce je věnován teoretické části, která nabízí obecný přehled týkající se vlastností lepku, chorob spojených s poruchami trávení lepku a problematikou bezlepkového pečiva. V závěru je popsána metoda senzorické analýzy a možnosti sestavení dotazníku. Druhý úsek práce je zaměřen na praktickou část, ta je zpracována na základě provedení pekařského pokusu s využitím obohacujících přídatných látek – konopné mouky a záparu. Vzorčky pečiva jsou podrobeny analýze textury prostřednictvím texturometru. Součástí experimentální části je dotazníkové šetření. Dosažené výsledky jsou zpracovány a graficky znázorněny.

Vzhledem k získaným poznatkům, lze označit vybrané přídatné látky, konopnou mouku i záparu, jako obohacující složky, které pozitivně ovlivňují nutriční hodnotu a trvanlivost bezlepkového chleba. Z výsledků dotazníkového šetření je u respondentů patrný zájem o kvalitu konzumovaných pekařských výrobků, a to zejména u celiaků či osob trpících jinou poruchou trávení lepku.

**Klíčová slova:** bezlepkový chléb, konopná mouka, trvanlivost, zápara, přídatné látky

## **Abstrakt**

This dissertation addresses the issue of shelf life and low nutritional value of gluten-free bread. Its aim was to determine the effect of certain additives on increase of the nutritional value and on extension of the shelf life of gluten-free bread.

The first section of the thesis is devoted to the theoretical part, offering a general overview of properties of gluten, diseases associated with disorders of gluten digestion and the issue of gluten-free bread. It concludes with a description of a method of sensory analysis and possibility of compiling a questionnaire. The second section of the thesis is focused on the practical part which is developed on the basis of performing a baking experiment using enriching additives - hemp flour and mash. The bread samples are subjected to texture analysis by means of a texture analyser.

The experimental part includes a questionnaire survey. The achieved results are processed and graphically represented. On the grounds of the acquired results, it is possible to label the chosen additives - hemp flour and mash as enriching ingredients positively affecting the nutritional value and shelf life of gluten-free bread. The results of the questionnaire survey show that the respondents are interested in the quality of the bakery products consumed; this is especially true for coeliac sufferers and people with other disorders of gluten digestion.

**Key Words:** gluten-free bread, hemp flour, shelf live, mash, additives

# Obsah

1 Úvod .....	8
2 Literární přehled .....	9
2.1 Lepek.....	11
2.2 Nemoci vyvolané působením lepku.....	12
2.3 Bezlepková dieta .....	15
2.3.1 Bezlepkové pečivo.....	16
2.3.2 Bezlepkový chléb .....	17
2.3.3 Suroviny pro výrobu bezlepkového pečiva .....	19
2.4 Trvanlivost bezlepkového chleba.....	32
2.4.1 Pomocné a přídatné látky prodlužující trvanlivost.....	34
2.5 Označování potravin z hlediska obsahu lepku.....	38
2.6 Senzorická analýza.....	41
2.6.1 Metody senzorické analýzy potravin.....	44
2.7 Dotazníky .....	45
3 Praktická část.....	46
3.1 Cíl práce .....	46
3.2 Materiál a metody .....	46
3.2.1 Použité suroviny .....	47
3.2.2 Pečící pokus.....	51
3.2.3 Analýza stárnutí pečiva .....	53
4 Výsledky a diskuze.....	55
4.1 Výsledky měření stárnutí bezlepkového chleba skladovaného bez obalu.....	55
4.2 Výsledky měření stárnutí bezlepkového chleba skladovaného v mikrotenovém obalu .....	57
4.3 Vyhodnocení dotazníkového šetření.....	59
5 Závěr.....	75
Seznam použité literatury .....	76

Internetové zdroje.....	89
Seznam obrázků, tabulek a grafů .....	93
Přílohy .....	95

# 1 Úvod

Každoročně přibývá lidí trpících celiakií a čím dál více se také zvyšuje počet těch, kteří lepek odmítají z vlastního přesvědčení, aniž by k tomu byli nuceni svým zdravotním stavem. Celiakie je multisystémové autoimunitní onemocnění způsobené lepkem, při kterém dochází k zánětům sliznic tenkého střeva. Léčba spočívá v celoživotním dodržování bezlepkové diety.

Lepek je bílkovinný komplex, tvořený směsí dvou ve vodě nerozpustných bílkovin, prolaminů a glutelinů, schopný vytvářet viskoelastický gel. Vzhledem ke zvyšující se poptávce po bezlepkových produktech je kladen stále větší důraz na jejich kvalitu. K nejdůležitějším bezlepkovým produktům patří bezlepkové pekařské výrobky, které jsou nezbytnou součástí jídelníčku většiny lidí. Pečení bez lepku je velmi náročné, pšeničný lepek má totiž jedinečné vlastnosti vedoucí k vytvoření soudržných, elastických těst a je velmi obtížné nalézt suroviny a přísady, které mohou lepek plně nahradit. Čerstvé bezlepkové pečivo není v běžné tržní síti vždy dostupné, a tak je většina lidí nucena péct domácí bezlepkové pečivo, s využitím bezlepkových mouk či již připravených bezlepkových směsí. Častým problémem bezlepkového pečiva je kratší trvanlivost, nižší výživová hodnota a také horší chuť.

Tato práce se zabývá problematikou bezlepkového pečiva se zaměřením na chléb, především pak konkrétními komponenty, které by mohly mít pozitivní vliv na zvýšení nutriční hodnoty a prodloužení trvanlivosti. Zjišťování probíhá prostřednictvím konkrétních metod senzorické analýzy a zpracováním získaných dat pomocí vhodných matematicko-statistických metod.

Téma je velmi aktuální díky stále se zvyšující poptávce po nutričně kvalitních bezlepkových pekařských výrobcích.



## 2 Literární přehled

### Shrnutí současné situace

Celiakie je jedním z nejčastějších malabsorpčních onemocnění, způsobuje poškození sliznice tenkého střeva a gastrointestinální poruchy. Jediná účinná léčba je přísné dodržování bezlepkové stravy. V současné době tato nemoc postihuje přibližně 1 % světové populace (GABROVSKÁ A KOL., 2015).

Rostoucí výskyt celiakie podporuje zvýšení zájmu o různé bezlepkové produkty. Díky v současnosti lepším možnostem diagnostiky celiakie a častému zmiňování vlivu lepku na zdravotní stav, vzbuzuje vývoj bezlepkových potravin velkou pozornost. Bez ohledu na skutečnou motivaci ke konzumaci bezlepkových potravin je v současné době na trhu pozorována rostoucí poptávka po bezlepkových výrobcích a dochází k postupnému rozšiřování bezlepkového sortimentu. Bezlepkové výrobky byly ještě před několika lety k dostání sporadicky, výjimku tvořily pouze specializované obchody se zdravou výživou, kde byl tento sortiment v nabídce. Ve velkých řetězcích jsou bezlepkové výrobky často oddělovány do samostatných úseků, kde najdeme především trvanlivé produkty s nižší nutriční hodnotou. Běžně jsou zde k dostání mouky, bezlepkové pečicí směsi, sladkosti a těstoviny, v menší míře pak trvanlivé vakuově balené pečivo (LITWINEK A KOL., 2014).

Pekařské výrobky jsou nedílnou součástí jídelníčku většiny lidí. Trendem posledních desetiletí je pokles jejich konzumace, ale i přesto jsou stále nejvíce konzumovaným potravinovým produktem. Bezlepkový chléb je stejně jako ostatní bezlepkové produkty oproti tradičnímu chlebu výrazně dražší, a ne vždy dostupný v běžné supermarketové síti. Proto je velmi důležité prodloužení doby jeho použitelnosti (LITWINEK A KOL., 2014). Pečení bez lepku je technologickou výzvou, potýkající se s problémem vytvoření soudržných a elastických těst. Vzhledem k jedinečným vlastnostem pšeničného lepku je velmi obtížné nalézt suroviny a přísady, které mohou lepek plně nahradit, a proto může mít celá řada bezlepkových produktů dostupných na trhu horší chuť a nízkou výživovou hodnotu. V poslední době se při výrobě bezlepkového pečiva ve větší míře používají látky, které umožní zlepšení reologických vlastností těst. Dochází také k rozvoji nových technologií prodlužujících trvanlivost chleba, jako je proteolýza lepku, použití kvásků, technologie zmrazování a také šlechtění pšenice s nízkým obsahem gliadinu (WANG A KOL., 2017).

Mezi zlepšující látky patří škroby, hydrokoloidy, proteiny, enzymy a emulgátory (WANG A KOL., 2017). Trvanlivost bezlepkového pečiva je ovlivněna celou řadou faktorů od přidaných surovin a přísad až po způsob balení či tepelnou úpravu.

Při přípravě bezlepkových výrobků se běžně využívá deproteinovaný pšeničný škrob. Jde o škrob se sníženým obsahem lepku, který se vyrábí z bílé pšeničné mouky oddělením škrobové frakce od frakce lepkové. Využívá se vlastnosti lepku koagulovat ve vodě, čímž lze lepek snadněji oddělit. Dále se odstředováním oddělí od tzv. škrobového mléka, které se následně vypírá vodou, dokud se neodstraní i nejmenší částice lepku. Následným sušením je získán škrob. Vzniklá surovina musí odpovídat přísným standardům pro bezlepkovou dietu. Většina firem, které se specializují na výrobu deproteinovaného pšeničného škrobu, garantuje maximální obsah lepku do 20 mg/kg. Deproteinovaný pšeničný škrob má pozitivní vliv na texturu i chuť bezlepkového výrobku, jeho nutriční hodnota je však prakticky nulová (PETROVÁ A SPÁČILOVÁ, 2017).

Nejčastěji se pro výrobu bezlepkového chleba používají obiloviny, jako je rýže, čirok a kukuřice. V menší míře pak andské plodiny a hlízy brambor či manioku. Bezlepkové chleby vykazují vysokou inkorporaci vody a obecně je doporučován přídavek vody od 65 % do 100 %. Díky takto vysokému množství vody nebo také přidáním tukových přísad či škrobů bezlepkové pečivo rychleji tvrdne a je náchylnější na mikrobiální kažení (LITWINEK A KOL., 2014). Dalším problémem bezlepkového pečiva je nízká nutriční hodnota. U bezlepkových chlebů jsou zaznamenávány velké rozdíly ve složení živin. Obecně lze říci, že jde o potraviny s vysokým obsahem škrobu, které mají obvykle oproti standardním chlebům, při jejichž výrobě je využívána pšenice, nízký obsah bílkovin a vysoký obsah tuků (MATOS A ROSELL, 2015), (MATOS A ROSELL, 2011). Tento problém může být řešen například částečným nahrazením chlebové směsi na bázi kukuřice a rýže, teffovou moukou, amarantovou moukou či moukou z quinoy, díky čemuž dojde ke značné změně v obsahu živin, zatímco cena výrobku zůstane srovnatelná (RYBICKA A KOL., 2019).

## 2.1 Lepek

Lepek je bílkovinný komplex, tvořený směsí dvou ve vodě nerozpustných bílkovin prolaminů a glutelinů. Prolaminy a gluteliny se nachází společně se škrobem v endospermu semen některých obilovin. Největší obsah lepku je v pšenici, následuje v sestupném pořadí žito, ječmen a oves (STROSSEROVÁ, 2015). Z technologického hlediska jde o nejvýznamnější proteiny obilovin. Ze všech rostlinných bílkovin obsahuje právě lepek nejvyšší koncentraci glutaminu a prolinu (GABROVSKÁ A KOL., 2015).

U pšenice představuje lepek až 80 % bílkovinného obsahu zrna. Vzniká po přidavku vody za současného vložení mechanické práce a dodává tak pšeničnému těstu jeho jedinečné vlastnosti. Lepek tvoří viskoelastický gel složený ze dvou vysokomolekulárních frakcí gliadinu s nižší molekulovou hmotností 30–100 kDa (kilodalton), který dodává lepkovému komplexu tažnost a gluteninu s vyšší molekulovou hmotností až 2000 kDa, jenž je nositelem pružnosti (PRUGAR, 2008). Gliadin a glutenin mají velmi podobné aminokyselinové složení, liší se však nejen rozdílnou molekulovou hmotností, ale také rozpustností. Gliadin je rozpustný v 70 % vodném roztoku alkoholu, glutenin pouze v kyselinách nebo zásadách (BENEŠOVÁ A KOL., 2000). Gliadinové proteiny pšenice obsahují velké množství glutaminu v rozmezí 30–45 % a prolinu kolem 10–30 %, nízký je naopak obsah asparagové a glutamové kyseliny, bazických aminokyselin argininu, lysinu a histidinu, sirných aminokyselin cysteinu, methioninu a tryptofanu (GABROVSKÁ A KOL., 2015).

Průměrný denní příjem lepku v západní stravě je 5–20 g. Lepek je tepelně stabilní, má schopnost působit jako pojivo a prodlužuje trvanlivost. Při zpracování potravin se běžně používá jako přísada zlepšující texturu, udržující vláčnost a chuť. Díky těmto benefitům je lepek přidáván i do produktů, kde je méně zjevný, jde například o náhražky masa, zahušťovadla, emulgátory, želírující látky v bonbonech, zmrzliny, másla, koření, marinády nebo plniva léků. Stále častěji se využívá vitální pšeničný lepek a izolované pšeničné proteiny zlepšující strukturu průmyslových pekařských výrobků a posilující mouky s nízkým obsahem bílkovin (BIESIEKIERSKI, 2017).

## **2.2 Nemoci vyvolané působením lepku**

Podle reakce imunitního systému na peptidy lepku lze dělit vzniklé choroby na autoimunitní, alergická a neautoimunitní nealergická onemocnění (FRIČ A KEIL, 2011). Mezi autoimunitní onemocnění patří celiakie, Duhringova herpetiformní dermatitida a glutenová ataxie (GABROVSKÁ A KOL., 2015).

### **2.2.1 Celiakie**

Celiakie je multisystémové autoimunitní onemocnění způsobené lepkem (RADLOVIC, 2013). Jde o chronickou imunologicky stanovenou formu enteropatie postihující tenké střevo u geneticky predisponovaných dětí a dospělých, kteří mají v genetické výbavě HLA (human leukocyte antigens) DQ2 (80–85 % případů) nebo HLA DQ8 (BAI A KOL., 2012). Celiakie je často spojena s autoimunitními chorobami, selektivním deficitem imunoglobulinu A a Downovým, Turnerovým a Williamsovým syndromem. Základem nemoci je symptomatický nebo nejčastěji se vyskytující asymptomatický zánět sliznice tenkého střeva, který po dodržování bezlepkové diety vymizí (RADLOVIC, 2013). Celiakie se může projevit kdykoliv v průběhu života, u dětí často po přidání lepku do stravy. Nejčastěji se projevuje jako reakce na stresový podnět, který vede k poškození střevní bariéry. Poškození sliznice tenkého střeva po konzumaci potravy obsahující lepek může mít lehkou i těžkou formu. K nejčastějším příznakům celiakie patří průjem, nadýmání a bolest břicha. U dětí může navíc dojít ke zpomalení či zastavení růstu. Zvýšené riziko výskytu celiakie hrozí u osob, které zaznamenaly přítomnost celiakie u rodinných příslušníků (GABROVSKÁ A KOL., 2015). V současné době je jedinou léčbou striktní dodržování celoživotní bezlepkové diety, vedoucí ke zlepšení kvality života, a to mimo jiné díky zmírnění klinických příznaků a úpravě střevní propustnosti. Prevalence celiakie v obecné populaci je přibližně 1 % s převahou žen. Diagnostika probíhá většinou biopsií tenkého střeva, používány jsou však také vysoce citlivé a specifické sérologické testy (CAIO A KOL, 2019), (GUANDALINI A KOL., 2013).

### **2.2.2 Duhringova herpetiformní dermatitida**

Duhringova herpetiformní dermatitida je kožní onemocnění zprostředkované imunoglobulinem A. Hlavním klinickým projevem je vznik puchýřků na kůži, nejčastěji v oblasti kolen, loktů a kštic. Tvorba puchýřků je doprovázena intenzivním svěděním a pálením (MENDES A KOL., 2013).

Je také postižena sliznice tenkého střeva (CLARINDO A KOL., 2014). V 80-90 % případů byla prokázána souvislost s genotypy HLA DR3, HLA DQw2. K léčbě patří přísné dodržování bezlepkové diety a využívá se také chemoterapeutikum Dapson (MENDES A KOL., 2013).

### **2.2.3 Glutenová ataxie**

Glutenová ataxie je autoimunitní onemocnění vyvolané požitím lepku u geneticky vnímavých jedinců. Dochází k poškození mozečku, části mozku ručící za koordinaci pohybů (GABROVSKÁ A KOL., 2015). Obvykle se projevuje ataxií dolních končetin. Průměrný věk pacientů, postižených glutenovou ataxií je 53 let, u většiny se stabilizuje a zlepšuje zdravotní stav s přísným dodržováním bezlepkové diety (HADJIVASSILIOU A KOL., 2015).

### **2.2.4 Alergie na lepek**

Alergie na lepek je nepříznivá imunologická reakce na bílkoviny pšenice. Nedochozí zde ke komplikacím jako u celiakie, ani k poškození sliznice tenkého střeva a jde o mnohem méně časté onemocnění (FRIČ A KEIL, 2011). Mezi příznaky řadíme např. křeče v břiše, nadýmání, zvracení, průjemy nebo dušnost. K alergiím způsobeným lepkem patří profesionální astma pekařů a rinitida, způsobené vdechováním mouky a obilných prachů. Nejzávažnější formou potravinové alergie je anafylaxe vyvolaná po konzumaci potravin obsahujících lepek s následnou fyzickou aktivitou, která může vést až k anafylaktickému šoku (GABROVSKÁ A KOL., 2015). Dále se může vyskytnout atopická dermatitida a kopřivka. Základní diagnostickou metodou alergie na pšenici jsou kožní testy prokazující specifické imunoglobulin E protilátky. Pacienti se ve stravě musí vyhýbat potravinám s daným antigenem, ale onemocnění nemusí být celoživotní (STROSSEROVÁ, 2015).

### **2.2.5 Neceliakální glutenová senzitivita (NCGS)**

Mezi neautoimunitní nealergická onemocnění řadíme NCGS – neceliakální glutenovou senzitivu. Jde o nesnášenlivost lepku, u které se vyskytují střevní i mimostřevní projevy (RATHI A ZANWAR, 2016). Mezi střevní projevy patří nadýmání, bolest břicha nebo průjemy. K mimostřevním projevům řadíme celkovou únavu, bolesti kloubů či bolesti hlavy. NCGS je obtížné odlišit od jiných poruch souvisejících s lepkem.

Proto je diagnostikována v případě, kdy obtíže po konzumaci potravin s lepkem nesplňují diagnostická kritéria celiakie ani alergie na lepek (GABROVSKÁ A KOL., 2015).

### 2.3 Bezlepková dieta

Pro osoby s celiakií je bezlepková dieta celoživotním závazkem. Konzumace jakéhokoliv množství lepku, bez ohledu na to jak malého, může vést k vážnému poškození klků tenkého střeva a zabránit tak vstřebávání živin do krevního řečiště (NILAND A CASH, 2018). Účinnost bezlepkové diety je tedy závislá na úplném vyloučení surovin, potravin a nápojů s obsahem lepku (FRIČ A KEIL, 2011). Nově diagnostikovaným pacientům je doporučována návštěva dietologa či nutričního poradce. Tito odborníci mohou pomoci s lepší orientací při čtení štítků umístěných na potravinách a tím rozpoznat potraviny, které jsou vhodné pro bezlepkovou dietu. Většina pacientů pocítí již po několika dnech dodržování bezlepkové diety značnou úlevu. K úplnému uzdravení tenkého střeva dojde však až po 6–18 měsících u dětí a až po 2 letech u dospělých. U osob s vážným poškozením tenkého střeva může dojít k situaci, kdy příznaky přetrvávají i při dodržování bezlepkové diety, tento stav je nazýván jako nereagující celiakie. I přes tato omezení mohou lidé s celiakií jíst vyváženou, pestrou stravu. Vyhýbání se lepku může být prospěšné u některých pacientů s gastrointestinálním onemocněním. U osob s neprokázaným onemocněním souvisejícím s lepem může být vyhýbání se lepku spojeno s nepříznivými účinky, které mohou být spojeny s nedostatečným příjmem vitamínu B a vlákniny (NILAND A CASH, 2018).

Jako bezlepkové obiloviny jsou využívány kukuřice, rýže a proso, z pseudoobilovin je to pohanka, amarant či quinoa. Základem bezlepkové diety jsou přirozeně bezlepkové potraviny jako luštěniny, ovoce, zelenina, brambory, ořechy, semínka i nezpracované maso, tuk či vejce. Mléko, máslo a smetana jsou také bezlepkové, u dalších mléčných produktů záleží na přidaných látkách, které mohou obsahovat lepek (STROSSEROVÁ, 2015). Je třeba počítat s tím, že příměsi lepku mohou být obsaženy jako plnidla v lécích nebo ve formě pomocných látek v potravinách, jako jsou uzeniny, zmrzlina, kečup, hořčice a mnoho dalších. Bezlepkové potraviny jsou označovány symbolem přeškrtnutého obilného klasu, jde o ochrannou známku platnou ve všech evropských státech členské unie. Konzumace bezlepkových produktů představuje velmi nákladnou dietu. Bezlepkové produkty jsou 4 až 10x dražší oproti produktům obsahujícím lepek (FRIČ A KEIL, 2011).

Při bezlepkové přípravě pokrmů lze použít běžné recepty s mírnou technologickou úpravou a použitím bezlepkových surovin. Kuchyňské náčiní by v ideálním případě mělo být používáno pouze v bezlepkové kuchyni, aby nemohlo dojít ke kontaminaci v důsledku předchozího kontaktu s lepkovým zdrojem.

Pokrmby by měly být upravovány tak, aby docházelo k co nejmenšímu podráždění trávicího traktu. Proto je doporučována šetrnější úprava potravin jako například vaření, pečení nebo dušení (STROSSEROVÁ, 2015). V případě výskytu obtíží je doporučováno snížit množství tuku a vyloučit mléko. K zahušťování lze použít kukuřičný a bramborový škrob, mouky z luštěnin a bezlepkových obilovin a také strouhaný syrový brambor, prolisovanou zeleninu nebo uvařené luštěniny. Běžně k dostání jsou také bezlepkové směsi, které mohou usnadnit práci při přípravě bezlepkového pečiva, chleba či těstovin. V obchodech se čím dál častěji můžeme setkat s hotovými bezlepkovými výrobky. Názory na zařazení lepku do stravy dětí jsou stále rozporuplné, v ČR je jedním z doporučení první zařazení lepku do výživy dětí po ukončeném 4. měsíci věku, a ne později než po ukončeném 7. měsíci věku dítěte (GABROVSKÁ A KOL., 2015).

### **2.3.1 Bezlepkové pečivo**

Bezlepkové pečení může být náročné, protože lepek je velmi důležitý při pečení pekařských výrobků. Díky lepku je pečivo vláčné, má typickou strukturu střídy a křupavou kůrku, navíc zadržuje plyn při kvašení těsta. Základ pro výrobu bezlepkového pečiva představují bezlepkové mouky, škroby a další suroviny (WATSON A KOL., 2017). Sortiment bezlepkových pekárenských výrobků a vhodných surovin stále narůstá. K hlavním surovinám pro výrobu bezlepkového pečiva patří rýže setá, kukuřice setá, pohanka setá, proso seté, sója luštinatá a brambor hlíznatý. Využívány jsou také mouky z luštěnin, především z cizrny, hrachu setého, čočky jedlé a fazolu obecného. Mouky z luštěnin jsou do pekárenských výrobků přidávány v menším množství, kvůli jejich výrazné chuti. Poslední dobou nabírá na oblibě také quinoa, teff, amarant a čirok (GABROVSKÁ A KOL., 2015).



### 2.3.2 Bezlepkový chléb

Chléb je pravděpodobně nejnáročnějším pekařským výrobkem (WATSON A KOL., 2017). Mezi základní suroviny pro výrobu pekařských výrobků patří mouka, voda, sůl a droždí. Výroba kvalitního bezlepkového chleba je velmi náročná, protože lepek chlebu dodává jeho jedinečné vlastnosti. Díky viskoelastickým vlastnostem lepku získá chleba potřebnou pružnost, strukturu, objem a také trvanlivost. V pšeničném chlebu je lepek hlavním strukturotvorným komplexem, jenž přispívá k formování, roztažitelnosti i elasticitě těsta (RYBICKA A KOL., 2019).

Výroba bezlepkového chleba přináší některé technologické rozdíly oproti standardní výrobě chleba. U bezlepkového chleba jsou výrazně zhoršeny sensorické i technologické vlastnosti a vlivem bezlepkových surovin se mění reologické chování těsta. Bezlepková těsta nedokáží vytvářet strukturní síť, jako je tomu u tradičních pšeničných chlebů, jsou méně soudržná a lepivější. Po smíchání ingrediencí bezlepkového chleba nelze suspenzi vzduchu získanou v procesu míchání a oxid uhličitý získaný z kvašení kvasinek zachytit v glutenové síti, která se při výrobě chleba standardně tvoří. Tím dojde ke tvorbě nepravidelných a nestabilních buněk, což vede ke snížení objemu a k suché, drobné až zrnité struktuře. Vzhledem k vysokému obsahu škrobů vyžadují bezlepková těsta větší množství vody, mají tedy tekutější strukturu a k uzavření a stabilizaci plynu jsou používány stabilizátory, gumy a termicky upravené škroby. Vysoké množství vody, přidání tukových přísad nebo bezlepkových škrobů vede k rychlejšímu tvrdnutí a vyšší náchylnosti k mikrobiálnímu kažení. Podle některých vědců zpomaluje glutenová síť v pšeničném chlebu ztrátu vlhkosti a migraci vody ze střídy na kůru, proto lze u bezlepkového chleba pozorovat rychlejší stárnutí (CONTE, 2019), (MELINI A KOL., 2018).

Jako náhrada lepku slouží při bezlepkovém pečení kombinace některých složek jako jsou hydrokoloidy, škroby, bezlepkové mouky a další přísady, které přispívají ke zlepšení technologických, sensorických a nutričních vlastností bezlepkových výrobků. U bezlepkových chlebů se často vyskytují některé kvalitativní vady, například hrubá a suchá střída či světlejší barva chleba. Bezlepkové chleby mohou být technologicky chudé s nízkým měrným objemem a mají tendenci vykazovat špatnou chuť, nízkou výživovou hodnotu a kratší trvanlivost (CORREIA A KOL., 2017).

Mohou mít ve srovnání s chleby z pšenice nízký obsah bílkovin a vysoký obsah tuků (MATOS A ROSELL., 2015). Nejlepší základní složkou pro výrobu bezlepkového chleba je rýže, a to díky neutrální bílé barvě, hypoalergenním vlastnostem, velkému množství snadno stravitelných sacharidů a nízkému obsahu sodíku. Použití rýže může však způsobovat některé technologické nevýhody, jako je nízký specifický objem.

Druhá nejpoužívanější je mouka kukuřičná (CONTE, 2019). Kukuřičná mouka se vyrábí z celého zrna, má vysoký obsah vlákniny a je dobrým zdrojem karotenoidů luteinu a zeaxanthinu. Jako nejvhodnější se jeví mouky s hrubší velikostí částic, které dosahují vyššího vývoje těsta během kvašení a tím i vyššího objemu a lepší struktury konečného výrobku (DE LA HERA A KOL., 2013).

Lepek může do jisté míry nahradit také škrob, který má hlavní úlohu na zajišťování textury a struktury bezlepkových chlebů. V průběhu pečení je škrob schopen vázat vodu a vytvářet strukturu propouštějící plyn. Škrobové granule želatinují a vytváří škrobovou pastu, která je schopná zachytit vzduchové bubliny. Přídavkem škrobu je docíleno produktů s vyšším objemem a jemnější soudržnější a kompaktnější strukturou střídy. Velmi zřídka se používá pouze jeden druh škrobu nebo mouky, vhodnější je jejich kombinace. Všechny škroby se nechovají stejně, záleží na jejich původu, velikosti škrobových částic, obsahu amylózy a amylopektinu, rozpustnosti ve vodě, bobtnání či interakci škrobu s ostatními přísadami (CONTE, 2019). Nejčastějším zdrojem škrobu v bezlepkových chlebech je rýžová mouka, škroby z kukuřice či hlíz brambor a tapioky. Jedním z nejpoužívanějších škrobů při výrobě bezlepkového chleba je kukuřičný škrob, který přispívá ke zvýšení objemu chleba, ale může také způsobovat suchou a drobivou texturu. Rýžové mouky zlepšují smyslové vlastnosti a vedou k méně suché struktuře. Chleby s rýžovou moukou či škrobem z hlíz tapioku a brambor se vyznačují nižším objemem než chleby vyráběné s kukuřičným škrobem. Škrob z hlíz manioku a brambor má vliv na lepší texturu a přijatelnost chleba, nižší objem je způsobován pravděpodobně díky větším škrobovým granulím, které brání tvorbě kontinuální hydrokoloidní matrice. Nejvíce se používají modifikované škroby, méně pak škroby nativní, které mají omezenou odolnost vůči fyzickým podmínkám, kterým jsou výrobky během zpracování vystaveny (ROMAN A KOL., 2019).

### 2.3.3 Suroviny pro výrobu bezlepkového pečiva

#### Bezlepkové mouky a škroby

Jako náhrada lepku se při bezlepkovém pečení využívají bezlepkové mouky z obilovin a pseudocereálií, hydrokoloidy, enzymy, proteiny a další přísady, které přispívají ke zlepšení technologických, sensorických i nutričních vlastností bezlepkových výrobků. Mezi přirozeně bezlepkové mouky patří mouky z rýže, kukuřice, čiroku, sóji, či pohanky.

Do bezlepkového pečiva jsou přidávány škroby získávané především z kukuřice, brambor, manioku, rýže a fazolu. Při používání bezlepkové směsi na pečení bezlepkového pečiva je velmi důležitá správná kombinace bezlepkových mouk, díky které bude mít těsto požadované vlastnosti. Mezi hlavní složky bezlepkových směsí patří mouky, škroby, vláknina, zahušťovadla, dextróza, proteiny, cukr, jedlá sůl, emulgátory či látky zlepšující mouku (WATSON A KOL., 2017), (MATOS A ROSELL, 2015).

#### □ Rýže setá (*Oryza sativa L.*)

Rýže setá je co do objemu produkce světově nejrozšířenější obilovinou, nejvíce pěstovanou v Číně a Indii. Představuje hlavní potravinu pro více než polovinu populace. V neloupaném stavu rozlišujeme rýži hnědou, červenou, fialovou a černou (GABROVSKÁ A KOL., 2015). Neloupaná rýže je cenným zdrojem nerozpustné vlákniny, vitaminů skupiny B, vitaminu E a některých minerálních látek, jako je zinek, draslík, hořčík či železo (viz. tabulka 2 a 3). V závislosti na tvaru a délce zrna dělíme rýži na krátkozrnnou, dlouhozrnnou a kulatozrnnou. Je velmi dobře stravitelná, výživná a hypoalergenní (ŠAŠKOVÁ, 1993), (PŘÍHODA A KOL., 2003).

Obilky rýže obsahují přibližně 80 % sacharidů, 7–8 % bílkovin, 3 % tuku a 3 % vlákniny. V průběhu obrušování a leštění dochází ke ztrátě většiny vitaminů. Z obilky rýže se vyrábí mouka, škrob či rýžový koncentrát (WU A KOL., 2019).

Rýžová mouka může být vyrobena z bílé nebo hnědé rýže. Je jednou z nejvhodnějších bezlepkových mouk díky nízké hladině prolaminů a jedinečným nutričním (viz tabulka 1), hypoalergenním i chuťovým vlastnostem. Rýžová mouka je lehce stravitelná, má velmi jemnou chuť, vyvolává pocit nasycenosti a vyznačuje se nízkým obsahem sodíku, jak je uvedeno v tabulce č. 2 (WU A KOL., 2019).

Mouka z rýže hnědé si zachovává vyšší nutriční hodnotu s jemně ořechovou chutí. Rýžovou mouku je vhodnější používat ve směsi, čímž dojde k vyvážení struktury a těsto bude soudržnější. Těsto z rýžové mouky je pevné a podobné těstu z pšeničné mouky, ale ne tak pružné. Rýžová mouka by měla být skladována při teplotách do 25 °C a relativní vlhkosti kolem 75 %. Způsoby mletí rýže významně ovlivňují vlastnosti rýžové mouky. Jde hlavně o velikost částic, podíl poškozeného škrobu a stav škrobových granulí. Mokrý mletí rýže je často používáno v Číně a dle mnoha studií je bráno jako lepší varianta proti suchému mletí. Vzhledem ke špatným funkčním vlastnostem proteinů rýžové mouky je vhodná především ve směsi s jinými druhy bezlepkových mouk (WU A KOL., 2019).

**Tabulka 1: Nutriční složení bílé rýžové mouky**

Množství (%)	Rýžová mouka
Vlhkost	5,5
Popeloviny	1
Tuk	8,1
Bílkoviny	13,2
Sacharidy	72,2

Zdroj: KLUNKLIN A SAVAE, 2018

**Tabulka 2: Průměrný obsah vitaminů v rýžové mouce**

Vitaminy	Množství (mg/100 g)
Vitamin B1	0,08
Vitamin B3	1,4
Vitamin B6	0,22

Zdroj: ROSNIYANA A KOL., 2016

**Tabulka 3: Průměrný obsah minerálů v rýžové mouce**

Minerální látky	Množství (mg/100 g)
Vápník (Ca)	3,4
Železo (Fe)	0,6
Hořčík (Mg)	16,8
Sodík (Na)	0,70
Draslík (K)	46
Fosfor (P)	34

Zdroj: ROSNIYANA A KOL., 2016

□ **Kukuřice setá (*Zea Mays L.*)**

Kukuřice se pěstuje po celém světě, největší podíl v USA, Číně a Brazílii. Kukuřice setá obsahuje přibližně 72 % škrobu, 10 % bílkovin, 4 % tuku a 7 % vlákniny (RANUM A KOL., 2014). Bílkoviny kukuřice nejsou plnohodnotné kvůli nedostatku esenciálních aminokyselin lysinu a tryptofanu. Kukuřičné zrno obsahuje vitaminy skupiny B, vitamin E a u žlutozrnných odrůd také vitamin A. Z minerálních látek je zde vyšší obsah selenu, draslíku, železa a zinku. Pěstuje se více druhů kukuřice, především kukuřice pukancová, tvrdozrnná, koňský zub a kukuřice cukrová (PRUGAR, 2008).

Kukuřičná mouka dodává pekařským výrobkům příjemnou barvu a je vhodné ji kombinovat ve směsi dalších bezlepkových mouk. Kukuřičná mouka získávaná mletím celých zrn je často milně zaměňována za kukuřičný škrob, který je v procesu mletí zpracováván z části jádra endospermu. Podle způsobu zpracování dělíme kukuřičnou mouku na hrubou, jemnou a velmi jemnou. Kukuřičná mouka má vysoký obsah vlákniny (viz tabulka 6), vitamínu B6, B1, manganu, hořčíku a selenu (viz tabulka 4 a 5), je také dobrým zdrojem karotenoidů luteinu a zeaxanthinu. Má výraznou chuť a dobře funguje v kombinaci s rýžovou moukou a tapiakovým škrobem. Velikost částic kukuřičné mouky má značný vliv na vývoj těsta v procesu kvašení, čímž ovlivňuje konečný objem i strukturu bezlepkového chleba. Z tohoto důvodu se jako vhodnější jeví využití hrubších částic kukuřičné mouky. Teplota skladování by měla být 22 °C a relativní vlhkost vzduchu 70 % (DE LA HERA A KOL., 2013).

**Tabulka 4: Obsah minerálních látek v kukuřičné mouce**

Minerální látky	Množství g/100 g
Vápník (Ca)	7
Železo (Fe)	2,4
Hořčík (Mg)	93
Fosfor (P)	272
Draslík (K)	315
Sodík (Na)	5
Zinek (Zn)	1,7
Selen (Se)	15,4

Zdroj: GWIRTZ A GARSIA-CASAL, 2014

**Tabulka 5: Obsah vitaminů v kukuřičné mouce**

Vitaminy	Množství/100 g
Vitamin B1	0,25
Vitamin B2	0,08
Vitamin B3	1,9
Vitamin B5	0,66
Vitamin B6	0,37
Cholin	21,6

Zdroj: GWIRTZ A GARSIA-CASAL, 2014

**Tabulka 6: Nutriční složení kukuřičné mouky**

Složka	Množství (%)
Vlhkost	12,0
Popeloviny	1,1
Bílkoviny	9,0
Tuk	3,4
Vláknina	1,0
Sacharidy	74,5
Energie (kJ)	1510

Zdroj: MESFIN A SHIMELIS, 2013

### **Pohanka setá (*Fagopyrum esulentum Moench*)**

Pohanka je pěstována především na severní polokouli. Hojně se pěstuje v Nepálu, Indii, Afganistánu, Íránu, Číně, Japonsku, Koreji, USA, Kanadě i České republice. Plodem pohanky je hladká trojboká nažka s celokrajnými hranami. Pohanka setá má vysokou nutriční hodnotu (viz tabulka 7). Obsahuje kolem 12 % bílkovin, 7,4 % tuku, 72,9 % sacharidů, 11 % vlákniny v nažce a 0,8 % vlákniny v kroupě. Představuje cenný zdroj minerálních látek, v obsahu až 2,5 % (viz tabulka 8). (MOUDRÝ, 2005).

Hlavním sacharidem pohanky je škrob a kolem 80 % tuku tvoří vícenenasycené mastné kyseliny. Proti běžným obilovinám jsou v pohance bílkoviny ve vyváženém složení, avšak díky přítomnosti inhibitorů proteáz je jejich využitelnost pro člověka nízká. Pohanka obsahuje také antinutriční látky v podobě fytátů či taninů (PRUGAR, 2008). Vysoká hladina taninů vede ke snížení stravitelnosti bílkovin. Díky přítomnosti antinutričních látek může být pohanka původcem alergie. Eliminace proteinů způsobujících alergické reakce může být prováděna enzymatickými modifikacemi. Druhým nejpěstovanějším druhem pohanky je pohanka tatarská (*Fagopyrum tataricum*).

Pohanková mouka je vhodná pro bezlepkovou dietu, jde o významný zdroj minerálních látek, především zinku, mědi, draslíku, hořčíku, vápníku a železa, ale také vitaminů B1, B2, B6 a vitaminu E (viz tabulka 9).

Pohanka je ceněna také jako přírodní zdroj bioflavonoidu rutinu. Pohanková mouka má výraznou chuť, proto je doporučována její kombinace s ostatními bezlepkovými moukami v poměru 1:3 (MOUDRÝ, 2005).

Při přípravě bezlepkového chleba lze použít pohankové krupky i mouku v množství 10–30 % na suchou směs, přidávat lze také pohankové slady či bílkoviny pohankového koncentrátu (GABROVSKÁ A KOL., 2015).

**Tabulka 7: Průměrné nutriční složení pohankové mouky**

Složka	Množství (%)
Škrob	75
Bílkoviny	6
Lipidy	1
Sacharidy	1
Celková vláknina	3
Popeloviny	1

Zdroj: JACQUEMART A KOL., 2012

**Tabulka 8: Obsah minerálních látek v nažce pohanky seté**

Minerální látky	mg/100 g
Vápník (Ca)	110
Železo (Fe)	4
Hořčík (Mg)	390
Fosfor (P)	330
Draslík (K)	450
Měď (Cu)	0,95
Mangan (Mn)	3,37
Zinek (Zn)	0,87

Zdroj: CAMPBELL, 1997

**Tabulka 9: Obsah vitaminů v nažce pohanky seté**

Vitamíny	mg/100 g
Vitamin B1	3,3
Vitamin B2	10,6
Vitamin B5	11,0
Cholin	440
Vitamin B3	18,0
Vitamin B6	1,5
Vitamin E	40,0

Zdroj: CAMPBELL, 1997

□ **Proso seté (*Panicum miliaceum L.*)**

Pěstování prosa je rozšířeno zejména v Indii, střední a severní Africe, Číně a Rusku. Proso obsahuje kolem 68–76 % škrobu, 10–14 % bílkovin a 4 % tuku. Nenajdeme v něm žádné antinutriční látky a vyznačuje se vysokou vazností vody. Z minerálních látek je v obilce významné množství fosforu, draslíku, vápníku, sodíku, hořčíku, železa, mědi a zinku. Obsahuje především vitaminy skupiny B, kromě vitamínu B12. Proso je konzumováno hlavně ve formě loupaných obilek (MOUDRÝ, 2005).

Loupané obilky prosa – jáhly jsou hlavním výrobkem mlýnského zpracování prosa, jsou velmi chutné, lehce stravitelné a výživné. Při bezlepkové dietě lze konzumovat jáhlovou mouku, krupici nebo vločky (MOUDRÝ, 2005).

□ **Čirok zrnový (*Sorghum bicolor L.*)**

Nejrozšířenějším druhem čiroku je čirok zrnový, pěstuje se hlavně v USA, Nigérii, Indii a Mexiku. Zrno čiroku obsahuje přibližně 65–80 % škrobu, 8–16 % bílkovin, 3,3 % tuku, 6 % vlákniny a 2 % popelovin (PRUGAR, 2008).

V zrnu se nachází také významné množství vitamínu B6, B3, B2 a B1. Minerální látky jsou zastoupeny především hořčíkem, železem a draslíkem. Negativní složku tvoří antinutriční taniny, jejichž množství nesmí přesáhnout 10 %. Snížení jejich obsahu lze dosáhnout pomocí fermentačních postupů. Zrno může být zpracováno na kroupy, krupici či mouku. V případě tmavých odrůd je nutné odstranění slupek. Čiroková mouka je těžká, a proto se doporučuje její kombinace s lehčími moukami, jako je mouka rýžová nebo tapioková. V bezlepkové směsi může podíl čirokové mouky přesahovat až 60 % (GABROVSKÁ A KOL., 2015).

□ **Merlík čilský (*Chenopodium quinoa*)**

Mezi hlavní producenty merlíku čilského patří Bolívie, Peru, USA, Ekvádor a Kanada. Tato pseudoobilovina má vysokou nutriční hodnotu. V zrnu se nachází velké množství plnohodnotných bílkovin 13,81 – 21,9 %, značné množství tuku (6 %) a vlákniny (6 %). Největší zastoupení zde mají vitaminy skupiny B, z minerálních látek je to hořčík, draslík a zinek (BOJANIC, 2011). Zrna mají různou barvu a jejich povrch tvoří pryskyřičnatý povlak, obsahující hořké saponiny, proto musí být před dalším zpracováním obroušena nebo máčena, čímž získáme zrna bílá.



Při bezlepkové dietě může konzumace merlíku čilského pomoci obnovit funkci střev za mnohem kratší dobu. Semena lze zpracovat na mouku či krupici. Mouku je vhodné přidávat do bezlepkových směsí v množství max. 20–30 % (PRUGAR, 2008), (MOUDRÝ, 2005).

#### □ **Milička habešská (*Eragrostis tef*)**

Milička habešská je dosud nejvíce pěstována v Etiopii. Semena jsou drobná, různé barvy s vysokou nutriční hodnotou, obsahují kolem 8–11 % lehce stravitelných bílkovin, 2,5 % tuku a 8 % vlákniny. V semenech najdeme množství vitaminů a minerálních látek. Vyšší je především obsah vápníku, železa a vitamínu C.

Hlavní antinutriční látkou je kyselina fytová, obsažená především v aleuronové vrstvě obilek. Kyselina fytová váže minerální látky do obtížně využitelných komplexů (HRUŠKOVÁ A ŠVEC, 2013), (GEBREMARIAM A KOL., 2014).

Semena mají světlou až tmavě hnědou barvu a jsou zpracovávána na celozrnnou mouku, která je charakteristická vysokým podílem obalových vrstev a klíčku. Do pekařských výrobků je vhodné přidávat miličkovou mouku v poměru až 30 % a míchat ji s kukuřičnou, pohankovou či rýžovou moukou (HRUŠKOVÁ A ŠVEC, 2013).

#### □ **Laskavec (*Amaranthus L.*)**

U druhů amarantu jsou rozlišovány semenné a zeleninové typy. Semenný typ je reprezentován zejména světle semenným amarantem. Pěstování laskavce na semeno je rozšířeno hlavně v USA a Mexiku. Semena mají vysokou nutriční hodnotu, obsahují kolem 17–18 % bílkovin, 7–8 % tuku, 62 % sacharidů, 2,9 % popelovin a asi 9,5 % vlákniny. Díky vysokému obsahu esenciálních aminokyselin lyzinu a metioninu mají bílkoviny laskavce vysokou biologickou hodnotu. Z minerálních látek je ve vyšším množství zastoupen hořčík, fosfor, draslík, sodík, zinek či železo. Významný je také obsah vitamínu C (MOUDRÝ, 2011). Z antinutričních látek se v amarantu nachází především taniny a dusičnany, v menším množství pak kyselina šťavelová, fytová či inhibitory proteáz.

Zrno může být pro potravinářské účely zpracováváno vařením, vločkováním, mletím, pražením, pufrováním, extruzí nebo naklíčením.

K dostání jsou mimo jiné amarantové bezvaječné těstoviny, amarantový čaj, olej, vlákninové koncentráty či amarantová mouka (HERZIG A KOL., 2007). Mouka z laskavce má uplatnění v zahušťovacích směsích a může být také součástí směsí na bezlepkový chléb, v množství až do 30 % hmotnosti suché směsi.

Dále může být amarantová mouka přidávána v množství kolem 10 % do různých druhů chleba, pečiva nebo sušenek (GABROVSKÁ A KOL., 2015).

#### □ **Sója luštinatá (*Glycine soja*)**

Sója je pěstována především v USA, Brazílii, Argentině a Číně. Botanicky je řazena mezi luštěniny a je pěstována především pro semena. Semena mají vysoký obsah bílkovin 33–42 %, kolem 20–30 % tuku, 30 % sacharidů, 9% vlákniny a 4,9 % popelovin. Z minerálních látek je ve vyšším množství zastoupen hlavně hořčík, vápník a železo. Sója je výborným zdrojem bílkovin, které však mohou na některé jedince působit také jako alergeny (DOSTÁLOVÁ, 2017).

Mezi nejvýznamnější antinutriční látky, snižující využitelnost živin patří v případě sóji inhibitory proteáz a lektiny, v menším množství pak fytoestrogeny, oligosacharidy, kyselina fytová, či saponiny. Mimo to, že jsou saponiny odpovědné za nahořklou chuť sójových bobů, mají také pozitivní antikarcinogenní, antioxidační či antivirové účinky (MOUDRÝ, 2011).

Semena jsou bohatá na vitaminy skupiny B či vitamin E. Obsahují však také hořké látky, které lze odstranit máčením semen ve vodě. Nevýhodou sóji mohou být její alergenní účinky. Sójové boby jsou v potravinářském průmyslu zpracovávány na fermentované i nefermentované sójové výrobky. Mezi nefermentované sójové výrobky patří například sójové mouky, vločky, krupice, koncentráty a izoláty sójových bílkovin, tofu, sójový olej a další. Mezi fermentované sójové výrobky řadíme tempeh, natto, sufu, miso, zakysané sójové výrobky nebo sójovou omáčku (MOUDRÝ, 2011).

Sójová mouka přispívá zejména k obohacení potravinářských výrobků bílkovinami. Vyrábí se ze sójových bobů, které jsou nejprve opláchnuty a zbaveny slupky, praženy a rozemílány na jemný prášek. Obsah bílkovin v sójových moukách se pohybuje kolem 40–50 %, mouky mohou být plnotučné, obsahující přírodní sójový olej, polotučné a odtučněné, z nichž byl olej v průběhu výroby odstraněn (DOSTÁLOVÁ, 2017).

Sójové koncentráty obsahují kolem 65 % bílkovin a izoláty až 90 % bílkovin. V pekárenství je nejčastěji využívána sójová mouka odtučněná, sójové vločky, lecitin a izoláty či koncentráty sójových bílkovin (GABROVSKÁ A KOL., 2015).

#### □ **Lupina (*Lupinus*)**

Lupina je luskovina patřící do čeledi bobovitých. Největším světovým producentem lupiny je Austrálie, která zajišťuje kolem 80–85 % světové produkce. (SUCHÝ A KOL., 2011). V potravinářství se využívá zejména lupina bílá (*Lupinus albus*), lupina žlutá (*Lupinus luteus*), lupina úzkolistá (*Lupinus angustifolius*) a lupina andská (*Lupinus mutabilis*) (JELÍNEK, 2014).

Semena lupiny mají vysokou nutriční hodnotu, velmi podobnou sójovým bobům, vhodné technologické vlastnosti, neutrální chuť a příjemnou barvu. Jsou ceněna pro vysoký obsah neškrobových polysacharidů a vysokou energetickou hodnotu. Suchá semena obsahují kolem 32–38 % bílkovin, 10–15 % vlákniny a 5 % tuku s vysokým podílem nenasycených mastných kyselin (MOUDRÝ, 2011). Z minerálních látek obsahují semena lupiny zejména hořčík, draslík, vápník, sodík a železo (CODINĚ A KOL., 2016). Významné je také množství kyseliny listové a vitamínu B1. Stejně jako sója i lupina může mít na disponované jedince alergenní účinky. U nešlechtěných odrůd lupiny je negativní přítomnost hořkých alkaloidů v množství kolem 1–3 %, současné formy tzv. sladkých lupin obsahují minimální množství alkaloidů pod 0,02 % (MOUDRÝ, 2011). Semena mohou být zpracovávána na šrot, olej, granulát, lupinový koncentrát či izolát (GABROVSKÁ A KOL., 2015). Pro zvýšení nutriční kvality hotového výrobku se v pekárenství využívá lupinový bílkovinný koncentrát i lupinová mouka.

Lupinová mouka má pozitivní vliv na kvalitu pečiva, dokáže částečně nahradit vejce, máslo či mléko v těstě, zvyšuje vaznost vody, zlepšuje aminokyselinovou bilanci a zpomaluje stárnutí pekařských výrobků (HOMOLKA A KUDRNA, 2007). Přídavek lupinové mouky ve velkém množství může negativně ovlivnit kvalitu chleba. Obecně je známo, že větší přídavek luštěninových mouk způsobuje snížení objemu bochníku, a proto se doporučuje maximální přídavek lupinové mouky 10 % (CODINĚ A KOL., 2016).

#### □ **Cizrna beraní (*Cicer arietinum L.*)**

Cizrna je teplomilná luskovina, která se pěstuje především ve Střední Asii, Indii, Pákistánu, Mexiku, Argentině a Peru. Semena cizrny jsou nutričně velmi hodnotná, obsahují kolem 20–30 % velmi kvalitních bílkovin, 5–19 % vlákniny, 6–7 % tuku. Jsou také cenným zdrojem vápníku, hořčíku, fosforu a draslíku.

Významný je podíl vitaminů skupiny B a vitamínu C. Cizrna je přirozeně bezlepková, má jemnou oříškovou chuť a oproti ostatním luskovinám také menší nadýmavé účinky (PRUGAR, 2008). Antinutriční látky obsažené v semenech cizrny lze eliminovat máčením nebo tepelným zpracováním. V potravinářství se díky své vysoké nutriční hodnotě využívá především k obohacení pokrmů. Cizrnová semena mohou být zpracovávána na mouku, která je vhodná na pečení či zahušťování (GABROVSKÁ A KOL., 2015).

#### □ **Hrách setý (*Pisum sativum L.*)**

Mezi největší producenty hrachu patří Kanada, Francie, Rusko a Čína. Hrách obsahuje kolem 20–25 % bílkovin, 50–60 % sacharidů, 6–7 % vlákniny a 1 % tuku. Nutričně významná semena mají vyšší zastoupení vitaminů skupiny B. Minerální látky jsou ve větším množství reprezentovány hlavně fosforem, draslíkem, vápníkem a hořčíkem. Na trhu najdeme hrách žlutosemenný i zelenosemenný, ať už celý, půlený, loupaný nebo neloupaný. Ze sušeného hrachu je mletím získávána přirozeně bezlepková hrachová mouka, která je vhodná pro zahušťování pokrmů, přidává se do polévek a v malém množství i do těsta na chléb či těstoviny, pro zlepšení jejich nutriční hodnoty (DOSTÁLOVÁ A KOL., 2016).

#### □ **Fazol obecný (*Phaseolus vulgaris L.*)**

Jde o celosvětově nejrozšířenější luskovinu, která se pro potravinářské účely dováží především z Kanady, USA, Austrálie a Etiopie. Semena jsou složena z 50 % sacharidů, 10 % vlákniny, 22 % bílkovin, a 1,5 % tuku (MOUDRÝ, 2011). Dále obsahují vyšší množství železa, zinku, mědi, fosforu, hliníku a vitamínu skupiny B či vitamínu E (HAYAT A KOL., 2013). Fazole mají různou barvu, tvar i velikost, pěstují se fazole bílé, strakaté, hnědé i černé. V potravinářství mají uplatnění suchá semena i nedozrálé lusky.

V semenech přítomné třísloviny, které nelze inaktivovat varem, snižují stravitelnost bílkovin. V pekárenství lze využít přirozeně bezlepkovou fazolovou mouku i fazolový koncentrát (PRUGAR, 2008).

#### □ Čočka jedlá (*Lens culinaris Med.*)

Čočka je určena výhradně pro potravinářské účely. Pěstuje se zejména v Kanadě a Indii, kde je konzumována jako zelenina v podobě nezralých lusků. Semena čočky se liší velikostí i barvou. Dle velikosti zrn rozeznáváme čočku drobnozrnnou a velkozrnnou, barva může být žlutá, červená, zelená, hnědá i černá. Čočka vyniká svou výživovou hodnotou, obsahuje kolem 24,7 % bílkovin, dále 1,4 % tuku, 45,2 % škrobu a 3,6 % vlákniny (MOUDRÝ, 2011), (HOUBA A KOL., 2009). Minerální látky jsou v semenu zastoupeny zejména fosforem, hořčíkem, vápníkem, železem, draslíkem a selenem, vitaminy pak především vitaminy skupiny B a vitamínem A. Pro výrobu přirozeně bezlepkové, nenadýmavé mouky je využívána především čočka červená.

Mouka z čočky má neutrální chuť a je součástí směsí na pečení sladkého i slaného pečiva či chleba, jako zahušťovadlo se přidává do polévek, omáček i pomazánek (HOUBA A KOL., 2009).

#### □ Brambor hlíznatý (*Solanum tuberosum L.*)

Mezi hlavní producenty brambor patří Čína, Rusko, Indie a USA. Hlízy bramboru obsahují v čerstvé hmotě kolem 70–82 % vody, 12–18 % škrobu, 1–2 % vlákniny, 1 % bílkovin a asi 0,1 % tuku. Vysoký je obsah draslíku a významné je i množství dalších minerálních látek, hlavně hořčíku, železa a fosforu. Značný je obsah vitamínu C, dále také vitamínů B1, B6 a vitamínu A. Brambory obsahují toxické hořké glykoalkaloidy solanin a chakonin, jejichž nejvyšší koncentrace je pod slupkou. Pro snížení jejich obsahu je rozhodující způsob loupání hlíz a jejich další zpracování. Při teplotách nad 170 °C se částečně rozkládají (ČEPL, 2012).

Brambory jsou velmi důležitou surovinou pro potravinářský a škrobárenský průmysl. Mají uplatnění také při bezlepkové dietě. Jsou využívány celé hlízy brambor, bramborový škrob i vláknina. Bramborový škrob se používá jako stabilizátor či zahušťovadlo, má neutrální chuť, vyznačuje se schopností vázat vodu a výrazně ovlivňuje texturu a funkční vlastnosti konečného výrobku.

Při přípravě bezlepkového chleba můžeme přidáním syrové či vařené brambory docílit vláčnějšího těsta a prodloužení čerstvosti chleba. Bramborová mouka se uplatňuje hlavně při přípravě těst na moučníky, protože zvyšuje křehkost těsta (VOKÁL, 2013).

#### □ **Konopí seté (*Cannabis Sativa L.*)**

Původem konopí je Střední Asie, odkud se postupně rozšířilo do celého světa. Konopné semeno obsahuje kolem 35 % oleje, 25 % bílkovin a 28 % sacharidů převážně ve formě vlákniny. Z vitaminů obsahuje konopné semeno významné množství vitaminů skupiny B, vitaminu E, C a také vzácného vitaminu K (BORHADE, 2013). Minerální látky jsou zastoupeny zejména fosforem, draslíkem a hořčíkem (CALLAWAY, 2004). V konopném semenu najdeme z antinutričních látek vyšší obsah fytátů.

Na trhu se dále uplatní konopný olej, pokrutiny či bílkovinný koncentrát. Konopný olej patří mezi nejkvalitnější rostlinné oleje, obsahuje více než 80 % polynenasycených mastných kyselin. Je také bohatým zdrojem esenciálních mastných kyselin n-6 linolové a n-3  $\alpha$ -linolenové v poměru n6/n3 mezi 2:1 a 3:1, tento poměr je pro lidské zdraví ideální (DEFERNE A PATE, 1996).

Konopná mouka obsahuje všechny minerály (viz tabulka 11), potřebné pro lidské tělo, ve větším množství je to především vápník, hořčík, železo, zinek a draslík. Najdeme zde také velké množství zdraví prospěšné vlákniny, vitaminů, bílkovin a vysokou hladinu cenných lipidů, a to včetně esenciálních mastných kyselin (viz tabulka 10). Konopná mouka obsahuje 30–33 % bílkovin, 7–13 % tuků a cca 40 % škrobů, složení se však může lišit, v závislosti na rozmanitosti, lokalitě výsadby a způsobu úpravy konopných semen. Díky těmto komponentům má konopná mouka pozitivní vliv jako obohacující složka potravin, prodlužující trvanlivost pekařských výrobků (SVEC A KOL., 2015). Konopná mouka je získávána jemným mletím pokrutin nebo celých semen konopí. Semena konopí jsou nejprve částečně odtučněna, čímž se prodlouží trvanlivost mouky. LUKIN A BITUSKIKH (2017) popisují přípravu konopné mouky následujícím postupem.

Celá konopná semena se nejprve očistí od nečistot a prachu, a projdou přes magnetické separátory, které zachytí případné kovové kontaminanty.

Následuje propláchnutí pitnou vodou a sušení po dobu přibližně 15 minut, při teplotě 80 až 90 °C, dokud konopná semena nedosáhnou vlhkosti 8 %, poté se semena vychladí na pokojovou teplotu a rozemelou na prášek šedozelené barvy, obsahující hnědé částice obalových vrstev.

Konopná mouka se vyznačuje příjemnou ořechovou chutí a vůní, je vhodná jako zahuš'ovadlo a může být součástí pekařských výrobků, kterým dodává příjemnou tmavou barvu, chuť a také texturu. Jde však o poměrně těžkou mouku, proto je vhodná její kombinace s dalším typem mouk. Při pečení může být pšeničná mouka nahrazována konopnou moukou v množství od 5 do 20 %. Při bezlepkovém pečení je však třeba být na toto množství opatrnější, v závislosti na absenci pozitivních vlastností lepku. Množství přídavku konopné mouky pak závisí na přídavku aditiv a látek zlepšujících mouku. Zvyšováním množství konopné mouky v těstě dochází ke zmenšování objemu a zhoršování tvaru finálního pekařského výrobku (SVEC A KOL., 2015), (HRUŠKOVÁ A HEROUDKOVÁ, 2015).

**Tabulka 10: Průměrný obsah živin v semenech konopí odrůdy Finola**

Živiny	Celá semena	Mouka ze semen
Olej (%)	35,5	11,1
Bílkoviny (%)	24,8	33,5
Sacharidy (%)	27,6	42,6
Vlhkost (%)	6,5	5,6
Popeloviny (%)	5,6	7,2
Energie (kJ/100 g)	2200	1700
Celková vláknina (%)	27,6	42,6
Stravitelná vláknina (%)	5,4	16,4
Nestravitelná vláknina (%)	22,2	26,2

Zdroj: CALLAWAY, 2004

**Tabulka 11: Nutriční hodnoty vitaminů a minerálů v konopném semeni, hodnota na 100 g**

Minerální látky	Množství	Vitaminy	Množství
Fosfor (P)	1160	Vitamin C	1.0 mg
Draslík (K)	859	Vitamin B <sub>1</sub>	0.4 mg
Hořčík (Mg)	483	Vitamin B <sub>2</sub>	0.11 mg
Vápník (Ca)	145	Vitamin B <sub>3</sub>	2.8 mg
Železo (Fe)	14	Vitamin B <sub>6</sub>	0.12 mg
Sodík (Na)	12	Vitamin A	3800 IU
Mangan (Mn)	7	Vitamin D	2277,5 UI
Zinek (Zn)	7	Vitamin E	90.00 mg

Zdroj: CALLAWAY 2004., RODRIGUEZ LEYVA A PIERCE, 2010

## 2.4 Trvanlivost bezlepkového chleba

Chléb běžně podléhá fyzikálně chemickým a biologickým změnám, které zhoršují jeho kvalitu a trvanlivost. Bezlepkové pekařské výrobky se vyznačují drobnou texturou, bledou kůrkou a rychlejším procesem stárnutí (CONTE, 2019). Jedním z největších problémů u bezlepkového chleba je tvrdnutí, které způsobuje organoleptické poškození struktury chleba. Při mikrobiologickém znehodnocení dochází k růstu plísní a produkci mykotoxinů. Tvrdnutí chleba doprovází ztráta křupavosti, soudržnosti a pevnosti střídy, dále drobnost či změna chuti a vůně. Kůrka snadno absorbuje vlhkost z vnitřní střídy, která má vlhkost asi 45 %. Během skladování po dobu 100 hodin může dojít ke zvýšení vlhkosti kůrky až na 28 %. Složitějším procesem je tvrdnutí střídy, kde hraje důležitou roli retrogradace škrobu, konkrétně amylopektinu. Rychlost tvrdnutí chleba může být ovlivněna skladovací teplotou, migrací vlhkosti a redistribucí vlhkosti mezi jednotlivé komponenty chleba. Bezlepkový chléb navíc obsahuje více tuku, takže může docházet k oxidaci lipidů (MELINI A MELINI, 2018).

### Kažení chleba

Díky složení chleba může v jednotlivých fázích výroby, zpracování, balení i skladování docházet k růstu a množení mikroorganismů. Nejčastější příčinou kažení chleba je růst plísní a mezi hlavní původce mikrobiálního kažení chleba patří plísně, kvasinky a bakterie. Chléb je po odebrání z trouby prostý plísní, protože spory jsou v průběhu pečení inaktivovány teplem. Bochníky mohou však být kontaminovány plísněmi v procesu chlazení, krájení, balení i skladování. Je-li chléb zabalen horký, dojde na vnitřní straně obalu ke kondenzaci kapiček vody, což výrazně napomáhá k růstu plísní. Vývoj plísní na chlebu je pomalý, rychlost růstu plísní může ovlivnit způsob zpracování, druh mouky, balení i podmínky skladování. Kažení chleba se nejčastěji účastní tyto plísně: *Rhizopus nigrians*, s bílým zvlňným myceliem a černými tečkami sporangií, zelená *Penicillium expansum* nebo *P. stoloniferum* a černý *Aspergillus niger* (MELINI A MELINI, 2018).



## **Tradiční metody pro prodloužení trvanlivosti bezpečkového chleba**

K prodloužení trvanlivosti chleba jsou tradičně využívány fyzikální metody, které umožní prodloužení trvanlivosti, aniž by došlo k výrazné změně organoleptické kvality chleba. Mezi tradiční fyzikální metody patří infračervené a mikrovlnné záření, ultrafialové světlo či ultra vysoké ošetření tlakem pro zničení kontaminantů po pečení (MELINI A MELINI, 2018).

Běžné je také chemické ošetření pomocí chemických konzervačních látek, jako je například kyselina octová, octan draselný nebo octan sodný. Tyto látky se aplikují v souladu s limity stanovenými nařízením (ES) č. 1333/2008 o potravinářských přídatných látkách. Slabé organické kyseliny slouží k potlačení růstu nežádoucích mikroorganismů. V současné době je snaha nahradit chemické konzervační látky biokonzervací pomocí kvasů, s použitím tradičního dlouhého kvašení (MELINI A MELINI, 2018). Kvalitu bezpečkových chlebů lze zlepšit přidáním různých druhů mouk, hydrokoloidů, enzymů a proteinů. Přírodní bezpečkové mouky jsou získávány z rýže, kukuřice, čiroku, sóji či pohanky (MATOS A ROSELL, 2015).

## **Nové metody pro prodloužení trvanlivosti bezpečkového chleba**

### **Aktivní balení**

Aktivní obal lze definovat jako obal určený k prodloužení doby použitelnosti balených potravin nebo k udržení a zlepšení jejich stavu, uvolněním nebo absorpcí látky do nebo z potraviny či jejího okolí. K dispozici jsou různé typy aktivních systémů balení, obecně jsou rozeznávány dva typy, a to absorbující či uvolňující systémy. Absorbující systém odstraňuje nežádoucí sloučeniny, jako je kyslík, z prostředí balení, zatímco uvolňující systém uvolňuje sloučeniny jako jsou antioxidanty, konzervační látky a antimikrobiální látky, do balených potravin. U bezpečkového chleba aktivní obal absorbuje kyslík a uvolňuje antimikrobiální látky (MELINI A MELINI, 2018).

## 2.4.1 Pomocné a přídatné látky prodlužující trvanlivost

### Aditiva při výrobě bezlepkového pečiva

Jako aditiva jsou při výrobě bezlepkového chleba označovány látky, které jsou schopny napodobit viskoelastické vlastnosti lepku a kvalitu, vzhled i senzorické vlastnosti konečných výrobků. Mezi aditiva řadíme hydrokoloidy, proteiny a enzymy.

Hydrokoloidy zlepšují konečnou kvalitu chleba, používají se jako zahušřovadlo, vážou vodu a zvyšují viskozitu těsta pro větší objem a strukturu chleba. Proteiny mohou nejen zlepšit funkční a výživové vlastnosti, ale také zlepšit smyslovou kvalitu posílením Maillardova hnědnutí (WANG A KOL., 2017). V posledních letech je také slibné začlenění luštěnin, a to především sójových bobů či hrachu, dále vaječných bílkovin a mléčných výrobků.

Enzymy, jako je cyklodextrin glykosyltransferáza, transglutamináza, proteáza, glukóza, oxidáza a prebiotika ve formě inulinu, nebo jejich kombinace, slouží ke zlepšení struktury, přijatelnosti i trvanlivosti bezlepkových pečárenských výrobků. (MATOS A ROSELL, 2015).

Přídatné látky přispívají ke zlepšení technologických a senzorických vlastností, prodlužují trvanlivost potravin a zamezují žluknutí tuků. Používání přídatných látek při výrobě potravin se řídí zákonem o potravinách a tabákových výrobcích č. 110/97 a dále vyhláškou č. 298/97 Sb. Vyhláška udává kolik, které látky, do jakých druhů potravin lze použít (WINKLEROVÁ, 2001).

#### □ **Hydrokoloidy**

Díky své schopnosti působit jako pojiva zvyšují hydrokoloidy viskozitu, zlepšují viskoelastičnost, vlastnosti těsta a zvyšují kapacitu zadržování plynu. Hydrokoloidy působí na meziprodukty i na konečné produkty, ovlivňují želatinizaci škrobových granulí a díky své schopnosti snižovat ztrátu vlhkosti zpomalují retrogradaci škrobu a prodlužují tak trvanlivost, aniž by negativně ovlivnily kvalitu výsledného produktu. Hydrokoloidy dále ovlivňují drobivost, specifický objem a smyslové vlastnosti chleba. Rozeznáváme hydrokoloidy přírodní a syntetické. Mezi přírodní hydrokoloidy patří například agar-agar, karagenany, pektiny, beta glukany, arabská guma, karob, guarová guma a vláknina psyllium.

Jako syntetické hydrokoloidy jsou označovány například deriváty celulózy: hydroxypropylmethylceluloza (HPMC), karboxymethylceluloza (CMC), methylceluloza (MC) a xanthanová guma (XG). Ne všechny druhy hydrokoloidů se chovají stejně (CONTE, 2019).

Běžná je kombinace několika druhů hydrokoloidů a mezi nejčastěji používané hydrokoloidy při výrobě bezlepkového chleba patří hydroxypropylmethylceluloza (HPMC), xanthanová guma (XG), psyllium a guarová guma. V poslední době nabývají na popularitě hydrokoloidy jako řeřicha a sodná sůl karboxymethyl celulózy. Díky přísadce HPMC jsou získávány chleby s vyšším objemem, protože však HPMC způsobuje sušší a drobivější strukturu chleba, je vhodná její kombinace s jinými hydrokoloidy. HPCM má schopnost vytvářet tepelně reverzibilní gely, které při zahřívání v průběhu pečení posilují, a tak stabilizují želatinovanou strukturu a zvyšují objem (MATOS A ROSELL, 2015), (ROMAN A KOL., 2019).

#### □ **Emulgátory**

Jde o povrchově aktivní látky, které dokáží spojovat těžko mísitelné složky, jako je například olej a voda a umožňují tak vznik emulzí. V závislosti na charakteru molekuly se emulgátory dělí na hydrofilní a lipofilní. Působí jako tzv. kondicionéry, to znamená, že díky interakci s molekulami škrobu zpomalují tvrdnutí chleba, čímž prodlouží dobu skladování. Dále mají schopnost interakce s proteiny, mohou zlepšit kvalitu chleba zvětšením jeho objemu. Mají vliv na texturu, působí na škrob a zlepšují tak konzistenci a homogenitu chleba (BABIČKA, 2012). Některé emulgátory mají schopnost snížit povrchové napětí těsta, což vede k rovnoměrnější struktuře střídy. Při výrobě bezlepkového chleba se používají nejčastěji estery monoglyceridů s kyselinou diacetyl vinnou, mono – a diglyceridy mastných kyselin, lecitin, stearyl-2-laktylát sodný (BABIČKA, 2012), (ROMAN A KOL., 2019).

#### □ **Proteiny**

Obilniny, které neobsahují lepek jsou chudé na bílkoviny a mají nízkou biologickou hodnotu, protože mají nedostatek lysinu, threoninu a tryptofanu. Z tohoto důvodu je vhodné bezlepkové obilniny při pečení bezlepkového chleba doplnit o proteiny, které chleba obohatí o tyto aminokyseliny a do jisté míry nahradí funkčnost lepku. Proteiny mají vliv na reologii těsta, vzhled i na konečné vlastnosti chleba. Z hlediska zvýšení objemu chleba je jedním z nejslibnějších proteinů albumin.

Do bezlepkových výrobků se nejčastěji přidávají bílkoviny izolované z luštěnin a mléčných výrobků, dále také proteiny získané z vajec a bezlepkové obilné proteiny. Některé rostlinné proteiny mohou pozitivně ovlivnit strukturu a trvanlivost chleba.

V případě použití rostlinných bílkovin je nutné vzhledem k jejich vyšší kapacitě přidání většího množství vody do těsta (SMERDEL A KOL., 2012), (ORTOLAN A STEEL, 2017).

Sójový izolát může v bezlepkovém chlebu zlepšit strukturu, specifický objem a celkovou kvalitu chleba (SMERDEL A KOL., 2012). Z rostlinných bílkovin je po sóji nejpoužívanější hrachový, lupinový a bramborový protein. Vaječný protein zvyšuje elasticitu, soudržnost i pružnost bezlepkového chleba a vytváří jemnější a jednodušší buněčnou strukturu. Mléčné proteiny jsou i v malých dávkách účinné pro posílení Maillardových reakcí a zlepšení barvy bochníků (ROMAN A KOL., 2019). Nově jsou používány bílkoviny hovězí plazmy, které mohou pomoci zlepšit reologické vlastnosti chleba. Jsou přidávány pomocí postupů, jako je ultrafiltrace a lyofilizace, s přídavkem sacharózy nebo inulinu (WANG A KOL., 2017).

#### □ **Enzymy**

Enzymatické přísady mohou zlepšit retenci plynu během pečení, přispívají ke snazší manipulaci s těstem a zlepšují konečnou kvalitu a trvanlivost chleba (WANG A KOL., 2017). Nejčastěji se využívají enzymy jako transglutamináza, glukóza oxidáza, tyrozináza, laktáza a alfa amyláza. Přidání transglutaminázy může zlepšit strukturu a celkovou kvalitu bezlepkových chlebů tím, že dojde k vytvoření proteinové sítě. Jedním z důvodů přidání alfa-amylázy je produkce cukrů k udržení kvasinkové aktivity (EL KHOURY A KOL., 2018), (WANG A KOL., 2017).

## □ Zápara

Zápara je spařená či povařená směs, kterou tvoří zpravidla semínka, celá či drcená zrna obilí, vločky, otruby, koření a část recepturní mouky. V současné době se opět zvyšuje zájem o chleba se záparou, a to jak v domácnostech, tak v pekárnách. Zápara obohacuje chleba o vlákninu, minerály, aminokyseliny, prospěšné enzymy a dodává chlebu specifické aroma, vláčnost a vlhkost, díky čemuž chléb pomaleji stárne (PEKAŘSKÉ TECHNOLOGIE, 2018).

Suchá směs se zalije horkou vodou nebo povaří a nechá se několik hodin bobtnat. Tato nabobtnalá směs se po vychladnutí přidává do těsta na chleba či pečivo.

Bobtnáním dochází ke změknutí tvrdších a tužších surovin a díky čemuž přísady, které sají hodně vody nabobtnají mimo těsto a posléze nedochází k úbytku vody v těstě. Spařením mouky dojde k aktivaci enzymů – amylázy, které přemění část složitých sacharidů na maltózu, což umožňuje další reakce a ovlivňuje chuť i barvu střídy. Během pečení maltóza karamelizuje a chléb získává přirozeně tmavší barvu. Přidání mouky do zápary je doporučováno v množství 15–30 % mouky z receptu, při přípravě celozrnného pečiva je možné přidat i více. Do zápary se často přidává také sůl, díky které dojde k zamezení přílišné aktivace enzymů. Je možné přidat všechnu sůl z receptu, která se následně již nepřidává do těsta.

Zápara jako součást celozrnného pečiva postupně uvolňuje svoji vlhkost do upečeného výrobku, který obohatí o minerály a aminokyseliny (TUŠEK, 2015).

Voda přidávaná do zápary na spaření tvoří přibližně 1–3násobek hmotnosti suché směsi, jde o to, aby byla semínka navlhčená a mohla bobtnat. I přesto, že se většina vody v zápaře vsákne, je nutné s vodou na spaření v těstě počítat. Množství zápary, které je možné přidat do těsta, závisí na použitých surovinách, maximálně je však doporučováno 30 % množství mouky v receptu. Těsto díky zápaře rychleji kyne a chleba je vláčnější, má zajímavou strukturu, chuť a vydrží déle čerstvý. Pro pekaře však může použití zápary představovat komplikaci, dochází ke zvýšení spotřeby energie a prodlužuje se výroba o čas potřebný na přípravu zápary (HAVEL, 2018).

## **2.5 Označování potravin z hlediska obsahu lepku**

Od 20. července 2016 platí nové nařízení č. 828/2014 o požadavcích na poskytování informací o nepřítomnosti a sníženém obsahu lepku v potravinách. Osoby s nesnášenlivostí lepku mohou tolerovat různá množství lepku. Je proto nutné, aby byly výrobky řádně označeny, čímž se zajistí jejich správné využití, a tak se v blízkosti názvu dle vyhlášky uvádí:

### **1. Označení „BEZ LEPKU“**

Toto označení lze použít pouze v případě, neobsahuje-li potravina ve stavu, v němž je prodávána konečnému spotřebiteli, více než 20 mg/kg lepku.

### **2. Označení „S VELMI NÍZKÝM OBSAHEM LEPKU“**

Toto označení smí být používáno výhradně u potravin, které obsahují jeden či více složek vyrobených z pšenice, žita, ječmene, ovsa nebo jejich kříženců, u nichž byl snížen obsah lepku zpravidla technologickým zásahem. Obsah lepku v potravine se připouští v maximální výši 100 mg/kg, a to ve stavu, v němž je prodávána konečnému spotřebiteli (PAVELKOVÁ A KUBÍK, 2017).

Potraviny označené jako „BEZ LEPKU“ nebo „S VELMI NÍZKÝM OBSAHEM LEPKU“ mohou být doplněny sdělením „vhodné pro osoby s nesnášenlivostí lepku“ nebo „vhodné pro celiaky“. Také mohou být připojena tvrzení „speciálně připravená pro osoby s nesnášenlivostí lepku“ nebo „speciálně připravená pro celiaky“, pouze však v případě, je-li příslušná potravina upravena způsobem, který zajistí snížený obsah lepku v dané potravine nebo náhradu lepku jinými přirozeně bezlepkovými složkami. U ovsa navíc platí, že pokud je použit v potravinách označovaných jako „bez lepku“ nebo „s velmi nízkým obsahem lepku“, musí být upraven takovým způsobem, který zajistí, aby nedošlo ke kontaminaci pšenicí, žitem, ječmenem nebo jejich kříženci. Obsah lepku v ovsu nesmí překročit hodnotu 20 mg/kg (PAVELKOVÁ A KUBÍK, 2017).

## **Alternativní označení**

Cílem alternativních způsobů označování je pomoci spotřebiteli s volbou vhodných potravin. Takovýmito alternativním označením mohou být sdělení jako: „bezlepková bageta“, „bezlepkové menu“, „vhodné při bezlepkové dietě“ či symbol přeškrtnutého klasu. Tyto způsoby alternativního označování lze využít pouze tehdy, nejsou-li matoucí či nejednoznačná, dle nařízení (EU) č. 828/2014 (PAVELKOVÁ A KUBÍK, 2017)

**Obrázek 1: Symbol přeškrtnutého klasu**



Zdroj: CELIAK.CZ

## **Označování potravin pro kojence a malé děti**

V případě počáteční a pokračovací kojenecké výživy je zakázáno podávat informace o nepřítomnosti nebo sníženém obsahu lepku, a to dle nařízení (EU) č. 828/2004 Sb. Pokud jde o obilné a jiné příkrmy určené pro děti mladší šesti měsíců, musí být informace o přítomnosti či nepřítomnosti lepku uvedena, a to dle vyhlášky č. 54/2004 Sb. Jestliže je u těchto výrobků udávána nepřítomnost lepku, musí být označeny tvrzením „BEZ LEPKU“ ve shodě s podmínkami v příloze nařízení (EU) č. 828/2004 (PAVELKOVÁ A KUBÍK, 2017).

## **Označování složek obsahujících lepek ve složení potravin**

O složkách použitých při výrobě potravin, které vyvolávají alergie či intoleranci, musí být spotřebitelům podávány informace dle nařízení (EU) č. 1169/2011. Nutnost podávat spotřebitelům informace je v tomto případě u 14 potravinových alergenů, které jsou nejčastější příčinou alergických reakcí.

K těmto alergenům patří mimo jiné obiloviny obsahující lepek, jejich hybridní odrůdy a výrobky z nich (PAVELKOVÁ A KUBÍK, 2017).

Obsah alergenních látek v produktu je na obale uveden ve složení, a to výrazným, odlišným typem písma tak, aby byl jasně odlišen od ostatních uvedených složek. Jestliže není na obal produktu zařazen seznam složek, alergenní látky jsou uvedeny slovem „obsahuje“. Alergenní látku není nutné na obale uvádět v případě, že název potravin alergen jasně obsahuje. Od 13. 12. 2014 musí být u nebalených potravin alergenní látky uvedeny nedaleko od místa jejich nabídky. V zařízeních společného stravování musí být spotřebitelům poskytnuty údaje o alergenních látkách. Výjimky v označování alergenů jsou přípouštěny v případě, kdy jsou alergeny v důsledku technologického procesu odstraněny a konečný výrobek neobsahuje rezidua těchto látek (PAVELKOVÁ A KUBÍK, 2017).

### **Preventivní označení**

Preventivní označení má spotřebitele upozornit na nebezpečí nechtěné kontaminace potravin alergenní složkou. Příkladem mohou být označení jako: „může obsahovat lepek“, „může obsahovat stopy lepku“. Aby nedocházelo ke zneužívání preventivního označení, uplatňuje Státní zemědělská a potravinářská inspekce při kontrole potravin několik zásad. Díky tomu lze preventivní označení použít pouze v odůvodněných případech (PAVELKOVÁ A KUBÍK, 2017).



## **2.6 Senzorická analýza**

Senzorická analýza je považována za objektivní metodu, která slouží k hodnocení potravin prostřednictvím našich smyslů. Dochází ke stanovení vjemů a zpracování informace získané smyslovými receptory, probíhá v centrální nervové soustavě.

Pro senzorické hodnocení jsou využívány všechny lidské smysly, nejvíce pak smysl chuťový a čichový (POKORNÝ, 1997). Pro zajištění přesného, objektivního a reprodukovatelného měření musí být dodrženy přesně stanovené podmínky analýzy. Smyslové hodnocení potravin získávalo postupně s rostoucí nasyceností na důležitosti, docházelo k rozvoji metod od velmi jednoduchých až po metody současné. Současné metody jsou založeny na celé řadě kritérií, ať už jde o fyziologické principy vnímání, objektivizaci, výběr posuzovatelů či vytvoření odpovídajících podmínek. Velmi důležité je matematicko-statistické vyhodnocení výrobků. Díky takto propracovaným metodám lze senzorickou analýzu využívat v moderních systémech jakosti (INGR A KOL., 1997). Posuzování vkládáním do úst se nazývá degustace. Senzorická analýza patří mezi psychometrické metody, slouží ke stanovení přijatelnosti či intenzity vjemu, nikoli složení potravin (POKORNÝ A KOL., 1998).

### **Podmínky pro senzorické posuzování**

Je třeba vytvářet takové podmínky, které přispějí k odstranění rušivých vlivů a dosažení objektivních, vzájemně srovnatelných výsledků. Podmínky pro senzorickou analýzu jsou stanoveny mezinárodními normami, a to především organizací ISO (International Standardisation Organisation). Tyto normy stanovují požadované vybavení místnosti či způsob přípravy a předkládání vzorků (POKORNÝ A KOL., 1998).

### **Vybavení senzorické laboratoře**

Vybavení místnosti pro senzorickou analýzu je dáno pokyny v mezinárodní normě ISO 8589 (INGR A KOL., 2007). Zkušební místnost určená pro senzorické hodnocení musí být čistá, prostorná a dobře větratelná. Podlahy, dveře, stěny i další zařízení musí být z materiálu, který neabsorbuje pachy, dá se snadno čistit a má nejlépe světlou barvu. Intenzivnější barvy, obrazy či jiná výzdoba mohou působit rušivě, a to zejména při hodnocení barvy a celkové přijatelnosti vzhledu (POKORNÝ, 1993).

Optimálně má být v místnosti rozptýlené denní světlo, případně rovnoměrné osvětlení s konstantní jasností, přijatelné intenzity a stálé barvy (INGR A KOL., 2007).

Významný vliv na hodnocení má také teplota, optimální je rozmezí 18–23 °C. V průběhu hodnocení by také neměl být v místnosti průvan nebo otevřené okno. Relativní vlhkost je požadována v rozmezí 40–80 %, ideál představuje klimatizovaná místnost, která umožní kromě zajištění stálé teploty také stálou relativní vlhkost 75 %. Z hlediska hygieny musí zkušební místnost vyhovovat předpisům platným pro provozovny společného stravování (POKORNÝ A KOL., 1998).

Senzorické hodnocení by mělo probíhat ve zkušebních kójičkách. Zkušební místnost obsahuje 4 až 15 hodnotitelských kójí, které jsou z důvodu omezení kontaktu mezi hodnotiteli zepředu a ze stran uzavřeny. Hodnotitelské kóje musí být natolik prostorné, aby měl každý posuzovatel dostatek místa na hodnocené vzorky i vyplňování protokolového formuláře. Zkušební kóje jsou často umístěny v řadě těsně vedle sebe, zpravidla čelem ke zdi, spojené s obslužným prostorem nejčastěji vysouvacími či sklapovacími okénky, které slouží k podávání a odebrání vzorků (INGR A KOL., 2007).

Je důležité odstranit všechny rušivé vlivy, vhodná je zvuková izolace místnosti. Osoba vedoucí hodnocení má být po celou dobu přítomna, musí mít dobrý přehled o aktivitě a případných potížích všech hodnotitelů (INGR A KOL., 2007). Součástí sensorického pracoviště je také místnost na přípravu vzorků, která má být oddělena od zkušební místnosti. Příprava vzorků musí obsahovat potřebné nádoby a náčiní k sensorické analýze (POKORNÝ A KOL., 1998).

## **Hodnotitelé**

Výběru a odborné způsobilosti hodnotitelů je třeba věnovat zvláštní pozornost. Vedoucí sensorického hodnocení vybere až dvakrát více osob, než bude pro sensorické hodnocení třeba, protože někteří neprojdou vstupní zkouškou či školení nedokončí. Vybraní kandidáti pak musí projít vstupním přezkoušením, jehož cílem je vyřazení nevhodných osob. Školení osob projevujících určité předpoklady v základních znalostech sensorické analýzy slouží k postupnému osvojení správných návyků. Mezi tyto návyky patří mimo jiné alespoň hodinu před začátkem hodnocení ani v přestávkách mezi hodnocením nekouřit, nejíst ostrá jídla a nepožívat alkoholické nápoje (POKORNÝ, 1993).

Hodnotitelé, kteří se aktivně účastní sensorické analýzy, se dělí dle stupně zaškolení na hodnotitele školené, krátce školené, školené a experty. Největší citlivost pro sensorické posuzování mají mladí hodnotitelé, ti však postrádají zkušenosti a potřebné vyjadřovací schopnosti.

Schopnost k sensorickému hodnocení je nejvyšší ve věku kolem 18–40 let, u hodnotitelů do 60 let je klesající citlivost nahrazována jejich zkušenostmi. Výběr osob pro hodnocení probíhá prostřednictvím pravidelně se opakujících zkoušek, které určí fyzickou i psychickou způsobilost k posuzování. V případě konzumentských zkoušek jsou pro posuzování vhodnější hodnotitelé bez předchozího odborného vzdělání, protože jejich názory a postoje jsou bližší názorům běžných konzumentů. Sensorické hodnocení by mělo probíhat pouze v případě, cítí-li se hodnotitel duševně i fyzicky zdrav (POKORNÝ A KOL., 1998).

### **Vlastní sensorické hodnocení**

Hodnocené vzorky musí být podávány v takovém množství, aby měl hodnotitel možnost ochutnat jeden vzorek vícekrát.

Množství vzorku je ovlivněno zvolenou metodou hodnocení, počtem podávaných vzorků a jejich charakterem. Kapalné vzorky jsou podávány v množství kolem 15–20 ml, tuhé vzorky v množství 20–30 g. U pořadových testů, případně hodnocení sensorického profilu, se hodnotitel k hodnocení jednotlivých vzorků několikrát vrací, proto je nutné navýšit množství u kapalných vzorků na 30–60 ml, u tuhých pak na 40–100 g. Vzorky se předkládají ve stejném množství a stejné teplotě. Vzorek je zahříván na teplotu, při které je běžně konzumován. U tepelně upravených potravin nesmí teplota převýšit 75 °C a u vzorků chlazených nesmí klesnout pod 5 °C (INGR A KOL., 2007). Hodnocení mražených potravin probíhá z části v mraženém stavu a z části po rozmrazení vzorku (POKORNÝ A KOL., 1998). Nádoby na podávání vzorků musí být stejné, vyrobené ze sensoricky neutrálních materiálů, nejlépe ze skla, bílého porcelánu či nerezavějící oceli. Nádoby by měly být snadno omyvatelné, neutrální barvy i tvaru. Je vhodné používat nerezové příbory, které nezanechávají pachů. Vzorky by se měly podávat postupně od chuťově neutrálních k výraznějším a při předkládání vzorků je třeba dbát na zásady hygieny a stolování (INGR A KOL., 2007).

Pro hodnotitele musí být vzorky anonymní, aby nedošlo k ovlivnění výsledku hodnocení. Vzorky je ideální kódovat třímístným či čtyřmístným jednotným kódem pomocí čísel. Barva se hodnotí prohlížením vzorku proti bílému pozadí, u tuhých vzorků je hodnocena na řezu, protože povrch se může během analýzy měnit. Hodnocení chuti předchází vždy posouzení vůně. Komplexní hodnocení vyžaduje nejprve posouzení vzhledu, barvy a vůně, následně chuti a nakonec textury. Textura se stanovuje v ústech, ale i pomocí prstů a rukou, vnímáme tvrdost, elasticitu, plasticitu, rozpadavost či křehkost vzorku.

Chuť hodnotíme degustací v ústech, kdy sousto pomalu žvýkáme, převalujeme a sledujeme vývoj chuti a aromatu. Pro dokonalé posouzení chuti je třeba sousto spolknout a pro degustaci dalšího vzorku je nutné vyčkat do úplného odeznění všech chutí vzorku stávajícího. Při hodnocení více vzorků je dobré si po spolknutí vzorku vypláchnout ústa, počkat asi 1 minutu a pak teprve ochutnávat další vzorek. Rozhodnutí o výsledku by mělo být rychlé, příliš dlouhé rozhodování vede k fyzické i psychické únavě posuzovatele. Pro rychlejší obnovení chuťových receptorů je možné využít neutralizátory chuti, nejčastěji v podobě kvalitní čisté vody či bílého pečiva. Vždy je třeba mezi jednotlivými degustacemi vyčkat nejméně 60 sekund, a to i při použití neutralizátoru chuti (INGR A KOL., 2007).

Posuzování by mělo trvat maximálně 2–3 hodiny denně, a to včetně přestávek (POKORNÝ A KOL., 1998). K výsledkům sensorického hodnocení dojdeme prostřednictvím správně a pečlivě vyplněných protokolových formulářů (INGR A KOL., 2007).

### **2.6.1 Metody sensorické analýzy potravin**

Metody se dělí dle zvoleného prostředí na:

1. Laboratorní metody,
2. Metody za podmínek restauračního stolování,
3. Konsumentické zkoušky.

Výběr konkrétní metody je ovlivňován například povahou řešeného úkolu, počtem a kvalitou hodnotitelů, stanoveným časem, množstvím vzorku či zkušenostmi laboratoře s danou metodou (POKORNÝ A KOL., 1998).

## 2.7 Dotazníky

Při sestavování dotazníků lze respondenty nejprve seznámit s danou problematikou v krátkém úvodním textu. Nutností je uvést fakt, že bude zajištěna anonymita odpovědí a získané informace budou zpracovány pouze ve sdružené podobě. V dotaznících by neměly být uvedeny otázky příliš komplikované, rozsáhlé či důvěrné, není-li zbytí, tento typ otázek vkládáme až do závěrečné části, kdy se již v případě neochoty respondenta odpovídat nejedná o tak velký problém. V úvodní části dotazníku je tedy výhodné uvádět jednoduché otázky, dále přistupovat k zařazení otázek náročnějších a na konec dotazníku umístit otázky identifikační (HLUČÍN A POLÁKOVÁ, 2005).

Dotazník by měl obsahovat maximálně 20 otázek a celková doba vyplňování by neměla trvat déle než 10 minut (BORŮVKOVÁ, 2013). Otázky v dotazníku rozlišujeme na uzavřené, otevřené, případně polouzavřené (polootvřené). Uzavřená otázka nabízí výběr z několika alternativ, otevřené otázky dávají naopak prostor pro vyjádření respondenta. Pomocí správně porozumět otázkám mohou také vhodné metodické instrukce (např. vyberte pouze jednu možnost, stupnice 1–5, kdy 1 = velmi důležité, 5 = zcela nedůležité). Při sestavování otázek je třeba vyhnout se chybám, které by mohly způsobit zkreslení výsledků (HLUČÍN A POLÁKOVÁ, 2005).

### Metody výběru respondentů z populace:

1. Náhodný výběr (nejpoužívanější),
2. Reprezentativní výběr,
3. Namátkový výběr, anketa.

### Vyhodnocování dotazníku

Jestliže je dotazník zaměřen na větší skupinu respondentů, je třeba převést získané údaje do elektronické podoby. Forma elektronických formulářů eliminuje riziko chyby při přepisu odpovědí do počítače. Odpovědím na otevřené otázky přiřadíme kódy dle tzv. kódového klíče. Kódový klíč se vytvoří sloučením stejných či podobných odpovědí, k nimž jsou přiděleny číselné kódy. Díky tomuto uspořádání lze provádět statistické vyhodnocení formou výpočtů četností, průměrů, zjišťování souvislostí mezi otázkami atd. (HLUČÍN A POLÁKOVÁ, 2005).

K získání spolehlivých informací pomocí dotazníků je důležitá správná formulace otázek a odpovědí. Je vhodné uvádět také odpovědi typu nevím, nedokážu odpovědět (HLUČÍN A POLÁKOVÁ, 2005).

## **3 Praktická část**

### **3.1 Cíl práce**

Cílem práce je navrhnout a prakticky ověřit inovativní bezlepkový výrobek, s obsahem nutričně zajímavých surovin, které pozitivně ovlivní nejen biologickou hodnotu, ale také strukturu bezlepkového pečiva. Jde zejména o zkoumání vlastností konopné mouky a využití technologického zpracování suroviny formou záparu, konkrétně pak jejího vlivu na prodloužení trvanlivosti bezlepkového pečiva. Výsledný výrobek by měl splňovat charakter pečiva denního užití (chléb). Cílem je tedy především dosáhnout prodloužení trvanlivosti bezlepkového chleba prostřednictvím těchto dvou komponent.

### **3.2 Materiál a metody**

Jedním z největších problémů bezlepkového pečiva je nízká nutriční hodnota a krátká trvanlivost. Proto je vhodné bezlepkové pečivo obohatit o nutričně významné složky, které mohou mít pozitivní vliv také na prodloužení trvanlivosti pečiva. V rámci diplomové práce byly v laboratoři Katedry potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích upečeny v automatických pekárnách identickým technologickým postupem tři vzorky chlebů, s totožnou základní recepturou, pozměněnou pouze přidáním obohacující složky. Vzorek č.1 byl obohacen o záparu, vzorek č.2 o konopnou mouku a vzorek č.3 byl vzorkem referenčním. V této kapitole jsou dále popsány suroviny, které byly použity pro výrobu bezlepkových chlebů a zařízení umožňující provedení pekařského pokusu. Vzorky byly podrobeny analýze textury prostřednictvím textuometru, pro získání potřebných dat a následné vyhodnocení. Sensorická analýza jakosti pekařských výrobků byla s ohledem na restriktivní opatření spojená s onemocněním covid-19 nahrazena dotazníkovým šetřením.

### 3.2.1 Použité suroviny

#### Kukuřičná mouka

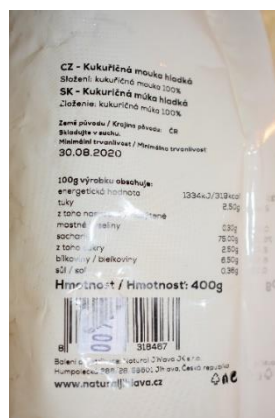
Kukuřičná mouka je vyrobena z celých zrn, pekařským výrobkům dodává příjemnou barvu a výraznou chuť. Mletím lze získat hrubou, jemnou a velmi jemnou mouku s vysokou pojivostí a značným podílem vlákniny, vitaminů a minerálních látek. Na pečící pokus byla použita polohrubá kukuřičná mouka, která ve 100 g obsahovala 2,5 g tuků, 75 g sacharidů, 6,5 g bílkovin a energetickou hodnotu 1334 kJ.

Obrázek 3: Kukuřičná mouka polohrubá od firmy Natural Jihlava JK s.r.o.



Zdroj: AUTOR

Obrázek 2: Kukuřičná mouka, výživové údaje na 100 g



Zdroj: AUTOR

#### Pohanková mouka

Pohanková mouka vyrobená z mechanicky loupané pohanky je lehce stravitelná a nutričně bohatá, jde o významný zdroj vitaminů a minerálních látek. Má výraznou celozrnnou chuť a vytváří specifickou texturu. Na pečící pokus byla použita mechanicky loupaná pohanková mouka. Výživová hodnota ve 100 g mouky je 2,7 g tuků, 67,6 g sacharidů, 12 g bílkovin s energetickou hodnotou 1480 kJ.

Obrázek 5: Mechanicky loupaná pohanková mouka od výrobce: Pohankový mlýn Šmajstrla



Zdroj: AUTOR

Obrázek 4: Pohanková mouka, výživové údaje na 100 g



Zdroj: AUTOR

## Rýžová mouka

Rýžová mouka z loupané bílé rýže má jemnou chuť a vyznačuje se snadnou stravitelností. Zvyšuje objem a pojivost bezlepkového těsta, v příliš velkém množství však způsobuje zrnitost pekařských výrobků. Na pečící pokus byla použita hladká rýžová mouka. Výživová hodnota na 100 g je 1 g tuků, 81 g sacharidů a 8 g bílkovin, s energetickou hodnotou 1550 kJ.

**Obrázek 7: Rýžová mouka hladká od firmy Natural Jihlava JK s.r.o.**



Zdroj: AUTOR

**Obrázek 6: Rýžová mouka hladká, výživová hodnoty na 100 g**



Zdroj: AUTOR

## Konopná mouka

Konopná mouka vyrobená z částečně odtučněných konopných semen výrazně zvýší nutriční hodnotu, dodá pekařským výrobkům nevšední chuť, barvu a také texturu. Složení konopné mouky se liší v závislosti na půdě, lokalitě pěstování, způsobu přípravy a míře odtučnění konopných semen. Na pečící pokus byla použita konopná mouka z celých konopných semen, obsahující ve 100 g kolem 9 g tuků, 2 g sacharidů a 33 g bílkovin, s energetickou hodnotou 1680 kJ.

**Obrázek 9: Konopná mouka od výrobce ALLnature, s.r.o.**



Zdroj: AUTOR

**Obrázek 8: Konopná mouka, výživové údaje na 100 g**



Zdroj: AUTOR



## Zápara

Zápara nazývaná také jako mořidlo zlepšuje kvalitu i vlastnosti pekařských výrobků. Obohacuje pekařské výrobky o minerály, vlákninu či aminokyseliny, ale také urychluje kynutí těsta, vytváří chleby s tmavší, vláčnější střídou a specifickým aroma. V minulosti byla tradičně využívána a v současné době dochází k jejímu znovuobjevení. Záparu obvykle tvoří spařená semínka, celá i drcená zrna obilí, vločky, otruby, koření a část recepturní mouky. Díky spaření nejsou semínka v konečném pekařském výrobku tvrdá, postupně uvolňují vlhkost, čímž je prodlužována vláčnost výrobku.

Na pekařský pokus bylo použito 10 g zápary, 30 ml vody a část recepturní mouky a soli. Složení zápary: 2 g konopných semínek, 2 g chia semínek, 2 g lněných semínek, 2 g bezlepkových ovesných vloček, 2 g slunečnicových semínek.

Příprava zápary začala již den před vlastní přípravou vzorků. Nejprve se navázila semínka a vločky, ke kterým byla přidána část recepturní mouky a soli. Takto připravená suchá směs se zalila horkou vodou a nechala přibližně dvanáct hodin bobtnat. Semínka do sebe postupně naváží vodu a změkknou, dojde k aktivaci enzymů a zápara tak získá hustou rosolovitou konzistenci (viz obrázek č. 13).

**Obrázek 10: Zápara – suchá směs**



Zdroj: AUTOR

**Obrázek 11: Zápara s horkou vodou**



Zdroj: AUTOR

**Obrázek 12: Zápara po 12 hodinách**



Zdroj: AUTOR

## Další suroviny:

### □ **Psyllium**

Jde o rozpustnou vlákninu, která je získávána z osemení jitrocele vejčitého (*Plantago ovata*). Po smíchání s vodou se vytvoří měkký gel, který absorpcí vody zvětší svůj objem až desetinásobně. V bezlepkovém pečivu působí jako pojivo, emulgační, či zvlhčující činidlo. Na pečící pokus bylo použito psyllium s 98 % čistotou. Výživová hodnota ve 100 g psyllia je 84,1 g vlákniny, 0,8 g tuků, 7,8 g sacharidů, 2,8 g bílkovin, s energetickou hodnotou 195 kJ.

### □ **Sůl**

Do těsta byla použita jemná jedlá sůl neboli chlorid sodný. Množství soli v pekařských výrobcích se pohybuje v rozmezí od 0,5 do 2,5 % na hmotnost mouky. Sůl má v pečivu funkci ochucovadla, těsto je díky ní tužší, zaktivuje bílkoviny a brzdí enzymatické a kvasné procesy.

### □ **Cukr**

Cukr se dávkuje v malém množství přímo do těsta, je důležitý pro fermentaci, stává se živinami pro kvasinky. Má vliv na tvorbu a zbarvení kůrky, ale ve větším množství omezuje činnost kvasinek.

### □ **Droždí**

Jde o kvasinky druhu *Saccharomyces cerevisiae* Hansen. Kvasinky vyvolávají v těstě etanolové kvašení, podílí se na zvětšování objemu těsta a ovlivňují chuť i strukturu výsledného pekařského výrobku.

### □ **Voda**

Do pekařských výrobků je využívána nejlépe středně tvrdá, vlažná, pitná voda, která splňuje požadavky pro pitvou vodu s maximálním pH 8.

Dále byl použit **kmín**, jež přispívá k lepší, výraznější chuti chleba. **Olej**, který se podílí na vláčnosti, a **ocet** podporující kynutí.

### 3.2.2 Pečící pokus

Vzorky pečiva, tedy bezlepkového chleba, byly připraveny v laboratoři Katedry potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů Jihočeské univerzity v automatických pekárnách značky ETA Duplica Vital Plus identickým technologickým postupem. Tyto pekárny nabízí čtrnáct přednastavených programů, ale také možnost individuálního nastavení průběhu jednotlivých fází zpracování, ať už předeheřtí, hnětení, kynutí, pečení nebo zahřívání. Součástí pekárny je ovládací dotykový panel, pečící formy a hnětací háky.

**Tabulka 4: Receptury jednotlivých vzorků**

<b>Suroviny</b>	<b>Varianta č.1</b>	<b>Varianta č.2</b>	<b>Varianta č.3</b>
Kukuřičná mouka (g)	150	150	150
Pohanková mouka (g)	140	130	130
Rýžová mouka (g)	110	110	110
Zápara (g)	-	<b>10</b>	-
Konopná mouka (g)	-	-	<b>10</b>
Voda (ml)	400	400	400
Droždí (g)	5	5	5
Sůl (g)	10	10	10

Zdroj: AUTOR

### Postup přípravy

Pro získání finální receptury bylo nejprve nutné upravit množství jednotlivých komponent, tak aby organoleptické a strukturní vlastnosti výsledného produktu dosahovaly optimální úroveň. Příprava receptury se záparou nevyžadovala oproti receptuře s konopnou moukou žádné významné úpravy množství jednotlivých složek. Vysokým přidavkem konopné mouky však docházelo ke snížení objemu, zvýšení drobivosti a výrazně zemité chuti výsledného produktu. Proto bylo množství konopné mouky postupně upravováno, z původních 12,5 % množství na mouku na finálních 2,5 % množství na mouku.

Chleby byly připraveny stejným způsobem, pouze s rozdílem přidání zlepšující složky, jeden vzorek byl tedy obohacen záparou a druhý konopnou moukou. Na automatické váze byla navážena mouka, cukr, sůl a droždí, z nichž se připravila sypká směs. Do pekárny byly nejprve vloženy tekuté složky – voda, olej a ocet a až poté byla přidána navážená sypká směs. Nastavený pečicí program automaticky řídil pečicí proces bez potřeby dalšího zásahu.

**Obrázek 14: Pekárna ETA Duplica Vital Plus**



Zdroj: AUTOR

**Obrázek 13: Pekárna ETA Duplica Vital Plus**



Zdroj: AUTOR

**Tabulka 5: Schéma pečicího programu**

Cyklus přípravy	Teplota (°C)	Čas (min)
Hnětení 1	22-24	10
Kynutí 1	25	5
Hnětení 2	30	20
Kynutí 2	32	33
Kynutí 3	34	40
Pečení	101–109	62
Přihřívání	69	60

Zdroj: AUTOR

Po ukončení pečicího programu byly vzorky ponechány k vychladnutí v pečících nádobách pekárny s otevřeným víkem. Pečení bylo opakováno dvakrát se stejným postupem, přistoupilo se však k jinému způsobu skladování. Při prvním pečicím pokusu byly vzorky po vychladnutí uchovávány v mikrotenových potravinových sáčcích. Při druhém pečicím pokusu byly vzorky ponechány volně, bez jakékoliv bariéry vůči vnějšímu prostředí.

### 3.2.3 Analýza stárnutí pečiva

Texturometry jsou využívány pro testování široké škály produktů, materiálů a vlastností, ať už ve výzkumných či kvalitativních laboratořích. U chleba slouží nejčastěji k posouzení pevnosti, měkkosti, křupavosti, lámavosti, struktury střídy či pružnosti. V tomto pokusu měření texturometrem vyhodnotilo změny struktury střídy sledovaného bezlepkového pečiva.

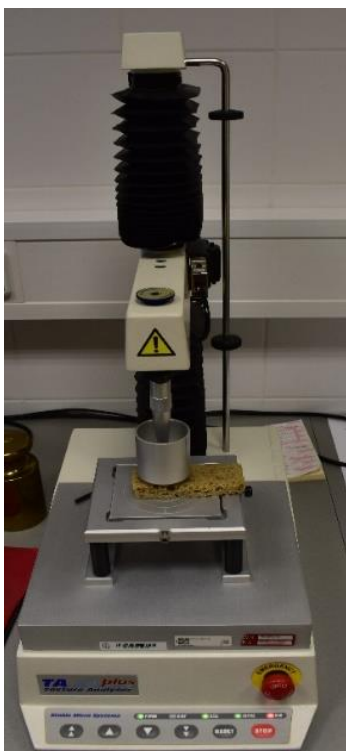
Pro získání vzorků k následné analýze byly z chlebů odkrajovány plátky v přesně stanovené šířce 15 mm. K měření vzorků chleba byl využit texturometr TA - XT Plus vybavený hliníkovou sondou s průměrem 50 mm. Testovací rychlost byla nastavena na 2 mm/s se spouštěcí silou 20 g. Měření probíhalo vždy na jednom vzorku duplicitně ve dvou jeho částech, plátky chleba byly vystaveny stlačení střídy až do 60 %.

Měření vzorků z prvního pečicího pokusu začalo v den upečení chlebů, po jejich úplném vychladnutí. Dále testování pokračovalo v pravidelných intervalech po 24 hodinách, s výjimkou posledního dne, kdy analýza na texturometru proběhla až po 192 hodinách. Důvodem bylo zjistit, zda se již tuhé pečivo (již nevhodné ke konzumaci) strukturálně ještě změní. Měření se tedy uskutečnilo dohromady v 5 opakováních, v časových intervalech po 24 hodinách, 48 hodinách, 72 hodinách, 96 hodinách a poslední po 192 hodinách.

Chleby z prvního pečicího pokusu byly skladovány v potravinových mikrotenových sáčkách při pokojové teplotě kolem 18-20 °C a relativní vlhkosti vzduchu mezi 40–50 % (běžné prostředí).

Měření chlebů z druhého pečicího pokusu proběhlo ve shodném taktu, tedy v den jejich upečení, s dalším opakováním po 24 hodinách, 48 hodinách, 72 hodinách, 96 hodinách a 120 hodinách. Vzorky byly skladovány bez jakékoli ochranné bariéry, při totožné teplotě a vlhkosti jako chleby z prvního pečicího pokusu.

**Obrázek 16: textuometr značky TA. XT plus**



Zdroj: AUTOR

**Obrázek 15: vzorky připravené k měření na textuometru**



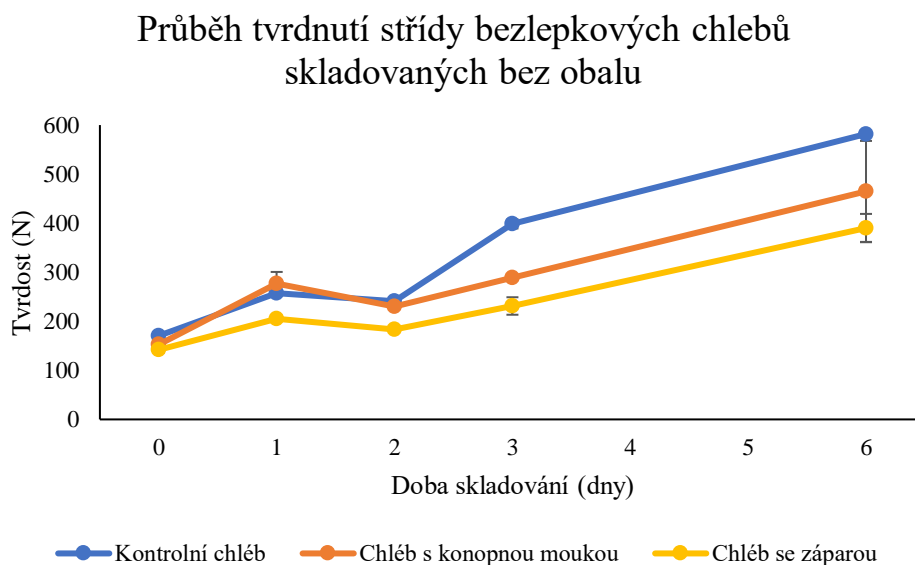
Zdroj: AUTOR

## 4 Výsledky a diskuze

Výsledky diplomové práce jsou rozděleny do dvou částí. V první části jsou charakterizovány a graficky znázorněny výsledky týkající se změn připravených vzorků bezlepkového pečiva při různých způsobech skladování. Druhá část se věnuje vyhodnocení dotazníkového šetření týkajícího se konzumace pečiva s vyčleněním spotřebitelů pečiva bezlepkového a informovanosti respondentů ohledně základních složek a přídatných látek.

### 4.1 Výsledky měření stárnutí bezlepkového chleba skladovaného bez obalu

Níže uvedený graf znázorňuje průběh stárnutí vzorků bezlepkových chlebů skladovaných bez obalu. Chléb obohacený o záparu byl dle výsledků měření v jednotlivých dnech hodnocen jako nejměkčí, v rámci zkoumaných vzorků. Chléb s přidavkem konopné mouky je dle získaných dat na prostřední pozici a jako vzorek s nejrychlejším průběhem tvrdnutí byl sledován chléb kontrolní, bez přidavku obohacující složky. Dle výsledků měření lze tedy konstatovat fakt, že přidané obohacující složky – zápara i konopná mouka, mají pozitivní účinek na prodloužení trvanlivosti bezlepkových pekařských výrobků.



Graf 1 Průběh tvrdnutí střídy bezlepkových chlebů skladovaných bez obalu

Zdroj: Vlastní výzkum

CORREIA A KOL. (2017) ve své studii uvádějí, že výroba kvalitního bezlepkového chleba je velkou výzvou, protože díky lepku získává pečivo jedinečné vlastnosti, jako je vyšší objem a lepší textura.

Stejně se vyjadřují také NAQASH A KOL. (2017), podle nichž je pečení bez lepku technologickou výzvou a často vede ke vzniku produktů horší kvality. JNAWALI A KOL. (2016) se ve své studii, která zkoumá vývoj bezlepkových potravin, zmiňují o tom, že výrobky bez lepku dostupné v běžné tržní síti mají většinou nízkou nutriční hodnotu a jsou výrazně dražší oproti výrobkům s lepem. Proto usuzují, že je důležité vyvinout bezlepkové výrobky, které jsou nutričně vyvážené a ekonomicky nenáročné.

Dle WANGA A KOL. (2017) je pečení bez lepku velkou výzvou pro všechny pekaře, protože těsto bez lepku vykazuje špatné reologické vlastnosti. Dále uvádějí, že lepek, jakožto proteinový komplex schopný zadržet oxid uhličitý, dodává pekařským výrobkům jedinečné vlastnosti. Proto je velmi důležité hledání nových alternativ a přísad, které mohou přispět k náhradě lepku. Stejně jako v případě pečícího pokusu v této práci poukazují MELINI A MELINI (2018) na fakt, že tvrdnutí chleba je doprovázeno ztrátou křupavosti, zvýšením drobivosti, ztrátou soudržnosti a ztrátou nebo změnou chuti a vůně. Uvádí také, že v případě tvrdnutí střídy hraje důležitou roli retrogradace škrobu, konkrétně pak retrogradace amylopektinu.

Dle NISSENA A KOL. (2020) může být vliv konopné mouky ze semen konopí na prodloužení trvanlivosti bezlepkového chleba způsoben přítomností bioaktivních molekul borneolu, thymolu a terpineolu, díky jejich schopnosti kontrastovat s kazíciemi se mikroorganismy. Pozitivní účinky konopné mouky na prodloužení trvanlivosti uvádějí také BĀDĀRĀU A KOL. (2018), kteří ve svém výzkumu, jež se zabývá vlivem konopné mouky na kvalitu chleba, hodnotí pozitivní vliv konopné mouky na prodloužení trvanlivosti chleba při porovnání s kontrolním pšeničným chlebem. Popisují také pozitivní účinek konopné mouky na zlepšení struktury střídy a zvýšení nutriční hodnoty obohacením o proteiny, esenciální mastné kyseliny a vlákninu. POJÍČ A KOL. (2015) naopak ve své studii popisují, že přítomnost konopné mouky ve složení chleba měla vliv na výrazné zvýšení tvrdosti střídy v porovnání s kontrolním chlebem z pšeničné mouky. Dle KORUSE A KOL. (2017) má konopná mouka v bezlepkových chlebech vliv na omezení tuhnutí střídy a také na omezení rekrystalizace amylopektinu během skladování.

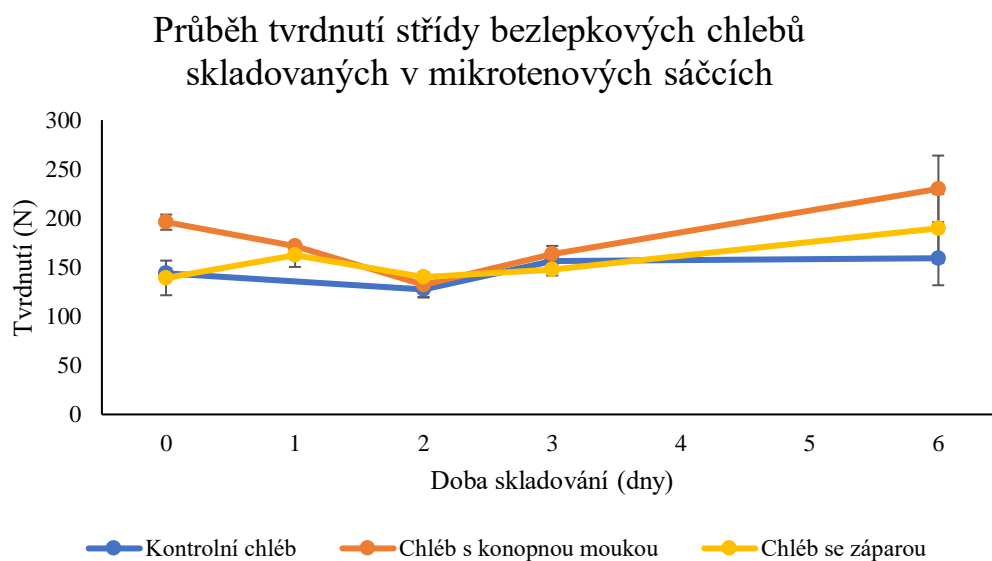
V současné době existuje velmi málo studií, které se zabývají vlivem záparů, jakožto obohacující složky na prodloužení trvanlivosti bezlepkového pečiva.



Není tedy možné rozsáhlejší srovnání více odborných studií s touto prací. DE LAMO A GOMEZ (2018) ve své práci uvádějí možnosti využití olejnatých semen v chlebu i jiných pekařských výrobcích. Poukazují přitom na to, že v případě hydratace olejnatých semen v horké vodě dochází k interakci jejich slizu se zbytkem těsta, čímž je těsto posíleno. Prostřednictvím lipidů dochází také ke snížení retrogradačních jevů amylopektinu, což způsobí snížení rychlosti tvrdnutí chleba. Tato studie tedy zastává stejné stanovisko a shoduje se s výsledky této práce.

#### 4.2 Výsledky měření stárnutí bezlepkového chleba skladovaného v mikrotenovém obalu

Výsledky pokusu shrnuté v grafu ukazují průběh stárnutí bezlepkových chlebů skladovaných během jednotlivých měření v mikrotenových obalech. Při tomto pečícím pokusu byly sledovány nestandardní změny stárnutí chleba v průběhu skladování uvnitř neprodyšného obalu. Nedošlo k charakteristickému tvrdnutí pečiva, ale naopak k postupnému měkčení s následným porostem plísní v posledních dnech měření vzorků. Vysoký obsah škrobu v chlebu způsobil velmi rychlé uvolňování vody, tato voda byla zachycena na povrchu výrobku a vnitřní straně obalu (mikrotenových sáčcích), čímž se značně zvýšila vlhkost prostředí skladovaných vzorků. Škrob s největší pravděpodobností nezměnil strukturu – nedošlo tedy k retrogradaci, ale zgumovatění vzorků. Vysoká vlhkost se navíc stala vhodným prostředím pro vznik a množení bakterií a plísní.



Graf 2 Průběh stárnutí bezlepkových chlebů skladovaných v mikrotenových sáčcích  
Zdroj: Vlastní výzkum

Houben A Kol. (2012) uvádějí, že u bezlepkových těst nejsou molekuly vody ve stříde pevně ohraničené a šíří se mnohem rychleji do kůry. Zejména škroby mají velký vliv na parametry těsta, strukturu, zadržování vlhkosti a konečnou kvalitu. Gallagher A Kol. (2004) hodnotí škroby jako nedílnou součást pečiva, díky jejich vlivu na texturu, vzhled a vlastnosti vázání vody.

Příhoda A Kol. (2013) uvádějí, že vlhký povrch výrobku i vnitřek obalového materiálu jsou vhodné podmínky pro plesnivění. Stejně tak dle Garcia A Copetti (2019) má na růst plísní v pekařských výrobcích vliv relativní vlhkost životního prostředí a aktivita vody ( $a_w$ ). Melini A Melini (2018) také hodnotí vysokou relativní vlhkost jako rizikový faktor, který zvyšuje pravděpodobnost vývoje plísní, zejména pak na bochníku skladovaném v uzavřeném, neprodyšném obalu.

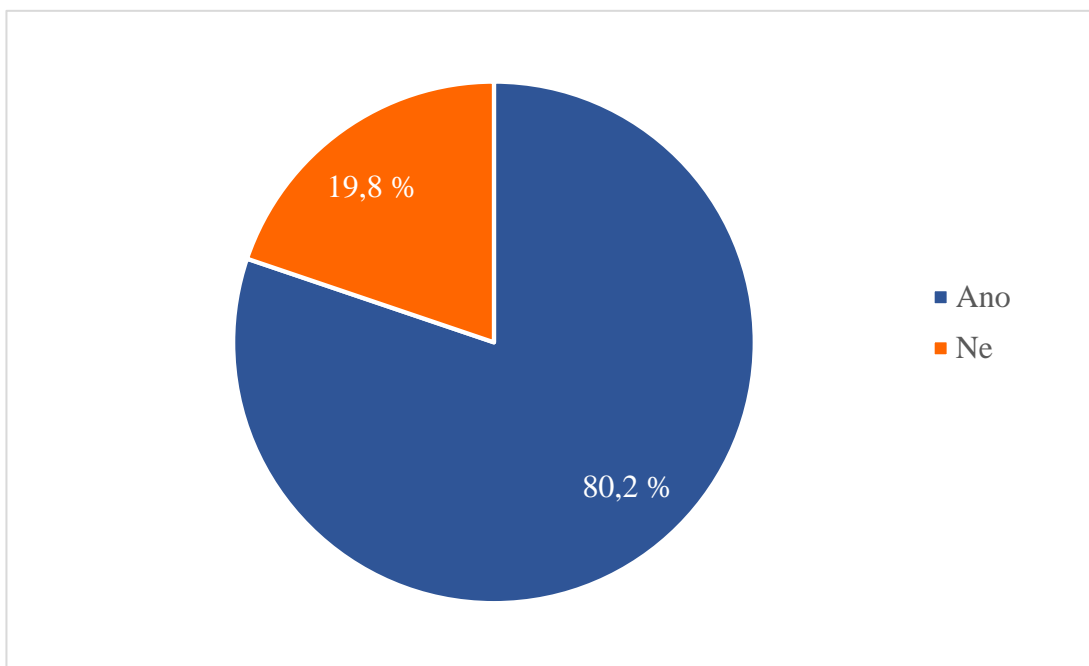
### 4.3 Vyhodnocení dotazníkového šetření

K vytvoření dotazníku byla zvolena webová stránka docs.google.com. Dotazník obsahoval 11 uzavřených otázek, které byly podány, tak aby doba vyplňování dotazníku byla co nejkratší. Dotazník byl zadán v období na přelomu května a června 2020 v on-line podobě na internetové stránce www.facebook.com. Na vyplnění se podílelo 131 respondentů a odpovědi byly následně vyhodnoceny formou grafů. Dotazníkového šetření se z celkového počtu 131 dotazovaných zúčastnilo 116 žen a 15 mužů. Největší zastoupení bylo ve věkové hranici mezi 20-40 lety (79 respondentů), nejčastější vzdělání bylo střední vzdělání s maturitní zkouškou (57 respondentů). Získávání dat probíhalo v časovém rozmezí jednoho týdne, data byla následně zhodnocena formou grafů s příslušným komentářem. Dotazník se nachází v příloze č.1.

Cíle dotazníku:

1. Získat náhled na problematiku bezlepkového pečiva v rámci osob trpících celiakií nebo jinými poruchami trávení lepku v porovnání se zdravými jedinci.
2. Provéřit znalosti konzumentů pečiva v oblasti přídatných a obohacujících látek
3. Zjistit jaké jsou preference a znalosti respondentů ohledně pečiva.

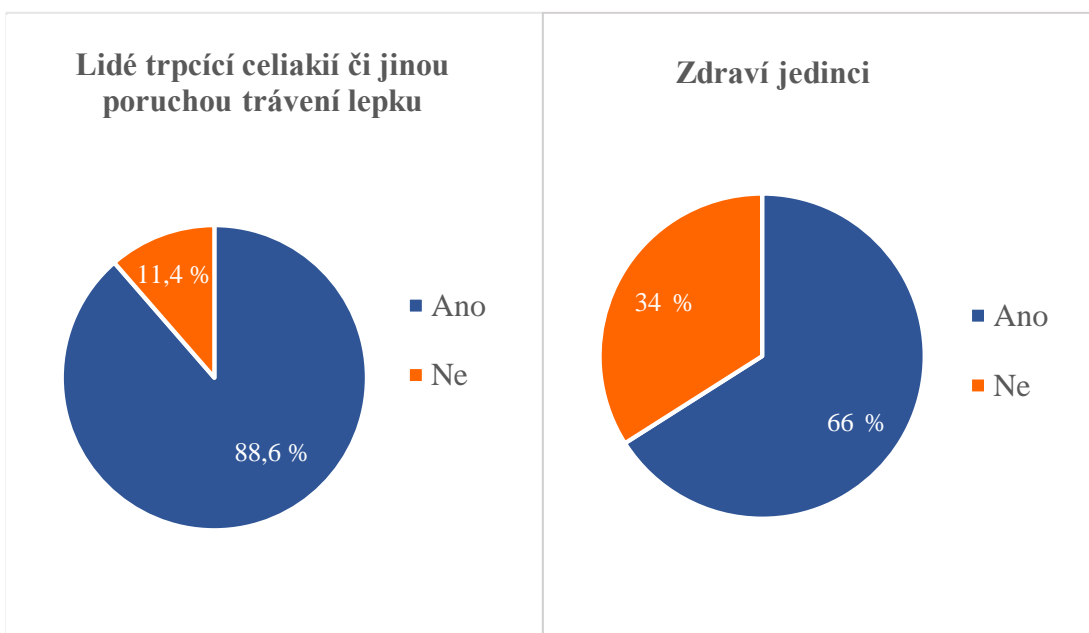
**Otázka č.1** Četnost odpovědí (%) na otázku „Zajímáte se o složení Vámi konzumovaných pekařských výrobků?“ (n=131)



Graf 3 Zájem o složení pekařských výrobků

Zdroj: Vlastní výzkum

Z grafu zobrazujícím četnost zájmu spotřebitelů o složení pekařských výrobků vyplývá, že 80,2 % dotázaných respondentů sleduje složení konzumovaných pekařských výrobků a 19,8 % dotázaných nikoli.



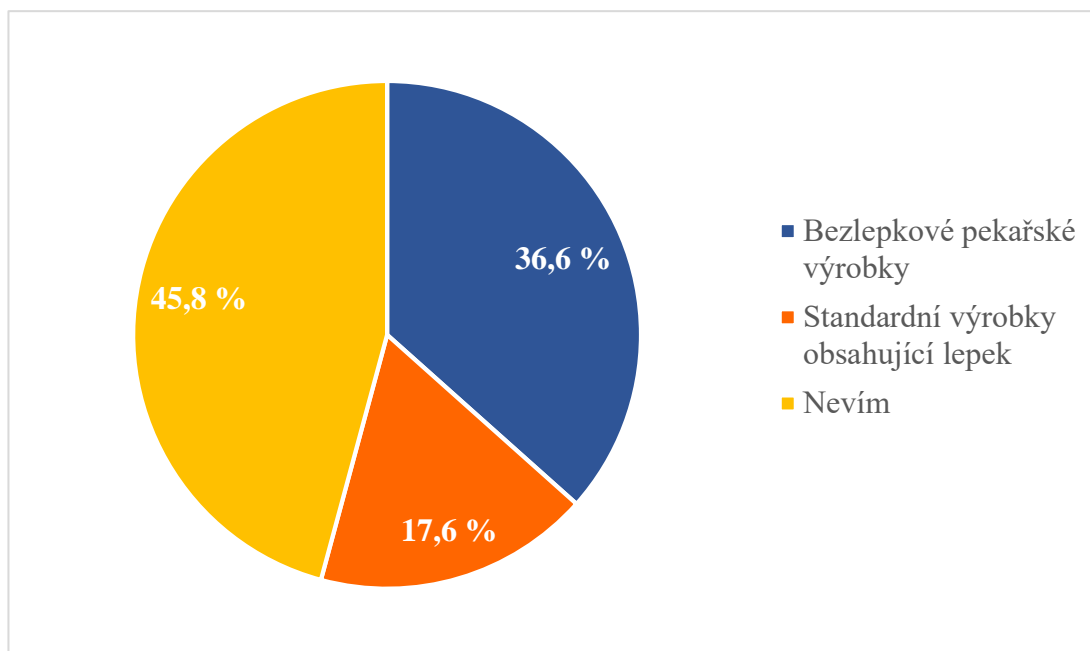
Graf 4 Zájem o složení pekařských výrobků dle zdravotního stavu

Zdroj: Vlastní výzkum

Jiné rozložení výsledků nastává, je-li soubor odpovědí rozložen na konzumenty trpící celiakií či jinou poruchou trávení lepku a na zdravé jedince.

Téměř 90 % tázaných osob trpících celiakií či jinou poruchou trávení lepku, má zájem o složení konzumovaných pekařských výrobků. U zdravých jedinců je zájem o složení konzumovaných pekařských výrobků dle výsledků dotazníkového šetření výrazně nižší, pohybuje se kolem 66 %. Tento výsledek je pochopitelný, lze ho vysvětlit nízkou nutriční hodnotou a značným množstvím aditiv v bezlepkovém pečivu dostupném v běžné tržní síti. Výsledky tedy logicky odpovídají skutečnosti, že sledováním složení potravinářských výrobků eliminují osoby trpící poruchou trávení lepku projevy jejich nemoci. SATURNI A KOL. (2010) uvádějí, že je u průmyslově zpracovaných bezlepkových produktů v běžné tržní síti prokázána vyšší hladina tuků, cukrů a solí. Dle BOONSANSAARDA (2016) se spotřebitelé, kteří vyhledávají nutričně významné pekařské výrobky zaměřují na výrobky s nízkým obsahem tuku a cukru.

**Otázka č.2** Četnost odpovědí (%) na otázku „Víte, která z uvedených variant obsahuje vyšší množství aditiv?“ (n=131)

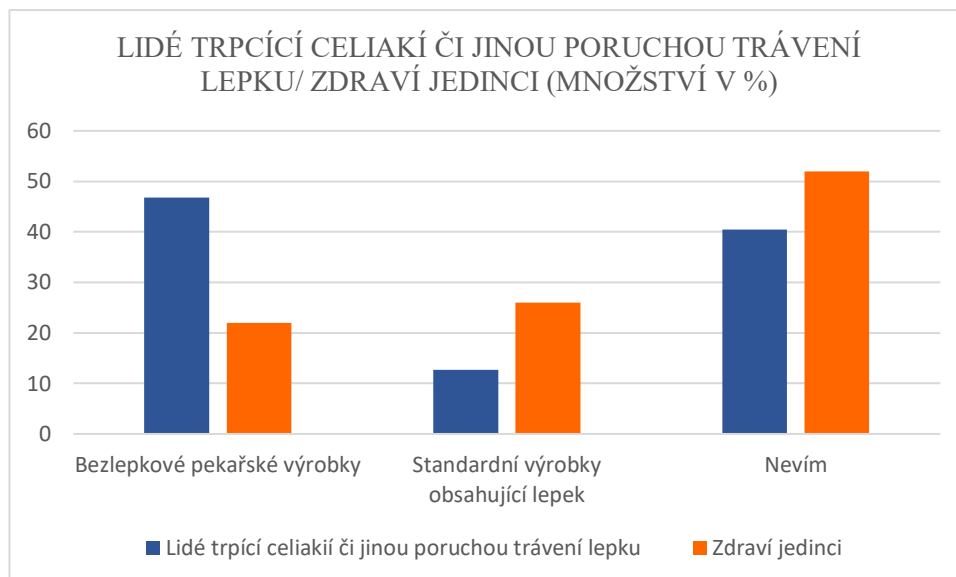


Graf 5 Aditiva v pekařských výrobcích

Zdroj: Vlastní výzkum

Správnou odpověď, tedy bezlepkové pekařské výrobky zvolilo 48 (36,6 %) respondentů. Vyšší množství aditiv u standardních pekařských výrobků obsahujících lepek zvolilo 23 (17,6 %) dotazovaných a 60 (45,8 %) osob uvedlo že neví, která z těchto variant obsahuje vyšší množství aditiv.

Důvodem vyššího množství aditiv v bezlepkových pekařských výrobcích je snaha o náhradu lepku. WANG A KOL. (2017) uvádějí, že aditiva se v bezlepkovém chlebu používají se záměrem zlepšit reologické vlastnosti a kvalitu chleba. Dle SALEHI (2019) jsou aditiva přidávána do bezlepkového pečiva proto, aby bylo dosaženo požadované kvality výsledného produktu. WANG A KOL. (2018) popisují aditiva jako látky, které jsou schopné napodobit viskoelastické vlastnosti lepku a kvalitu, vzhled i sensorické vlastnosti hotových výrobků. Dle DUDKA (2018) je seznam aditiv, která slouží jako imitace lepku většinou delší právě u bezlepkového pečiva.



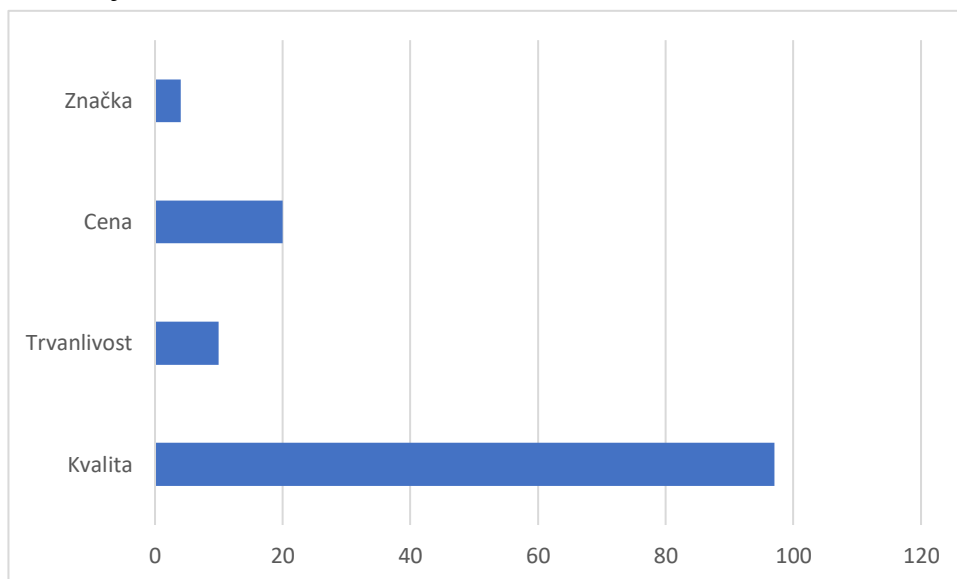
Graf 6 Množství aditiv v pekařských výrobcích, odpovědi dle zdravotního stavu

Zdroj: Vlastní výzkum

Graf č.6 poskytuje náhled na znalost množství aditiv v pekařských výrobcích v závislosti na zdravotním stavu respondentů. Nejvyšší počet správných odpovědí 37 (46,8 %) byl zaznamenán u osob trpících celiakií či jinou poruchou trávení lepku. U zdravých jedinců byla správná odpověď, tedy bezlepkové pekařské výrobky zvolena pouze 11 (22 %) respondenty. Velká část dotázaných označila odpověď neví, konkrétně pak 26 (52 %) zdravých jedinců a 32 (40,5 %) osob s poruchou trávení lepku, celiaků či osob trpících jinou poruchou trávení lepku.

Znalost množství aditiv v pekařských výrobcích dle nejvyššího dosaženého vzdělání dopadla u respondentů následovně. Nejpočetnější skupinu 57 respondentů zde tvoří osoby s ukončeným středním vzděláním s maturitní zkouškou. Druhou nejpočetnější skupinu 55 osob zastupují respondenti s ukončeným vysokoškolským vzděláním, tyto dvě skupiny dohromady tvoří 86 % všech dotázaných. Třetí nejzastoupenější skupinou jsou osoby se středním vzděláním s výučním listem v počtu 11 respondentů. Nejvyšší počet správných odpovědí 25 (45,5 %) označili respondenti s vysokoškolským vzděláním, kteří zároveň také ve 22 (40 %) případech uvedli, že neví, která z uvedených variant obsahuje vyšší množství aditiv. Respondenti s maturitní zkouškou označili správně bezlepkové pekařské výrobky pouze v počtu 18 (31,6 %) odpovědí, jejich nejčastější volbou byla odpověď neví, a to u 32 (65,1 %) respondentů. Standardní výrobky obsahující lepek označilo nesprávně 6 (54,5 %) dotázaných respondentů s výučním listem.

**Otázka č.3** Četnost odpovědí (%) na otázku „Co je pro Vás při výběru pečiva rozhodující?“ (n=131)



Graf 7 Rozhodující faktor při výběru pečiva

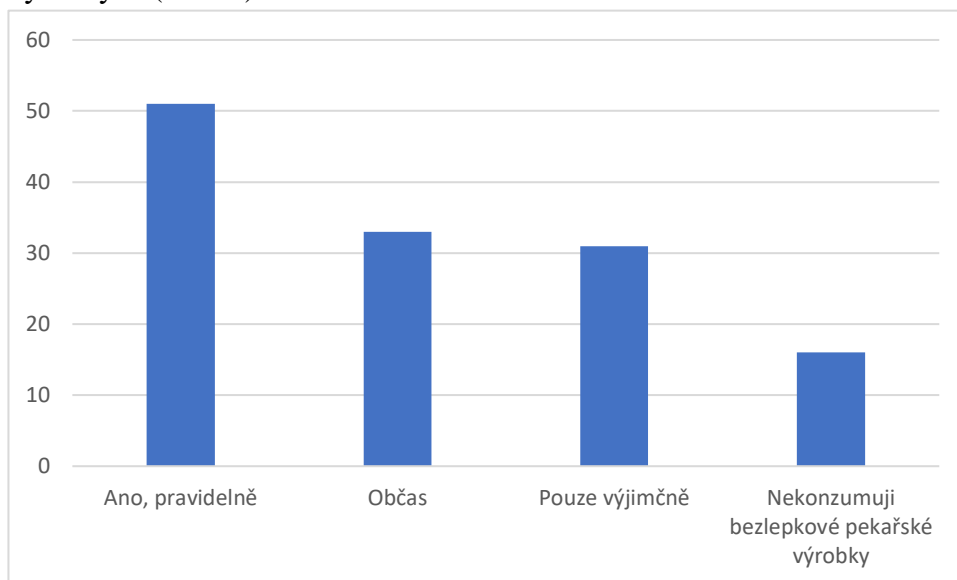
Zdroj: Vlastní výzkum

Rozhodujícím faktorem při výběru pečiva je u dotázaných respondentů jednoznačně kvalita, kterou označilo 97 (74 %) respondentů. U ostatních variant nedocházelo k větším rozdílům v počtu odpovědí, 20 (15,3 %) dotázaných uvedlo, že je pro ně při nákupu pečiva rozhodující cena, u 10 (7,6 %) je to trvanlivost a pouze pro 4 (3,1 %) respondenty je rozhodující značka výrobku.

Dle výsledků dotazníkového šetření se zaměřením na návyky spotřebitelů v konzumaci bezlepkového chleba uvádějí CSAPÓNÉ RISKÓ A KOL. (2017), že hlavním důvodem domácího pečení bezlepkového chleba je především nespokojenost s kvalitou chleba dostupného na trhu a vysoké náklady. V této studii je také uvedeno, že většina respondentů a to kolem 60 % je věrná jedné osvědčené značce pečiva. Dle průzkumu NAGYOVÉ A KOL. (2014) jsou nejdůležitější kritéria při nákupu pekařských výrobků cena, kvalita a čerstvost. Jako méně důležité pak považují tito respondenti složení a barvu pekařských výrobků. BOONSANSAARD (2016) ve své studii uvádí jako nejvlivnější faktor při nákupu pečiva u dotázaných respondentů vysoce kvalitní ingredience a chuť.



**Otázka č.4** Četnost odpovědí (%) na otázku „Konzumujete bezlepkové pekařské výrobky?“ (n=131)

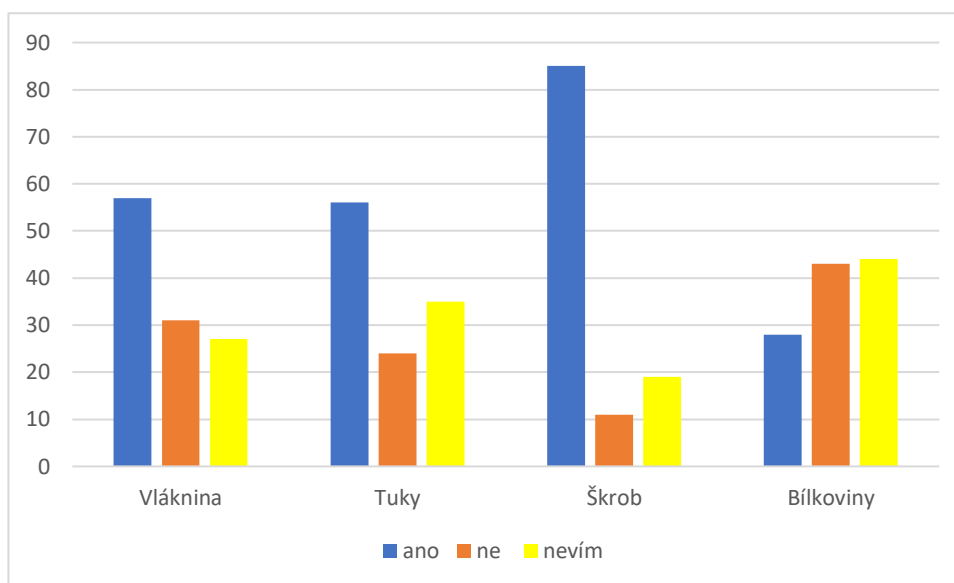


Graf 8 Konzumace bezlepkových pekařských výrobků

Zdroj: Vlastní výzkum

Ze vzorku dotázaných osob konzumuje bezlepkové pekařské výrobky pravidelně 51 (38,9 %) osob, občas 33 (25,2 %) a pouze výjimečně 31 (23,7 %) osob. Možnost nulové konzumace bezlepkových pekařských výrobků zvolilo 16 (12,2 %) tázaných osob.

**Otázka č.5** Četnost odpovědí (%) na otázku „Víte, které z těchto látek jsou zastoupeny v běžném bezlepkovém pečivu ve vyšším množství (odpovězte ano) a které nikoliv (odpovězte ne)?“ (n=131)?



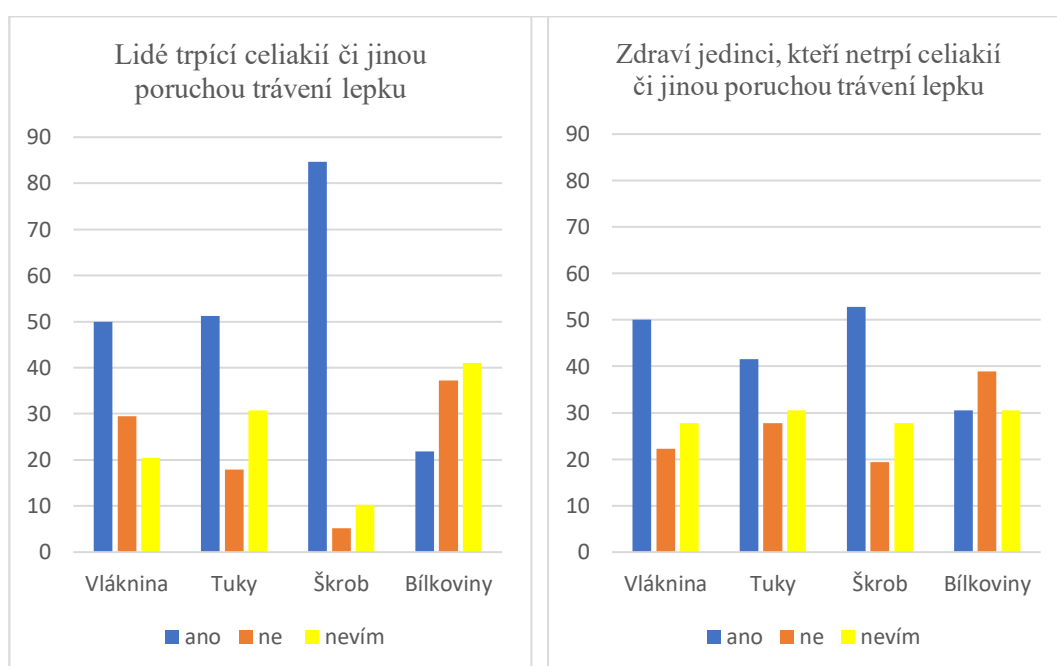
Graf 9 Zastoupení látek v bezlepkovém pečivu

Zdroj: Vlastní výzkum

Na otázku č.5 odpovídalo pouze 115 respondentů, kteří v přechodí otázce odpověděli kladně tzn., že konzumují bezlepkové pekařské výrobky, ať už pravidelně, občas nebo výjimečně. Až 85 (73,9 %) respondentů označilo správně možnost, že v bezlepkovém pečivu je vyšší množství škrobu a 56 (48,7 %) respondentů uvedlo jako správnou odpověď také vyšší množství tuku v bezlepkových pekařských výrobcích. Pokud jde o vlákninu, její zastoupení závisí na složení bezlepkových pekařských výrobků. Běžné bezlepkové pekařské výrobky, které nejsou o vlákninu obohaceny ji obsahují v zanedbatelném množství. 57 (49,6 %) respondentů označilo vlákninu jako složku obsaženou v bezlepkovém pečivu ve vyšším množství. Bílkoviny uvedlo 43 (37,4 %) respondentů správně jako látku, která se v bezlepkovém pečivu nevyskytuje ve vyšším množství a téměř stejný počet respondentů 44 (38,3 %) označil u bílkovin odpověď nevím.

Dle SABANISE A KOL. (2009) má bezlepkové pečivo často nízké množství vlákniny, protože pšeničná mouka je nahrazena hlavně škroby, které obvykle nepřispívají ke zvýšení obsahu vlákniny. CAPRILES A AREAS (2014) se shodují na tom, že bezlepkové chleby vykazují často nižší úroveň vlákniny a mikroživin ve srovnání s produkty s lepkem, protože obecně většinou nejsou obohaceny.

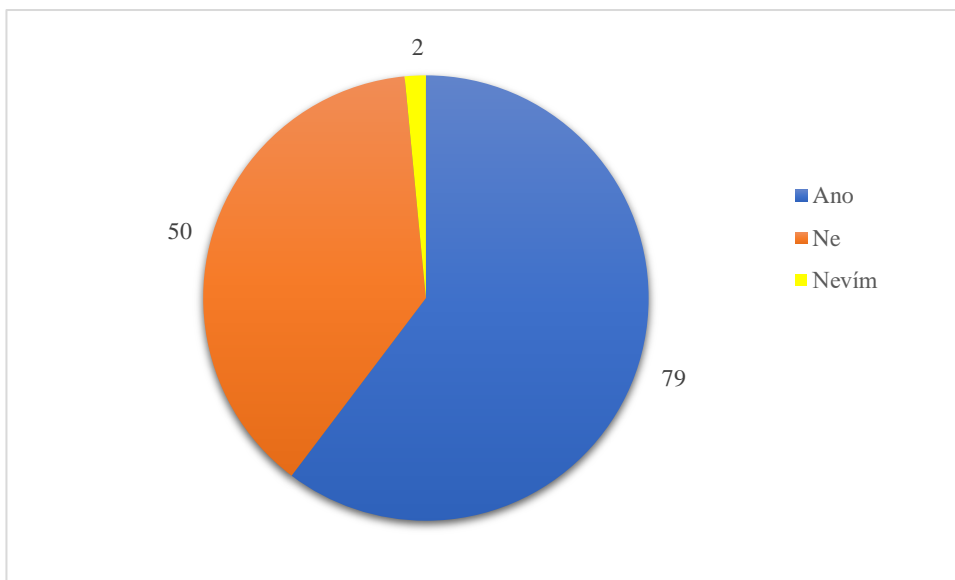
MELINI A MELINI (2018) poukazují na fakt, že bezlepkový chléb obsahuje většinou více tuku. Dle DUDKA (2018) nahrazují výrobci pšenici v bezlepkovém pečivu tukem a cukrem, aby získali srovnatelnou chuť se standardním pečivem. ALLEN A ORFILA (2018) ve své studii uvádějí, že bezlepkový chléb obsahuje vyšší množství tuků a nižší obsah bílkovin oproti pečivu s lepem. Dle WATSONA A KOL. (2017) patří škroby mezi základní složky pro výrobu bezlepkového pečiva. MATOS SEGURA A ROSELL (2011) ve své studii hodnotí bezlepkové pečivo jako škrobnaté potraviny, které poskytují nízký příspěvek k referenčnímu dennímu příjmu bílkovin. Dle MISSBACHA A KOL. (2015) je obsah bílkovin u zkoumaných vzorků výrazně nižší u potravin bez lepku oproti potravinám obsahujících lepek.



Graf 10 Zastoupení látek v bezlepkovém pečivu, vzhledem ke zdravotnímu stavu  
Zdroj: Vlastní výzkum

Z grafu výše je patrné, že 67 (84,6 %) dotázaných, kteří trpí poruchou trávení lepku označilo škrob jako složku vyskytující se v bezlepkovém pečivu ve vyšším množství, stejnou odpověď zvolilo pouze 26 (53 %) zdravých jedinců. Značná shoda byla zaznamenána u vlákniny a tuků, zdraví jedinci uvedli vlákninu jako látku zastoupenou v bezlepkovém pečivu ve vyšším množství v 25 (50 %) případech a tuky ve 21 (42 %) odpovědích. Z druhé skupiny označilo vlákninu v tomto bodě 40 (50 %) a tuky 41 (52 %) respondentů. Obdobný trend výsledků lze sledovat v grafu č.5, kdy častěji správně odpověděli také respondenti, pro které je sledování údajů na potravinách, vzhledem k jejich zdravotnímu stavu nutností.

**Otázka č.6** Četnost odpovědí (%) na otázku „Trpíte celiakií nebo jinými poruchami trávení lepku?“ (n=131)

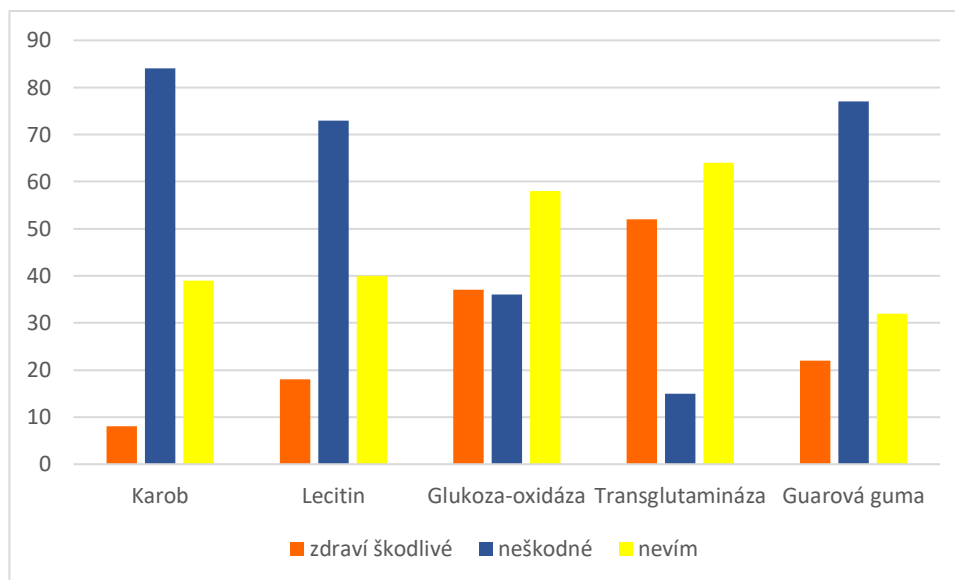


Graf 11 Lidé trpící celiakií či jinými poruchami trávení lepku a zdraví jedinci

Zdroj: Vlastní výzkum

Respondenti trpící celiakií či jinou poruchou trávení lepku byli zastoupeni v počtu 79 (60,3 %). Zdraví jedinci, kteří netrpí žádnou takovou poruchou se na vyplnění dotazníku podíleli v počtu 50 (38,2 %) osob a 2 (1,5 %) respondenti si nebyli jistí, zda trpí celiakií či jinou poruchou trávení lepku.

**Otázka č.7** Četnost odpovědí (%) na otázku „Víte, které z těchto přídatných látek jsou pro lidské zdraví neškodné a které jsou méně vhodné, až zdraví škodlivé?“ (n=131)



Graf 12 Škodlivé a neškodné přídatné látky

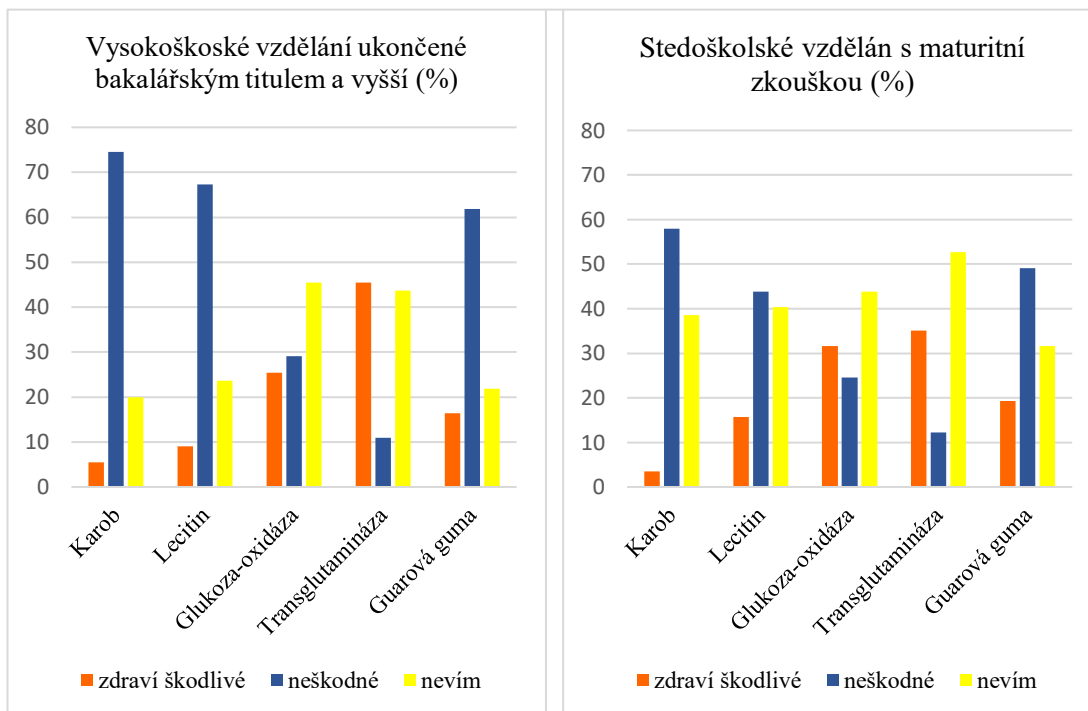
Zdroj: Vlastní výzkum

Správně byla jako škodlivá u respondentů s nejvyšším počtem odpovědí 52 (39,7 %) označena transglutamináza, stejně tak byla s druhým nevyšším počtem odpovědí 37 (28,2 %) jako škodlivá správně označena glukóza – oxidáza, kterou však 36 respondentů považovalo nesprávně také jako neškodnou. Právem byl jako neškodný označován nejčastěji karob v 110 (84 %) případech, guarová guma 77 (58,8 %) odpovědí a lecitin 73 (55,7 %) odpovědí.

AMIRDIVANI A KOL (2018) uvádějí, že transglutaminázu je zodpovědná za některá neurodegenerativní onemocnění, jako je Alzheimerova choroba a Huntingova choroba. LERNER A MATTHIAS (2020) ze svého vědeckého pozorování konstatují nežádoucí účinky transglutaminázy na lidské zdraví.

Dle SILANO A KOL. (2018) může glukóza-oxidáza vyvolat alergickou reakci, ale pravděpodobnost je velmi nízká. Lecitin je veden jako zdravotně neškodné aditivum. MORTENSEN A KOL. (2017) v závislosti na koncepčním rámci pro posuzování rizik některých potravinářských přídatných látek došli k závěru, že neexistují žádné bezpečnostní obavy pro použití lecitinů jako potravinářských přídatných látek. Také FIUME (2001) popisuje lecitin jako netoxickou, bezpečnou látku. Dle MORTENSEN A KOL. (2017) nepředstavuje použití karobu, jako přídatné látky žádné riziko. SLIMÁKOVÁ (2010) také konstatuje, že nejsou známy nežádoucí účinky karobu, a proto je považován za bezpečnou látku.

GABROVSKÁ A KOL. (2018) popisují guarovou gumu jako bezpečnou látku, která může být pro lidský organismus prospěšná.

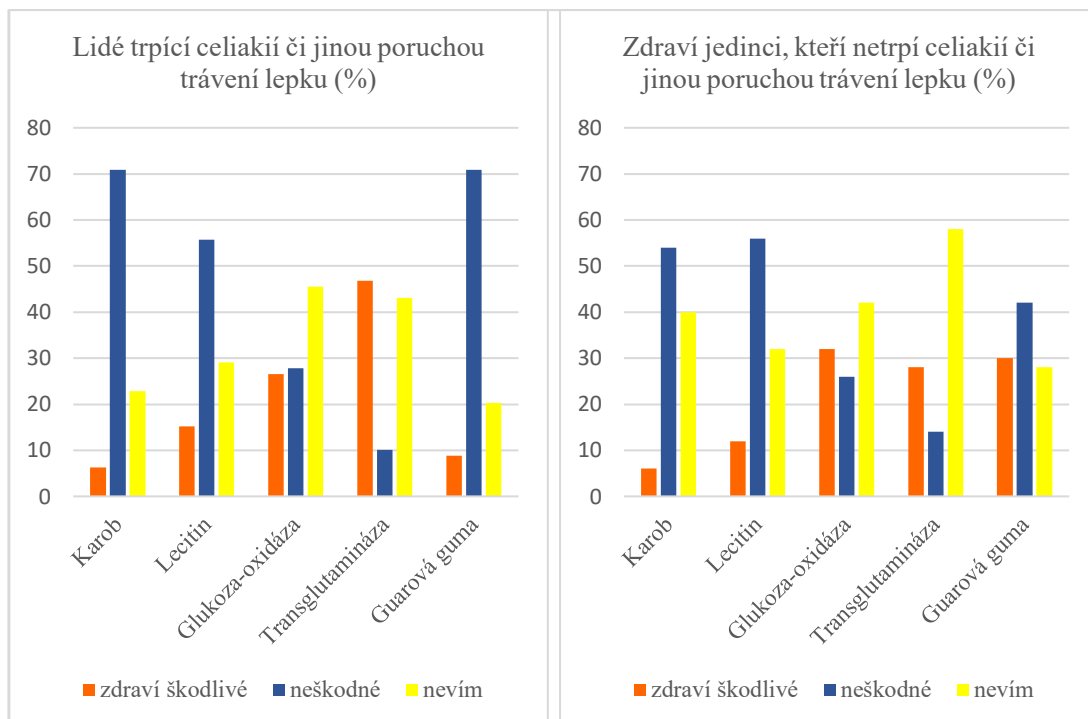


Graf 13 Škodlivé a neškodné přídatné látky dle dosaženého vzdělání

Zdroj: Vlastní výzkum

V grafu č.13 jsou porovnány odpovědi v závislosti na dosaženém vzdělání. Do grafu byly zahrnuty pouze 2 nejpočetnější skupiny, které společně dosahovaly 112 (86 %) všech odpovědí. Respondenti s vysokoškolským vzděláním zařadili v počtu 41 (75 %) odpovědí karob správně jako neškodnou přídatnou látku. U respondentů s maturitní zkouškou byl karob jako neškodný volen méně často, a to pouze u 33 (58 %) osob.

Stejně tak zařadili vysokoškolsky vzdělaní respondenti Lecitin správně jako neškodnou látku v počtu 37 (67 %) odpovědí, kdežto u druhé skupiny uvedlo lecitin jako neškodnou látku pouze 25 (44 %) oslovených. Naopak jako škodlivá látka byla u obou skupin nejčastěji volena právem transglutamináza.

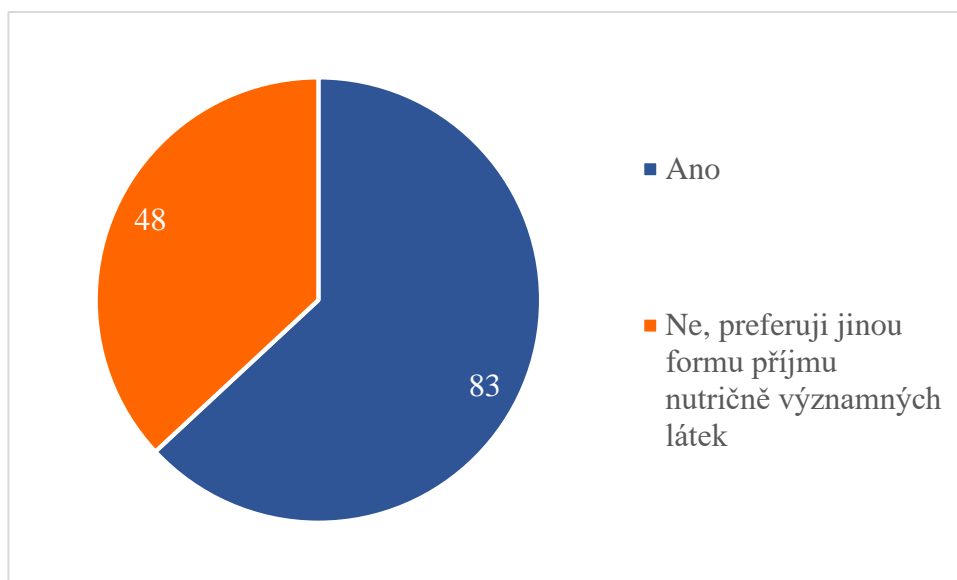


Graf 14 Škodlivé a neškodné přídavné látky, dle zdravotního stavu  
Zdroj: Vlastní výzkum

Graf č. 14 znázorňuje rozdílné odpovědi v závislosti na zdravotním stavu respondentů. Karob byl u 56 (71 %) respondentů s poruchou trávení lepku správně zařazen mezi neškodné přídavné látky. U zdravých jedinců byl karob označen jako neškodný v menším poměru, a to u 27 (54 %) dotázaných.

Dále je z grafu patrné, že 37 (47 %) respondentů s poruchou trávení lepku zařadilo transglutaminázu mezi zdraví škodlivé přídavné látky, kdežto u zdravých jedinců tuto odpověď uvedlo pouze 14 (28 %) dotázaných. Znatelný rozdíl je patrný také v případě guarové gumy, ta je u 56 (71 %) respondentů trpících poruchou trávení lepku považována za neškodnou přídavnou látku, u zdravých jedinců je jako neškodná považována pouze u 21 (42 %) dotázaných.

**Otázka č.8** Četnost odpovědí (%) na otázku „Byli byste ochotni vynaložit vyšší náklady za fortifikovaný nutričně významný pekařský výrobek?“ (n=131)



Graf 15 Fortifikovaný pekařský výrobek

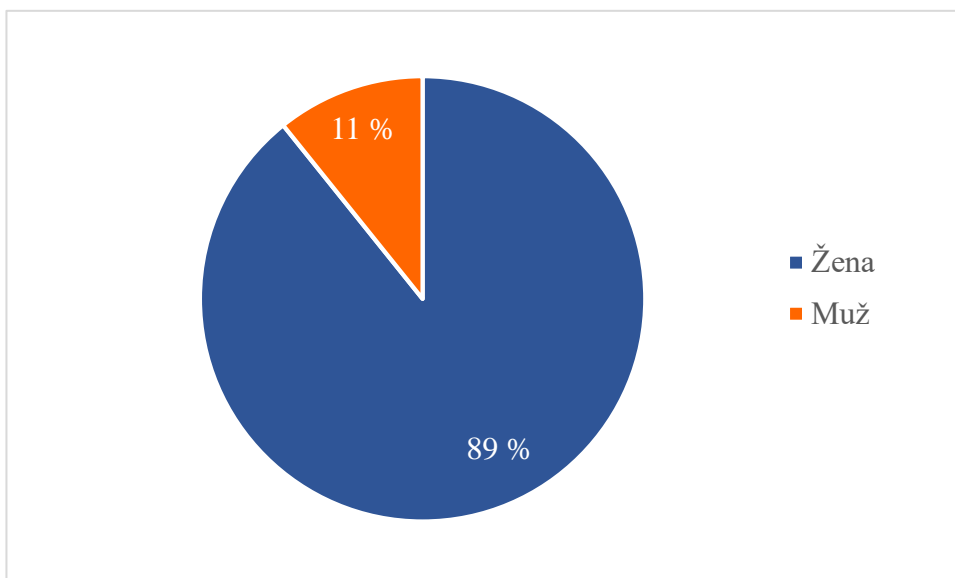
Zdroj: Vlastní výzkum

Z celkového počtu 131 respondentů by bylo 83 (63,4 %) respondentů ochotno vynaložit vyšší náklady za nutričně obohacený pekařský výrobek, 48 (36,6 %) dotázaných dává naopak přednost jiné formě příjmu nutričně významných látek.

KHANNA (2016) ve svém dotazníkovém šetření uvádí, že nutriční hodnota pečiva je důležitou položkou v rámci produktové politiky. Dle BOONSANSAARDA (2016) jsou zdravé obohacené pekařské výrobky stále populárnější. Někteří konzumenti však tyto pekařské výrobky nezařazují do jídelníčku častěji, z důvodu vysokých nákladů a nežádoucího vzhledu.



**Otázka č.9** Četnost odpovědí (%) na otázku „Pohlaví?“ (n=131)

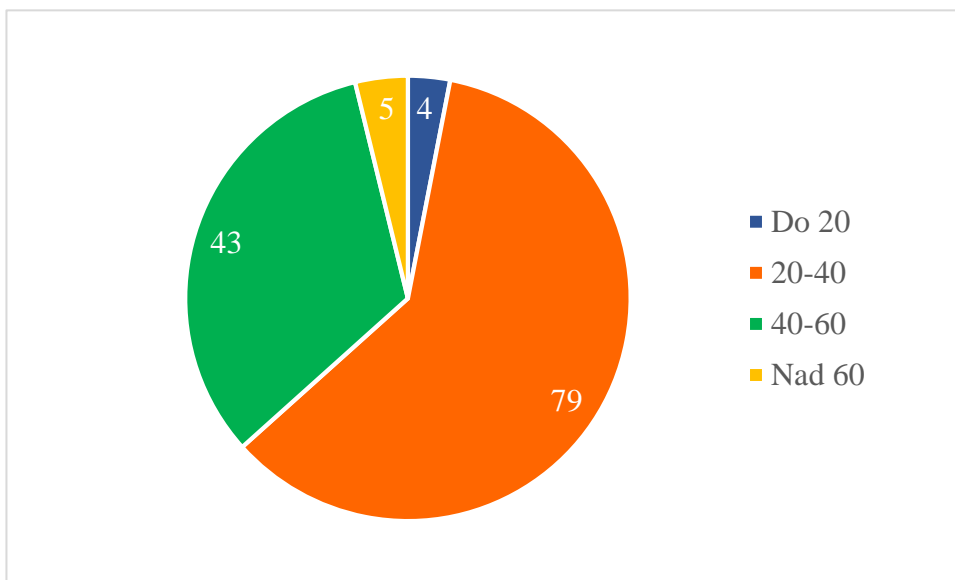


Graf 16 Pohlaví

Zdroj: Vlastní výzkum

Z celkového počtu 131 respondentů převažovaly ženy, jejich počet byl 116.

**Otázka č.10** Četnost odpovědí na otázku „Věk?“ (n=131)

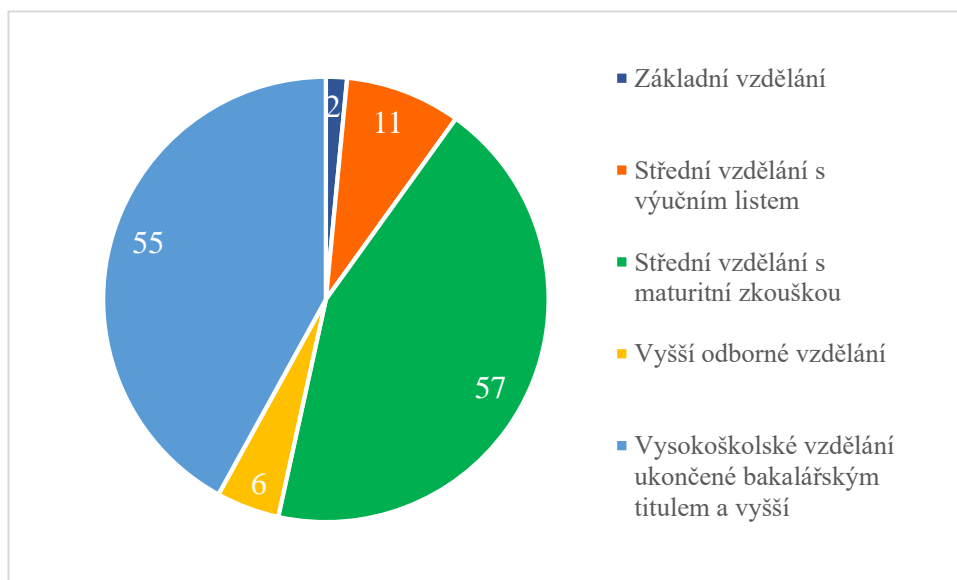


Graf 17 Věk

Zdroj: Vlastní výzkum

Největší věkovou skupinu tvořili respondenti ve věku 20-40 let, druhou početně významnou skupinou byli respondenti mezi 40-60 lety.

**Otázka č. 11** Četnost odpovědí na otázku „Jaké je Vaše nejvyšší dosažené vzdělání?“  
(n=131)



Graf 18 Vzdělání

Zdroj: Vlastní výzkum

Poměr respondentů se středním vzděláním s maturitou a vysokoškolským vzděláním byl téměř totožný, šlo o nejpočetnější skupiny. Zbylé úrovně vzdělání tvořily menší podíl na celkovém počtu dotázaných.

## 5 Závěr

Cílem této práce bylo zjistit vliv vhodných přídatných látek na zvýšení biologické hodnoty a případné strukturní změny výsledného produktu.

V práci jsou uvedeny dvě inovované receptury, každý vzorek chleba byl tedy obohaten pouze o jednu přídatnou látku. V prvním pečícím pokusu byla přídatnou složkou zápara, druhý vzorek byl obohaten o konopnou mouku. Údaje byly získány prostřednictvím analýzy stárnutí pečiva, tedy měřením vzorků chleba na texturometru. Data byla dále zpracována do tabulek a vyhodnocena pomocí grafů znázorňujících průběh tvrdnutí jednotlivých vzorků chleba s příslušnou obohacující složkou. U obou vzorků chleba, zejména pak v případě zápary, byl zjištěn pozitivní účinek na zpomalení procesu tvrdnutí chleba, který navíc získal zajímavější strukturu a atraktivnější vzhled. Vzhledem k tomu, že trvanlivost představuje u bezlepkového pečiva jeden z největších problémů, je toto zjištění přínosem a může pomoci při vývoji nových receptur, které kladou větší důraz na nutriční hodnotu a prodloužení trvanlivosti bezlepkového pečiva, bez nutnosti přidavku zdraví škodlivých přídatných látek. V práci jsou dále zohledněny různé způsoby skladování bezlepkových chlebů, což jistým způsobem rozšířilo cíle práce, vzhledem k tomu, jak velký vliv mají skladovací podmínky na uchování bezlepkového chleba.

Inovované bezlepkové chleby obohacené o příslušnou přídatnou látku nebyly vzhledem k náhlé složité situaci a opatřením ohledně onemocnění covid 19 podrobeny hodnocení sensorické jakosti. Tento krok byl nahrazen dotazníkovým šetřením, které se zabývalo zájmem konzumentů o složení pekařských výrobků. Výsledky vyhodnocení dotazníků poukazují na vyšší znalosti o složení bezlepkových pekařských výrobků a bezpečnosti příslušných aditiv u respondentů trpících celiakií či jinou poruchou trávení lepku oproti zdravým jedincům. Současně bylo také zjištěno, že větší část dotázaných respondentů neklade důraz na složení konzumovaných pekařských výrobků. Tyto výsledky mohou být nápomocné k lepší orientaci ve vztahu výrobců či producentů vůči potenciálním zákazníkům.

Nabízí se také možnost rozšíření práce o sledování účinku různého poměru daných obohacujících složek na kvalitu bezlepkového pečiva, či zkoumání vlivu různých skladovacích podmínek na kvalitu bezlepkového pečiva.

## Seznam použité literatury

ALLEN, Beatrice a Caroline ORFILA. The Availability and Nutritional Adequacy of Gluten-Free Bread and Pasta. *Nutrients*. 2018, **10**(10) [cit. 2020-06-16]. DOI: 10.3390/nu10101370. ISSN 2072-6643.

AMIRDIVANI, Shabboo, Nasim KHORSHIDIAN, Marina FIDELIS, Daniel GRANATO, Mohammad Reza KOUSHKI, Mehrdad MOHAMMADI, Khadijeh KHOSHTINAT a Amir Mohammad MORTAZAVIAN. Effects of transglutaminase on health properties of food products. *Current Opinion in Food Science*. 2018, **22**, 74-80 [cit. 2020-06-16]. DOI: 10.1016/j.cofs.2018.01.008. ISSN 22147993.

BABIČKA, Luboš. *Přídavné látky v potravinách: publikace České technologické platformy pro potraviny*. Praha: Potravinářská komora České republiky, Česká technologická platforma pro potraviny, 2012. [cit. 2019-11-02]. ISBN 978-80-905096-3-4.

BĀDĀRĀU, Carmen Liliana, Livia APOSTOL a Laura MIHĂILĂ. Effects of Hemp Flour, Seeds And Oil Additions on Bread Quality. *Journal of Engineering Research and Application*. 2018, **8**(5), 73-78. DOI: 10.9790/9622-0805037378. [cit. 2019-11-02]. ISSN 2248-9622.

BAI, Julio C., Michael FRIED, Gino R. CORAZZA, et al. World Gastroenterology Organisation Global Guidelines on Celiac Disease. *Journal of Clinical Gastroenterology* [online]. 2013, **47**(2), 121-126 [cit. 2020-06-18]. DOI: 10.1097/MCG.0b013e31827a6f83. ISSN 0192-0790.

BENEŠOVÁ, Luisa, Ladislav FINK, Alexandra KVASNIČKOVÁ, Olga KOPÁČKOVÁ, Ivana LEPEŠKOVÁ, Ctibor PERLÍN, Marie POHLOVÁ a Alžběta VLKOVÁ. *POTRAVINÁŘSTVÍ VI*. Praha: ÚZPI Praha, 2000. [cit. 2019-11-02]. ISBN 80-7271-003-6.

BIESIEKIERSKI, Jessica R. What is gluten? *Journal of Gastroenterology and Hepatology*. 2017, **32**, 78-81 [cit. 2019-11-02]. DOI: 10.1111/jgh.13703. ISSN 08159319.

BORHADE S.S. (2013): Chemical composition and characterization of hemp (*Cannabis sativa*) seed oil and essential fatty acids by HPLC method. *Scholars Research Library*, 5 (1):5–8. [cit. 2019-12-21]. ISSN 0975-508X.

BORŮVKOVÁ, Jana. *Základy statistiky: dotazníkové šetření: studijní text*. Jihlava: Vysoká škola polytechnická Jihlava, 2013. [cit. 2020-03-02]. ISBN 978-80-87035-80-1.

CAIO, Giacomo, Umberto VOLTA, Anna SAPONE, Daniel A. LEFFLER, Roberto DE GIORGIO, Carlo CATASSI a Alessio FASANO. Celiac disease: a comprehensive current review. *BMC Medicine*. 2019, **17**(1) [cit. 2019-11-07]. DOI: 10.1186/s12916-019-1380-z. ISSN 1741-7015.

CALLAWAY, J. C. Hempseed as a nutritional resource: An overview. *Euphytica*. 2004, 140(1-2), 65-72 [cit. 2020-03-16]. DOI: 10.1007/s10681-004-4811-6. ISSN 0014-2336.

CAMPBELL, Clayton G. *Isbn: 92-9043-345-0: Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. 19. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, 1997. [cit. 2019-12-21]. ISBN 92-9043-345-0.

CAPRILES, Vanessa D. a José Alfredo G. ARÊAS. Novel Approaches in Gluten-Free Breadmaking: Interface between Food Science, Nutrition, and Health. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2014, **13**(5), 871-890 [cit. 2020-06-16]. DOI: 10.1111/1541-4337.12091. ISSN 15414337.

CLARINDO, Marcos Vinícius, Adriana Tomazzoni POSSEBON, Emylle Marlene SOLIGO, Hirofumi UYEDA, Roseli Terezinha RUARO a Julio Cesar EMPINOTTI. Dermatitis herpetiformis: pathophysiology, clinical presentation, diagnosis and treatment. *Anais Brasileiros de Dermatologia*. 2014, **89**(6), 865-877 [cit. 2019-11-08]. DOI: 10.1590/abd1806-4841.20142966. ISSN 0365-0596.

CODINĂ, Georgiana Gabriela, Andreea Roxana MARINEAC a Elena TODOSI-SĂNDULEAC. THE INFLUENCE OF LUPIN FLOUR ADDITION ON BREAD QUALITY. *Journal of Faculty of Food Engineering: Food and Environment Safety*. Suceava, Romania: Stefan cel Mare University, 13 th University Street, 720229, Suceava, Romania, 2016, (3), 216–226. [cit. 2019-12-21]. ISSN 2559-6381, 2068-6609.

CONTE, Paola. Technological and Nutritional Challenges, and Novelty in Gluten-Free Breadmaking: a Review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* [online]. 2019, **69**(1), 5-21 [cit. 2019-12-02]. DOI: 10.31883/pjfn-2019-0005. ISSN 12300322.

CORREIA, Paula M. R., Mariana F. FONSECA, Luís M. BATISTA a Raquel P. F. GUINÉ. Gluten-Free Bread: A Case Study. *Journal of Advanced Agricultural Technologies*. 2017, **4**(4), 340-344 [cit. 2019-11-11]. DOI: 10.18178/joaat.4.4.340-344. ISSN 2373423X.

CSAPÓNÉ RISKÓ, Tünde, Ádám PÉNTEK a Troy WIWCZAROSKI. BREAD CONSUMPTION HABITS IN THE GLUTEN FREE DIET. *Applied Studies in Agribusiness and Commerce*. 2017, **11**(3-4), 113-120 [cit. 2020-06-14]. DOI: 10.19041/APSTRACT/2017/3-4/16. ISSN 1789221X.

ČEPL, Jaroslav. *Máme rádi brambory: proč jsou brambory zdravé, jak je správně nakupovat i pěstovat, úspěšné projekty PRV a několik osvědčených receptů*. Praha: Ministerstvo zemědělství České republiky, 2012. [cit. 2019-12-21]. ISBN 978-80-7434-060-4.

DE LA HERA, Esther, María TALEGÓN, Pedro CABALLERO a Manuel GÓMEZ. Influence of maize flour particle size on gluten-free breadmaking. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2013, **93**(4), 924-932 [cit. 2020-01-28]. DOI: 10.1002/jsfa.5826. ISSN 00225142.

DE LAMO, Beatriz a Manuel GÓMEZ. Bread Enrichment with Oilseeds. A Review. *Foods*. 2018, **7**(11) [cit. 2020-06-12]. DOI: 10.3390/foods7110191. ISSN 2304-8158.

DEFERNE, J. L. a David W. PATE. Hemp seed oil: A source of valuable essential fatty acids. *Journal of the International Hemp Association 3(1): 1, 4-7*. 1996.

DOSTÁLOVÁ, Radmila, Jiří HORÁČEK, Pavel SKŘIVAN a Marcela SLUKOVÁ. *Obiloviny a luštěniny*. Praha: Sdružení českých spotřebitelů, z.ú., [2016]. Jak poznáme kvalitu? [cit. 2019-12-21]. ISBN 978-80-87719-35-0.

DOSTÁLOVÁ, Radmila. *Sója a výrobky ze sóji*. Praha: Sdružení českých spotřebitelů, z.ú., [2017]. Jak poznáme kvalitu? [cit. 2019-12-21]. ISBN 978-80-87719-57-2.

EL KHOURY, Dalia, Skye BALFOUR-DUCHARME a Iris J. JOYE. A Review on the Gluten-Free Diet: Technological and Nutritional Challenges. *Nutrients*. 2018, **10**(10) [cit. 2019-12-21]. DOI: 10.3390/nu10101410. ISSN 2072-6643.

FIUME.Z. Final Report on the Safety Assessment of Lecithin and Hydrogenated Lecithin. *International Journal of Toxicology*. 2001, **20**(1\_suppl), 21-45 [cit. 2020-06-17]. DOI: 10.1080/109158101750300937. ISSN 1091-5818.

FRIČ, Přemysl a Radan KEIL. Celiakie pro praxi. *Medicina pro praxi*. Praha: Solen, 2011, (9). [cit. 2019-12-21]. ISSN 1803-5310.

GABROVSKÁ, Dana, Ilona HÁLOVÁ a Diana CHRPOVÁ a kol. *Obiloviny v lidské výživě*. Praha: Potravinářská komora České republiky, Česká technologická platforma pro potraviny, 2015-. Publikace České technologické platformy pro potraviny. [cit. 2019-12-21]. ISBN 9788087250280.

GALLAGHER, E, T.R GORMLEY a E.K ARENDT. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in Food Science & Technology* [online]. 2004, **15**(3-4), 143-152 [cit. 2020-06-12]. DOI: 10.1016/j.tifs.2003.09.012. ISSN 09242244.

GARCIA, M.V. a M.V. COPPETI. Alternative methods for mould spoilage control in bread and bakery products. *International Food Research Journal*. Federal University of Santa Maria (UFSM), Roraima Avenue, n. 1000, Postal 97105-900 Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil, 2019, **26**(3), 737-749. ISSN 19854668.

GEBREMARIAM, Mekonnen Melaku, Martin ZARNKOW a Thomas BECKER. Teff (*Eragrostis tef*) as a raw material for malting, brewing and manufacturing of gluten-free foods and beverages: a review. *Journal of Food Science and Technology* [online]. 2014, **51**(11), 2881-2895 [cit. 2019-11-16]. DOI: 10.1007/s13197-012-0745-5. ISSN 0022-1155.

GUANDALINI, Stefano, Carol M. SHILSON, Lara FIELD a Kim KOELLER. *Jump Start Your Gluten-Free Diet!: Living with Celiac/Coeliac Disease & Gluten Intolerance*, The University of Chicago Celiac Disease Center. Chicago: Gluten Free Passport, 2013. ISBN 978-0-9830577-1-0.

GWIRTZ, Jeffrey A. a Maria Nieves GARCIA-CASAL. Processing maize flour and corn meal food products. *Annals of the New York Academy of Sciences* [online]. 2014, **1312**(1), 66-75 [cit. 2020-03-03]. DOI: 10.1111/nyas.12299. ISSN 00778923.



HADJIVASSILIOU, Marios, David D. SANDERS a Daniel P. AESCHLIMANN. Gluten-Related Disorders: Gluten Ataxia. *Digestive Diseases*. 2015, **33**(2), 264-268 [cit. 2019-11-08]. DOI: 10.1159/000369509. ISSN 0257-2753.

HAYAT, Imran, Asif AHMAD, Tariq MASUD, Anwaar AHMED a Shaukat BASHIR. Nutritional and Health Perspectives of Beans (*Phaseolus vulgaris* L.): An Overview. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2013, **54**(5), 580-592 [cit. 2019-11-28]. DOI: 10.1080/10408398.2011.596639. ISSN 1040-8398.

HOUBA, Miroslav, Miroslav HOCHMAN a Václav HOSNEDL. *Luskoviny: pěstování a užití*. České Budějovice: Kurent, 2009. [cit. 2020-06-12]. ISBN 978-80-87111-19-2.

HOUBEN, Andreas, Agnes HÖCHSTÖTTER a Thomas BECKER. Possibilities to increase the quality in gluten-free bread production: an overview. *European Food Research and Technology*. 2012, **235**(2), 195-208 [cit. 2020-06-12]. DOI: 10.1007/s00217-012-1720-0. ISSN 1438-2377.

HRUŠKOVÁ M., HEROUDKOVÁ K. (2015): Kvalita potravin a názorové hrátky: Potravinářské užití semene konopí setého. *Výživa a potraviny*, 70(3): 63-65. [cit. 2020-06-12]. ISSN 1211-846X

HRUŠKOVÁ, Marie a Ivan ŠVEC. Milička habešská (*Eragrostis tef*) a možnosti užití pro potravinářské účel. *Výživa a potraviny*. 2013, **68**(4), 106-108. [cit. 2020-05-28]. ISSN 1211-846X.

INGR, Ivo, Jan POKORNÝ a Helena VALENTOVÁ. *Senzorická analýza potravin*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1997. [cit. 2020-05-28]. ISBN 80-7157-283-7.

INGR, Ivo, Jan POKORNÝ a Helena VALENTOVÁ. *Senzorická analýza potravin*. Vyd. 2., nezměn. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007. [cit. 2020-05-28]. ISBN 978-80-7375-032-9.

JNAWALI, Prakriti, Vikas KUMAR a Beenu TANWAR. Celiac disease: Overview and considerations for development of gluten-free foods. *Food Science and Human Wellness*. 2016, **5**(4), 169-176 [cit. 2020-05-28]. DOI: 10.1016/j.fshw.2016.09.003. ISSN 22134530.

KHANNA, Dr. Virender. *A STUDY ON CONSUMERS BEHAVIOUR TOWARDS BAKERY PRODUCTS IN DELHI/NCR REGION*. Indian Federation of United Nations Associations, New Delhi, India, 2016 [cit. 2020-06-17]. ISBN 978-93-86171-13-9.

KLUNKLIN, Warinporn a Geoffrey SAVAGE. Biscuits: A Substitution of Wheat Flour with Purple Rice Flour. *Advances in Food Science and Engineering*. 2018, **2**(3) [cit. 2020-03-03]. DOI: 10.22606/afse.2018.23001. ISSN 25207091.

KORUS, Jarosław, Mariusz WITCZAK, Rafał ZIOBRO a Lesław JUSZCZAK. Hemp (*Cannabis sativa* subsp. *sativa*) flour and protein preparation as natural nutrients and structure forming agents in starch based gluten-free bread. *LWT*. 2017, **84**, 143-150 [cit. 2020-05-26]. DOI: 10.1016/j.lwt.2017.05.046. ISSN 00236438.

LERNER, Aaron a Torsten MATTHIAS. Processed Food Additive Microbial Transglutaminase and Its Cross-Linked Gliadin Complexes Are Potential Public Health Concerns in Celiac Disease. *International Journal of Molecular Sciences*. 2020, **21**(3) [cit. 2020-06-16]. DOI: 10.3390/ijms21031127. ISSN 1422-0067.

LITWINEK, Dorota, Rafał ZIOBRO, Halina GAMBUŚ a Marek SIKORA. Gluten Free Bread in a Diet of Celiacs. *International Journal of Celiac Disease*. 2014, **2**(1), 11-16 [cit. 2020-01-05]. DOI: 10.12691/ijcd-2-1-4. ISSN 2334-3427.

LUKIN, Aleksandr a Ksenia BITIUTSKIKH. ON POTENTIAL USE OF HEMP FLOUR IN BREAD PRODUCTION. *International Journal of Engineering Research and Applications*. Bulletin of the Transilvania University of Braşov, 2017, **10**(1). DOI: 10.9790/9622. ISSN 22489622.

MATOS SEGURA, María Estela a Cristina M. ROSELL. Chemical Composition and Starch Digestibility of Different Gluten-free Breads. *Plant Foods for Human Nutrition*. 2011, **66**(3), 224-230 [cit. 2020-06-16]. DOI: 10.1007/s11130-011-0244-2. ISSN 0921-9668.

MATOS, María E a Cristina M ROSELL. Understanding gluten-free dough for reaching breads with physical quality and nutritional balance. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2015, **95**(4), 653-661 [cit. 2019-12-03]. DOI: 10.1002/jsfa.6732. ISSN 00225142.

MELINI, Valentina a Francesca MELINI. Strategies to Extend Bread and GF Bread Shelf-Life: From Sourdough to Antimicrobial Active Packaging and Nanotechnology. *Fermentation*. 2018, **4**(1) [cit. 2019-11-29]. DOI: 10.3390/fermentation4010009. ISSN 2311-5637.

MENDES, Fernanda Berti Rocha, Aducto HISSA-ELIAN, Marilda Aparecida Milanez Morgado de ABREU a Virgínicia Scaff GONÇALVES. Review: dermatitis herpetiformis. *Anais Brasileiros de Dermatologia*. 2013, **88**(4), 594-599 [cit. 2019-11-08]. DOI: 10.1590/abd1806-4841.20131775. ISSN 0365-0596.

MESFIN, Wogayehu a A SHIMELIS. EFFECT OF SOYBEAN/CASSAVA FLOUR BLEND ON THE PROXIMATE COMPOSITION OF ETHIOPIAN TRADITIONAL BREAD PREPARED FROM QUALITY PROTEIN MAIZE. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*. 1Food Technology & Food Process Engineering Programme, Institute of Technology, Bahir Dar University, P.O.Box: 2203, Bahir Dar, Ethiopia: AFRICAN SCHOLARLY SCIENCE COMMUNICATIONS TRUST, 2013, **13**(4). ISSN 16845374.

MISSBACH, Benjamin, Lukas SCHWINGSHACKL, Alina BILLMANN, Aleksandra MYSTEK, Melanie HICKELSBERGER, Gregor BAUER a Jürgen KÖNIG. Gluten-free food database: the nutritional quality and cost of packaged gluten-free foods. *PeerJ*. 2015, **3** [cit. 2020-06-16]. DOI: 10.7717/peerj.1337. ISSN 2167-8359.

MORTENSEN, Alicja, Fernando AGUILAR, Riccardo CREBELLI, et al. Re-evaluation of locust bean gum (E 410) as a food additive. *EFSA Journal* [online]. 2017, **15**(1) [cit. 2020-06-17]. DOI: 10.2903/j.efsa.2017.4646. ISSN 18314732.

MOUDRÝ, Jan. *Alternativní plodiny*. Praha: Profi Press, 2011. [cit. 2020-05-28]. ISBN 978-80-86726-40-3.

MOUDRÝ, Jan. *Pohanka a proso*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2005. [cit. 2020-05-28]. ISBN 80-7271-162-8.

NAQASH, Farah, Asir GANI, Adil GANI a F.A. MASOODI. Gluten-free baking: Combating the challenges - A review. *Trends in Food Science & Technology*. 2017, **66**, 98-107 [cit. 2020-05-28]. DOI: 10.1016/j.tifs.2017.06.004. ISSN 09242244.

NILAND, Benjamin a Brooks D CASH. Health Benefits and Adverse Effects of a Gluten-Free Diet in Non-Celiac Disease Patients. *Gastroenterology and hepatology the independent peer reviewed journal*. 2018, (14(2), 82-91.

NISSEN, Lorenzo, Alessandra BORDONI a Andrea GIANOTTI. Shift of Volatile Organic Compounds (VOCs) in Gluten-Free Hemp-Enriched Sourdough Bread: A Metabolomic Approach. *Nutrients*. 2020, **12**(4) [cit. 2020-05-26]. DOI: 10.3390/nu12041050. ISSN 2072-6643.

ORTOLAN, Fernanda a Caroline Joy STEEL. Protein Characteristics that Affect the Quality of Vital Wheat Gluten to be Used in Baking: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2017, **16**(3), 369-381 [cit. 2019-11-02]. DOI: 10.1111/1541-4337.12259. ISSN 15414337.

POJIĆ, Milica, Tamara DAPČEVIĆ HADNAĐEV, Miroslav HADNAĐEV, Slađana RAKITA a Tea BRLEK. Bread Supplementation with Hemp Seed Cake: A By-Product of Hemp Oil Processing. *Journal of Food Quality*. 2015, **38**(6), 431-440 [cit. 2020-05-26]. DOI: 10.1111/jfq.12159. ISSN 01469428.

POKORNÝ, Jan, Zdeňka PANOVSKÁ a Helena VALENTOVÁ. *Senzorická analýza potravin*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1998. [cit. 2020-05-26]. ISBN 80-7080-329-0.

POKORNÝ, Jan. *Metody senzorické analýzy potravin a stanovení senzorické jakosti*. Vyd. 2. dopl. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997. [cit. 2020-05-26]. ISBN 80-85120-60-7.

POKORNÝ, Jan. *Metody senzorické analýzy potravin a stanovení senzorické jakosti*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1993. [cit. 2019-11-07]. ISBN 80-85120-34-8.

PRUGAR, Jaroslav. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, 2008. [cit. 2019-11-07]. ISBN 978-80-86576-28-2.

PŘÍHODA, Josef, Marcela SLUKOVÁ a Jaromír DŘÍZAL. *Chléb a pečivo*. Praha: Sdružení českých spotřebitelů pro Českou technologickou platformu pro potraviny, 2013. Jak poznáme kvalitu? [cit. 2019-11-07]. ISBN 978-80-87719-11-4.

PŘÍHODA, Josef, Marie HRUŠKOVÁ a Pavel SKŘIVAN. *Cereální chemie a technologie*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2003. [cit. 2019-11-07]. ISBN 80-7080-530-7.

RADLOVIC, Nedeljko. Celiac disease. *Srpski arhiv za celokupno lekarstvo* [online]. 2013, **141**(1-2), 122-126 [cit. 2019-11-07]. DOI: 10.2298/SARH1302122R. ISSN 0370-8179.

RANUM, Peter, Juan Pablo PEÑA-ROSAS a Maria Nieves GARCIA-CASAL. Global maize production, utilization, and consumption. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2014, **1312**(1), 105-112 [cit. 2019-11-12]. DOI: 10.1111/nyas.12396. ISSN 00778923.

RATHI, Pravin M. a Vinay G. ZANWAR. Non-celiac Gluten Sensitivity (NCGS). *Journal of The Association of Physicians of India*. 2016, (64). [cit. 2019-11-12]. ISSN 00045772.

RODRIGUEZ-LEYVA, Delfin a Grant N PIERCE. The cardiac and haemostatic effects of dietary hempseed. *Nutrition & Metabolism*. 2010, **7**(1) [cit. 2020-03-03]. DOI: 10.1186/1743-7075-7-32. ISSN 1743-7075.

ROMAN, Laura, Mayara BELORIO a Manuel GOMEZ. Gluten-Free Breads: The Gap Between Research and Commercial Reality. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2019, **18**(3), 690-702 [cit. 2019-12-07]. DOI: 10.1111/1541-4337.12437. ISSN 1541-4337.

ROSNİYANA, Ahmad, Hazila Khalid KHAIRUNIZAH a Norin Syed Abdullah SHARIFFAH. Characteristics of local rice flour (MR 220) produced by wet and dry milling methods. *Journal of Tropical Agriculture and Food Science*. MARDI Pendang, P.O. Box 1, 06707 Pendang, Kedah, Malaysia.: Malaysian Agricultural Research and Development Institute (MARDI), 2016, **44**(1), 147-155. [cit. 2019-12-07]. ISSN 1394-9829.

RYBICKA, Iga, Karolina DOBA a Olga BIŇCZAK. Improving the sensory and nutritional value of gluten-free bread. *International Journal of Food Science & Technology*. 2019, **54**(9), 2661-2667 [cit. 2020-01-28]. DOI: 10.1111/ijfs.14190. ISSN 0950-5423.

SABANIS, D., D. LEBESI a C. TZIA. Effect of dietary fibre enrichment on selected properties of gluten-free bread. *LWT - Food Science and Technology*. 2009, **42**(8), 1380-1389 [cit. 2020-06-16]. DOI: 10.1016/j.lwt.2009.03.010. ISSN 00236438.

SALEHI, Fakhreddin. Improvement of gluten-free bread and cake properties using natural hydrocolloids: A review. *Food Science & Nutrition*. 2019, **7**(11), 3391-3402 [cit. 2020-06-17]. DOI: 10.1002/fsn3.1245. ISSN 2048-7177.

SATURNI, Letizia, Gianna FERRETTI a Tiziana BACCHETTI. The Gluten-Free Diet: Safety and Nutritional Quality. *Nutrition*. 2020, (2 (1), 16-34 [cit. 2020-06-17]. DOI: 10.3390/nu20100016.

SILANO, Vittorio, Claudia BOLOGNESI, Laurence CASTLE, et al. Safety evaluation of the food enzyme glucose oxidase from a genetically modified *Aspergillus oryzae* (strain NZYM-KP). *EFSA Journal*. 2018, **16**(7) [cit. 2020-06-16]. DOI: 10.2903/j.efsa.2018.5319. ISSN 18314732.

SMERDEL, Bojana, Lea POLLAK, Dubravka NOVOTNI, Nikolina ČUKELJ, Maja BENKOVIČ, Dražen LUŠIĆ a Duška ĆURIĆ. Improvement of gluten-free bread quality using transglutaminase, various extruded flours and protein isolates. *Journal of Food and Nutrition Research*. 2012 VÚP Food Research Institute, Bratislava, 2012, **4**(51), 242-253. [cit. 2020-06-16]. ISSN 1336-8672.

SUKOVÁ, Irena. *Označování potravin: průvodce pro spotřebitele*. Praha: Ministerstvo zemědělství, Odbor bezpečnosti potravin, 2014. [cit. 2019-12-04]. ISBN 978-80-7434-169-4.

SVEC, I., Marie HRUSKOVA a Ivana JURINOVA. Technological and nutritional aspect of different hemp types addition: Comparison of flour and wholemeal effect. *Croatian Journal of Food Science and Technology*. 2015, **7**(2), 68-75 [cit. 2019-12-04]. DOI: 10.17508/CJFST.2015.7.2.01. ISSN 18473466.

ŠAŠKOVÁ, Dagmar. *Trávy a obilí*. Praha: Artia, 1993. Člověk v přírodě. [cit. 2019-12-04]. ISBN 80-85805-03-0.

VOKÁL, Bohumil. *Brambory: šlechtění, pěstování, užití, ekonomika*. Praha: Profi Press, 2013. [cit. 2019-12-04]. ISBN 9788086726540.

WANG, Kun, Fei LU, Zhe LI, Lichun ZHAO a Chunyang HAN. Recent developments in gluten-free bread baking approaches: a review. *Food Science and Technology* [online]. 2017, **37**(suppl 1), 1-9 [cit. 2019-12-01]. DOI: 10.1590/1678457x.01417. ISSN 1678457X.

WU, Tong, Lili WANG, Yan LI, et al. Effect of milling methods on the properties of rice flour and gluten-free rice bread. *LWT*. 2019, **108**, 137-144 [cit. 2019-11-11]. DOI: 10.1016/j.lwt.2019.03.050. ISSN 00236438.

ZANDONADI, Renata Puppini, Raquel Braz Assunção BOTELHO a Wilma Maria Coelho ARAÚJO. Psyllium as a Substitute for Gluten in Bread. *Journal of the American Dietetic Association*. 2009, **109**(10), 1781-1784 [cit. 2020-03-02]. DOI: 10.1016/j.jada.2009.07.032. ISSN 00028223.



## Internetové zdroje

BOJANIC, Alan. *Quinoa: An ancient crop to contribute to world food security*. South America: Regional Office for Latin America and the Caribbean, 2011.

Dostupné z: <http://www.fao.org/3/aq287e/aq287e.pdf>

BOONSANSAARD, KHAEKWAN. *CONSUMER ATTITUDE AND BEHAVIOR TOWARDS HEALTH AND WELLNESS BAKERY IN BANGKOK* [online]. 2016 [cit. 2020-06-17]. Master of Science Program in Marketing. Faculty of Commerce and Accountancy Thammasat University. Vedoucí práce Professor Philip C. Zerrillo, Ph.D. Dostupné z: [http://ethesisarchive.library.tu.ac.th/thesis/2016/TU\\_2016\\_5802040500\\_6009\\_4608.pdf](http://ethesisarchive.library.tu.ac.th/thesis/2016/TU_2016_5802040500_6009_4608.pdf)

DUDEK, Sandra. *Komu skutečně vadí lepek? Bezlepková strava může i uškodit* [online]. In: 2017 [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: [https://www.lidovky.cz/relax/zdravi/komu-skutecne-vadi-lepek-bezlepkova-strava-muze-i-uskodit.A171019\\_144235\\_In-zdravi\\_pev](https://www.lidovky.cz/relax/zdravi/komu-skutecne-vadi-lepek-bezlepkova-strava-muze-i-uskodit.A171019_144235_In-zdravi_pev)

GABROVSKÁ, Dana, Pavel SKŘIVAN, Jana RYSOVÁ, Jitka DLABALOVÁ a Ivana LÁŠKOVÁ. *Bezlepkové potraviny – čeho jsme dosáhli po 20 letech* [online]. In: . 2018 [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <https://www.vupp.cz/wp-content/uploads/2018/04/Bezlepkové-potraviny.pdf>.

HAVEL, Petr. *Když chleba, tak se záparou* [online]. 2018 [cit. 2020-03-13]. Dostupné z: <https://www.vitalia.cz/clanky/zapara-a-omladek-zlepsuji-vlastnosti-peciva-chleba/>

HERZIG, Ivan, Bohumila PÍSAŘÍKOVÁ, Pavel SUCHÝ a Eva STRAKOVÁ. *Nutriční a dietetická hodnota tuzemských proteinových krmiv jako alternativa sóji a sójových produktů Část III – Amarant jako alternativní proteinové krmivo*. Praha, 2007. Dostupné z: <https://vuzv.cz/wp-content/uploads/2018/04/Herzig-Amarant-2007.pdf>

HLUČÍN, J., POLÁKOVÁ, Z. Zásady pro tvorbu dotazníků – pro potřeby kvantitativního výzkumu [online]. ÚIV, 2005 [cit. 20. září 2008]. Dostupné z: <http://stary.rvp.cz/soubor/00341-02.pdf>

HOMOLKA, Petr a Václav KUDRNA. Uplatnění lupiny ve výživě přežvýkavců. *Vědecký výbor výživy zvířat*. Praha, 2007. Dostupné z: <https://vuzv.cz/wp-content/uploads/2018/04/Lupina-Kudrna-Homolka.pdf>

JACQUEMART, Anne-Laure, Valérie CAWOY, Jean-Marie KINET, Jean-Francois LEDENT a Muriel QUINET. Is Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) Still a Valuable Crop Today? *The European Journal of Plant Science and Biotechnology*. Research Group “Genetics, Reproduction, Populations”, Earth and Life Institute, Université catholique de Louvain, B-1348 Louvain-la-Neuve – Belgium, 2012, **6**(2). Dostupné z: [http://www.globalsciencebooks.info/Online/GSBOnline/images/2012/EJPSB\\_6\(SI2\)/EJPSB\\_6\(SI2\)1-10o.pdf](http://www.globalsciencebooks.info/Online/GSBOnline/images/2012/EJPSB_6(SI2)/EJPSB_6(SI2)1-10o.pdf)

JAROMÍR, Mrázek. *ZÁKLADNÍ PEKAŘSKÉ SUROVINY* [online]. In.: 1993 [cit. 2020-03-13]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/4691116-Zakladni-pekarske-suroviny.html>.

JELÍNEK, Miloš. Nutriční a zdravotní výhody lupiny. *Výživa a potraviny*. Praha: výživaservis s.r.o., Slezská 32, 120 00 Praha 2, 2014, **69**(4), 102-103. Dostupné z: [http://www.vyzivaspol.cz/wp-content/uploads/2016/07/Vyziva4\\_2014.pdf](http://www.vyzivaspol.cz/wp-content/uploads/2016/07/Vyziva4_2014.pdf)

NAGYOVÁ, Ludmila, Ingrida SEDLIAKOVÁ a Mária HOLIENČINOVÁ. *BEHAVIOURAL STUDIES OF EXTERNAL ATTRIBUTES OF BREAD AND PASTRY IN SLOVAK REPUBLIC1* [online]. Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovakia, 2014, **61**(12) [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: [http://sj.wne.sggw.pl/pdf/PEFIM\\_2014\\_n61\\_s142.pdf](http://sj.wne.sggw.pl/pdf/PEFIM_2014_n61_s142.pdf)

NEUMANN, Ralph, Pal MOLNÁR a Sigrid ARNOLD. *Senzorické skúmanie potravín*. Bratislava: Alfa, 1990. Edícia potravinárskej literatúry (Alfa). Dostupné z: <https://www.worldcat.org/title/senzoricke-skumanie-potravin/oclc/75316804>

PAVELKOVÁ, Kateřina a Martin KUBÍK. *Označování potravin z hlediska obsahu lepku* [online]. 2017 [cit. 2019-12-28]. Dostupné z: <https://www.szpi.gov.cz/clanek/oznacovani-potravin-z-hlediska-obsahu-lepku.as>

PEKAŘSKÉ TECHNOLOGIE. Pekaři znovu objevují omládek a záparu. Patří k nadstandardům výroby. <Http://www.pekarske-technologie.cz> [online]. 2018 [cit. 2020-03-13]. Dostupné z: <http://www.pekarske-technologie.cz/pekari-znovu-objevuji-omladek-a-zaparu-patri-k-nadstandardum-vyroby/>

PETROVÁ, Jana a Jana SPÁČILOVÁ. Celiakie a bezlepková dieta. In: *SlidePlayer.cz* [online]. 2017 [cit. 2020-03-13]. Dostupné z: <https://slideplayer.cz/slide/11876239/>

SKŘIVAN, Pavel. *Současné trendy výzkumu a vývoje potravin pro skupinu obyvatel se zvláštními požadavky na výživu: Studie pro ministerstvo zemědělství ČR*. 2016. Dostupné z: [https://www.vupp.cz/wp-content/uploads/2018/05/Studie\\_MZe\\_1\\_cast.pdf](https://www.vupp.cz/wp-content/uploads/2018/05/Studie_MZe_1_cast.pdf)

SLIMÁKOVÁ, Margot. [online]. 2010 [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <https://www.margit.cz/encyklopedie/karo>

STROSSEROVÁ, Alena. Bezlepková dieta. *Zpravodaj o školním stravování Bezlepková dieta*. Praha, 2015, (4), 52–54. Dostupné z: [http://www.vyzivaspol.cz/wp-content/uploads/2017/12/Zpravodaj-4\\_2015\\_all.pdf](http://www.vyzivaspol.cz/wp-content/uploads/2017/12/Zpravodaj-4_2015_all.pdf)

SUCHÝ, Pavel, Eva STRAKOVÁ a Ivan HERZIG. *Nové poznatky o využití semen rodu Lupinus ve výživě člověka a zvířat: Lupina ve výživě lidí a její nutriční význam*. In: Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. Přátelství 815, Praha – Uhřetěves, PSČ: 104 01, www.vuzv.cz, 2011, s. 10. Dostupné z: <https://vuzv.cz/wp-content/uploads/2018/03/Lupina-ve-vyzive-cloveka-2011.pdf>

TUŠEK, Pavel. *Kvasove-zapary-silkgrain-od-mistra-pekare* [online]. In: 2015 [cit. 2020-03-13]. Dostupné z: <https://www.zeelandia.cz/novinky/kvasove-zapary-silkgrain-od-mistra-pekare.pdf>

WATSON, F., L. BAUER, M. BUNNING a M. STONE. *Gluten-Free Baking: Food and Nutrition Series|Health. Colorado State University Extension*. 2017. Dostupné z: <https://routt.extension.colostate.edu/wp-content/uploads/sites/4/2018/05/9.376-Gluten-Free-Baking.pdf>

WINKLEROVÁ, Daniela. *Přídavné látky v potravinách*. 1. Praha: Státní zdravotní ústav, Šrobárova 48, Praha 10, 2001. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/bezpecnost-potravin/pridatne-latky-v-potravinach-1>

## **Seznam obrázků, tabulek a grafů**

**Obrázek č.1:** Symbol přeškrtnutého klasu

**Obrázek č.2:** Kukuřičná mouka, výživové údaje na 100 g

**Obrázek č.3:** Kukuřičná mouka polohrubá od firmy Natural Jihlava JK s.r.o.

**Obrázek č.4:** Pohanková mouka, výživové údaje na 100 g

**Obrázek č.5:** Mechanicky loupaná pohanková mouka od výrobce: Pohankový mlýn Šmajstrla

**Obrázek č. 6:** Rýžová mouka hladká, výživové hodnoty na 100 g

**Obrázek č. 7:** Rýžová mouka hladká od firmy Natural Jihlava JK s.r.o

**Obrázek č. 8:** Konopná mouka, výživové údaje na 100 g

**Obrázek č. 9:** Konopná mouka od výrobce ALLnature, s.r.o.

**Obrázek č. 10:** Zápara s horkou vodou

**Obrázek č. 11:** Zápara – suchá směs

**Obrázek č. 12:** Zápara po 12 hodinách

**Obrázek č. 13:** Pekárna ETA Duplica Vital Plus

**Obrázek č. 14:** Pekárna ETA Duplica Vital Plus

**Obrázek č. 15:** texturometr značky TA. XT plus

**Obrázek č. 16:** vzorky připravené k měření na texturometru

## **Tabulky**

**Tabulka č.1:** Nutriční složení bílé rýžové mouky

**Tabulka č.2:** Průměrný obsah vitaminů v rýžové mouce

**Tabulka č.3:** Průměrný obsah minerálů v rýžové mouce

**Tabulka č.4:** Obsah minerálních látek v kukuřičné mouce

**Tabulka č.5:** Obsah vitaminů v kukuřičné mouce

**Tabulka č.6:** Nutriční složení kukuřičné mouky

**Tabulka č.7:** Průměrné nutriční složení pohankové mouky

**Tabulka č.8:** Obsah minerálních látek v nažce pohanky seté

**Tabulka č.9:** Obsah vitaminů v nažce pohanky seté

**Tabulka č.10:** Průměrný obsah živin v semenech konopí odrůdy Finola

**Tabulka č.11:** Nutriční hodnoty vitaminů a minerálů v konopném semeni, hodnota na 100 g

## **Grafy**

**Graf č.1:** Průběh tvrdnutí střídy bezlepkových chlebů skladovaných bez obalu

**Graf č.2:** Průběh stárnutí bezlepkových chlebů skladovaných v mikrotenových sáčcích

**Graf č.3:** Zájem o složení pekařských výrobků

**Graf č.4:** Zájem o složení pekařských výrobků dle zdravotního stavu

**Graf č.5:** Aditiva v pekařských výrobcích

**Graf č.6:** Množství aditiv v pekařských výrobcích, odpovědi dle zdravotního stavu

**Graf č.7:** Rozhodující faktor při výběru pečiva

**Graf č.8:** Konzumace bezlepkových pekařských výrobků

**Graf č.9:** Zastoupení látek v bezlepkovém pečivu

**Graf č.10:** Zastoupení látek v bezlepkovém pečivu, vzhledem ke zdravotnímu stavu

**Graf č.11:** Lidé trpící celiakií či jinými poruchami trávení lepku a zdraví jedinci

**Graf č.12:** Škodlivé a neškodné přídatné látky

**Graf č.13:** Škodlivé a neškodné přídatné látky dle dosaženého vzdělání

**Graf č.14:** Škodlivé a neškodné přídatné látky, dle zdravotního stavu

**Graf č.15:** Fortifikovaný pekařský výrobek

**Graf č.16:** Pohlaví

**Graf č.17:** Věk

**Graf č.18:** Vzdělání

## **Přílohy**

### **Dotazník: Hodnocení pekařských výrobků**

Dobrý den,

studuji na katedře potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů, Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Chtěla bych Vás tímto požádat o vyplnění dotazníku, který bude součástí mé diplomové práce na téma: Hodnocení kvality bezlepkových potravin se zaměřením na pečivo.

Dotazník je zcela anonymní. Předem děkuji za Vaši ochotu a čas.

Bc. Radka Osinková

**1.** Zajímáte se o složení Vámi konzumovaných pekařských výrobků?

Ano

Ne

**2.** Víte, která z uvedených variant obsahuje vyšší množství aditiv (přídavných látek)?

Bezlepkové pekařské výrobky

Standardní výrobky obsahující lepek

Nevím

**3.** Co je pro Vás při výběru pečiva rozhodující?

Kvalita

Trvanlivost

Cena

Značka

**4.** Konzumujete bezlepkové pekařské výrobky?

Ano, pravidelně

Občas

Pouze výjimečně

Nekonzumuji bezlepkové pekařské výrobky

**5.** Víte které z těchto látek jsou zastoupeny v běžném bezlepkovém pečivu ve vyšším množství (odpovězte ano) a které nikoliv (odpovězte ne)?

Vláknina  ano  ne  nevím

Tuky  ano  ne  nevím

Škrob  ano  ne  nevím

Bílkoviny  ano  ne  nevím

**6.** Trpíte celiakií nebo jinými poruchami trávení lepku?

Ano

Ne

Nevím

**7.** Víte, které z těchto přídatných látek jsou pro lidské zdraví neškodné a které jsou méně vhodné, až zdraví škodlivé?

Karob  zdraví škodlivé  neškodné  nevím

Lecitin  zdraví škodlivé  neškodné  nevím

Glukoza-oxidáza  zdraví škodlivé  neškodné  nevím

Transglutamináa  zdraví škodlivé  neškodné  nevím

Guarová guma  zdraví škodlivé  neškodné  nevím

**8.** Byli byste ochotni vynaložit vyšší náklady za fortifikovaný (obohacený) nutričně významný pekařský výrobek?

Ano

Ne, preferuji jinou formu příjmu nutričně významných látek

**9.** Pohlaví

Žena

Muž

**10.** Věk

Do 20 let

20–40 LET

40-60 LET

Nad 60 let



**11. Jaké je Vaše nejvyšší dosažené vzdělání?**

- Základní vzdělání
- Střední vzdělání s výučním listem
- Střední vzdělání s maturitní zkouškou
- Vyšší odborné vzdělání
- Vysokoškolské vzdělání ukončené bakalářským titulem a vyšší