

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Sortiment bezlepkových potravin v provozovnách rychlého  
občerstvení**

**Diplomová práce**

**Mgr. Pavla Dolanská**

**Výživa a potraviny**

**Vedoucí práce: prof. Ing. Lenka Kouřimská, Ph.D.**

**© 2022 ČZU v Praze**

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „Sortiment bezpečných potravin v provozovnách rychlého občerstvení" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 15.4.2022

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí své diplomové práce prof. Ing. Lence Kouřimské, Ph.D a konzultantce své diplomové práce Ing. Janě Rysové za odborné vedení, ochotu, trpělivost, čas a cenné rady při tvorbě této závěrečné práce. Dále děkuji týmu Oddělení výzkumu VÚPP, který se podílel na výzkumné části této práce a v neposlední řadě děkuji svým blízkým za neustávající podporu po celou dobu mého studia.

# Sortiment bezlepkových potravin v provozovnách rychlého občerstvení

## Souhrn

Celiakie a další onemocnění asociovaná s lepem jsou v posledních letech stále více diskutované téma, stejně jako s nimi spojená bezlepková dieta, která je zatím jedinou možnou léčbou těchto onemocnění. Sortiment bezlepkových produktů se tedy sice neustále vyvíjí a rozšiřuje, přesto se výběr těchto pokrmů v segmentu rychlého občerstvení pro pacienty zdá stále nedostatečný, neplnohodnotný či rizikový z hlediska kontaminace lepem.

Hlavním cílem této diplomové práce bylo zmapovat a posoudit bezlepkový sortiment v provozovnách rychlého občerstvení. Zhodnotit jeho rozsah, bezpečnost s ohledem na požadavky bezlepkové diety a navrhnout nové bezlepkové receptury vhodné pro provozovny rychlého občerstvení tak, aby vyplnily případné mezery v sortimentu bezlepkových pokrmů.

Teoretická část práce se zaměřila na problematiku onemocnění asociovaných s lepem s podrobnějším pohledem na problematiku celiakie. Popsány byly také legislativní požadavky na bezlepkové potraviny a suroviny, jejich nutriční specifika a zpracovatelské vlastnosti. Probrána byla i problematika kontaminace produktů lepem, specifika a úskalí bezlepkové diety a metody pro stanovení obsahu lepku v potravinách.

Praktická část práce byla rozdělena na tři hlavní části.

První část byla zaměřena na průzkum bezlepkového sortimentu v deseti provozovnách rychlého občerstvení. Zhodnocena byla širě jejich bezlepkového sortimentu, jeho nutriční plnohodnotnost a kvalita značení alergenů v jednotlivých provozovnách. Z výsledků této části vyplynulo, že více jak polovina zkoumaných provozoven nabízela pacientům odkázaným na bezlepkovou dietu plnohodnotné bezlepkové pokrmy, a to ve více jak dvou variantách. Více jak polovina provozoven také poskytovala zákazníkům kvalitní přehledné označení alergenů, a to buď přímo na prodejně nebo na webových stránkách vybraných podniků.

Druhá část práce byla zaměřena na analýzu obsahu lepku ve vzorcích vybraných pokrmů získaných ve 12 provozovnách rychlého občerstvení. Z výsledků analýzy obsahu lepku pomocí metody ELISA vyplynulo, že riziko kontaminace pokrmů lepem není v provozovnách rychlého občerstvení tak vysoké, jak se předpokládalo. Pouze 2 z 22 (9,1 %) odebraných vzorků obsahovaly lepek v množství vyšším než 20 mg/kg vzorku.

V závěrečné třetí části byly navrženy tři nové bezlepkové receptury výrobků vhodných pro prodej v rámci provozoven rychlého občerstvení. Vytvořen byl masový bezlepkový pokrm, pokrm bez laktózy a lepku a vegetariánský bezlepkový pokrm. Analýza nutričního složení těchto pokrmů pak prokázala, že z pohledu racionální výživy jde o nutričně plnohodnotné pokrmy. Následná sensorická analýza pak potvrdila, že pokrmy jsou sensoricky příjemné a lze předpokládat, že by případné zákazníky provozoven rychlého občerstvení uspokojily.

**Klíčová slova:** Lepek, bezlepkové produkty, bezlepková dieta, intolerance lepku, celiakie

# The assortment of gluten-free goods in fast-food restaurants

## Summary

Celiac disease and other gluten-associated diseases have been an increasingly discussed topic in recent years, just as gluten-free diet, which is currently the only possible treatment for these diseases. The range of gluten-free goods is constantly evolving and expanding, but the selection of gluten-free dishes in the fast-food restaurants still seems to be insufficient, incomplete or risky in gluten contamination for patients following gluten-free diet.

The main goal of this diploma thesis is to map and evaluate the gluten-free assortment at the fast-food restaurants, evaluate its gluten-free dishes safety with regard to the requirements of the gluten-free diet and design new gluten-free recipes suitable for fast-food restaurants.

The theoretical part of the thesis deals with gluten-associated diseases, taking closer look at celiac disease. It also describes legislative requirements for gluten-free foods and products, their nutritional specifics and processing properties. Issue of gluten-free products cross-contamination, the specifics and pitfalls of a gluten-free diet and analytic methods for gluten detection in food are also discussed.

The practical part of the thesis was divided into three main sections.

The first section focused on examination of the gluten-free assortment in ten fast-food restaurants. The main goal was to evaluate the breadth of the gluten-free assortment, nutrition quality of offered dishes and the quality of allergen labeling at these restaurants.

The results of this section showed that more than half of the examined restaurants offer nutritionally balanced gluten-free main dish in more than two variants. Also more than half of the restaurants provided good quality allergen labeling, either in the restaurant itself or on the website of the restaurant.

The second section of the thesis focused on analysis of gluten content in samples of dishes purchased from twelve fast-food restaurants.

The results of analysis using ELISA method showed that the risk of gluten contamination in fast-food restaurants was not as high as expected. Only 2 of the 22 (9.1%) examined samples contained gluten in a higher amount than 20 mg/kg.

In the final third section, three new gluten-free recipes suitable for fast-food restaurants were created: recipe for meat gluten-free dish, lactose-free and gluten-free dish and vegetarian gluten-free dish. The analysis of the nutritional composition of these dishes has that the dishes are nutritionally balanced. Sensory analysis of the dishes has shown that the dishes are sensory pleasant and can be expected to satisfy the potential customers of fast-food restaurants.

**Keywords:** Gluten, gluten-free products, gluten-free diet, gluten intolerance, celiac disease

# Obsah

<b>1 Úvod</b> .....	<b>8</b>
<b>2 Cíl práce</b> .....	<b>9</b>
<b>3 Literární rešerše</b> .....	<b>10</b>
<b>3.1 Lepek</b> .....	<b>10</b>
3.1.1 Charakteristika lepku .....	10
3.1.2 Specifika výroby bezlepkových potravin .....	11
3.1.3 Bezlepkové suroviny .....	11
3.1.3.1 Bezlepkové obiloviny .....	12
3.1.3.2 Pseudoobiloviny .....	13
3.1.4 Metody stanovení obsahu lepku v potravinách.....	14
<b>3.2 Lepek v potravinách</b> .....	<b>15</b>
3.2.1 Typy bezlepkových potravin .....	15
3.2.2 Skryté zdroje lepku .....	16
3.2.3 Legislativa – označení bezlepkových potravin .....	17
3.2.4 Bezlepková dieta a stravování mimo domov .....	18
<b>3.3 Celiakie</b> .....	<b>19</b>
3.3.1 Charakteristika onemocnění .....	19
3.3.2 Etiologie a patogeneze onemocnění .....	19
3.3.3 Celiakie a lepek.....	20
3.3.4 Klinický obraz celiakie .....	21
3.3.5 Klinické formy celiakie .....	22
3.3.6 Terapie celiakie.....	23
3.3.6.1 Princip bezlepkové diety a bezlepkový režim .....	23
3.3.6.2 Nutriční specifika bezlepkové diety .....	24
<b>3.4 Další onemocnění asociovaná s lepem</b> .....	<b>25</b>
3.4.1.1 Neceliakální glutenová senzitivita .....	26
3.4.1.2 Glutenová ataxie .....	26
3.4.1.3 Herpetiformní dermatitida .....	26
3.4.1.4 Alergie na lepek.....	27
<b>4 Materiál a metodika</b> .....	<b>28</b>
<b>4.1 Materiál a metody</b> .....	<b>28</b>
4.1.1 Průzkum sortimentu bezlepkových produktů v provozovnách rychlého občerstvení.....	28
4.1.2 Analýza obsahu lepku ve vybraných vzorcích .....	28
4.1.3 Nové bezlepkové receptury .....	30
<b>5 Výsledky</b> .....	<b>35</b>

<b>5.1</b>	<b>Průzkum sortimentu bezlepkových produktů v provozovnách rychlého občerstvení .....</b>	<b>35</b>
<b>5.2</b>	<b>Analýza obsahu lepku ve vybraných vzorcích.....</b>	<b>37</b>
<b>5.3</b>	<b>Nové bezlepkové receptury.....</b>	<b>38</b>
5.3.1	Stanovení nutričních hodnot .....	39
5.3.2	Senzorické hodnocení .....	41
<b>6</b>	<b>Diskuze.....</b>	<b>48</b>
<b>7</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>51</b>
<b>8</b>	<b>Literatura .....</b>	<b>52</b>
<b>9</b>	<b>Seznam použitých zkratk .....</b>	<b>57</b>
<b>10</b>	<b>Samostatné přílohy .....</b>	<b>I</b>

# 1 Úvod

Celiakie a další onemocnění asociovaná s lepkiem jako alergie na lepek, neceliakální glutenová senzitivita (NCGS) či glutenová ataxie jsou v posledních letech stále více diskutovaná témata, stejně jako s nimi spojená bezlepková dieta (BLD). Ta je zatím jedinou možnou léčbou těchto onemocnění.

BLD je založena na úplném vyřazení lepku z diety, což může být často obtížné. Lepek nacházíme nejen v očividných zdrojích jako pečivo či těstoviny, ale ve skryté formě se vyskytuje i v produktech, kde by ho běžný spotřebitel nečekal. Je součástí řady emulgátorů, stabilizátorů a plnidel. Nalézt ho tak můžeme například v masných výrobcích, cukrovinkách, polotovarech, dochucovadlech, ale i v jiných produktech než v potravinách. Jde například o léky, zubní pasty či balzámy na rty. Dalším rizikem je pak sekundární kontaminace potravin a pokrmů lepkiem při jejich zpracování a přípravě.

Právě kontaminace pokrmů lepkiem je jedním z důvodů, proč je pro pacienty odkázané na BLD rizikové stravování mimo domov. Nedostatečná erudovanost personálu stravovacích služeb, která může vést ke kontaminaci pokrmů lepkiem v kombinaci s nedostatečným poskytováním informací o alergenech vede k tomu, že se mnozí z pacientů stravování mimo domov vyhýbají, aby předešli možným zdravotním komplikacím, což má zásadní vliv na kvalitu jejich života.

Cílem této diplomové práce bude zhodnotit úroveň bezlepkového (BL) sortimentu provozoven rychlého občerstvení. Posoudit jeho bezpečnost s ohledem na požadavky BLD a navrhnout nové BL receptury vhodné pro provozovny rychlého občerstvení tak, aby vyplnily případné mezery v sortimentu BL pokrmů.

Teoretická část práce se bude soustředit na problematiku onemocnění asociovaných s lepkiem se zaměřením na celiakii. Popsány budou legislativní požadavky na bezlepkové potraviny a suroviny, jejich nutriční specifika a zpracovatelské vlastnosti. Probrána bude i problematika kontaminace lepkiem, specifika bezlepkové diety a metody pro stanovení obsahu lepku v potravinách.

Praktická část práce bude rozdělena na tři hlavní části.

První část bude zaměřena na průzkum BL sortimentu v provozovnách rychlého občerstvení. Zhodnocena bude jeho šíře, nutriční plnohodnotnost z pohledu racionální výživy a kvalita značení alergenů v jednotlivých provozovnách.

Druhá část bude zaměřena na analýzu obsahu lepku ve vzorcích vybraných pokrmů získaných v provozovnách rychlého občerstvení.

V závěrečné třetí části pak budou navrženy tři nové BL receptury pokrmů vhodných pro prodej v rámci provozoven rychlého občerstvení. Tyto pokrmy budou následně připraveny v praxi, bude u nich stanoveno nutriční složení a na závěr bude provedeno jejich sensorické hodnocení.



## **2 Cíl práce**

### **Cíl práce:**

Hlavním cílem teoretické části bylo zmapování problematiky onemocnění asociovaných s lepkem se zaměřením na celiakii. Popsány byly legislativní požadavky na bezpečkové potraviny a suroviny, jejich nutriční specifika a zpracovatelské vlastnosti. Probrána byla i problematika kontaminace lepkem, specifika bezpečkové diety a metody pro stanovení obsahu lepku.

Praktická část práce byla rozdělena na tři hlavní části.

První část se zaměřovala na průzkum bezpečkového sortimentu v provozovnách rychlého občerstvení. Provedeno bylo jeho zhodnocení z pohledu širší výběru, nutriční plnohodnotnosti pokrmů a kvality označení alergenů.

Druhá část byla zaměřena na analýzu obsahu lepku ve vybraných pokrmech získaných v provozovnách rychlého občerstvení.

V závěrečné třetí části pak byly navrženy tři nové BL receptury výrobků vhodných pro prodej v rámci provozoven rychlého občerstvení. Ty byly vytvořeny tak, aby vyplnily případné mezery v sortimentu BL pokrmů. Tyto pokrmy byly následně připraveny v praxi, bylo u nich stanoveno nutriční složení podle platné legislativy a na závěr bylo provedeno jejich sensorické hodnocení.

### **Hypotéza:**

Sortiment bezpečkových pokrmů se neustále vyvíjí a rozšiřuje, přesto je výběr těchto pokrmů v segmentu rychlého občerstvení pro pacienty stále nedostatečný, neplnohodnotný či rizikový z hlediska kontaminace lepkem.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Lepek

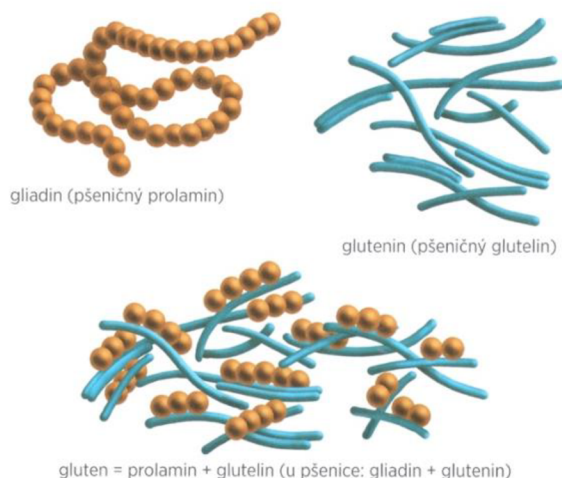
#### 3.1.1 Charakteristika lepku

Pšeničné zrno je z 8–15 % tvořeno bílkovinou, z toho 10–15 % tvoří albuminy a globuliny a 85–90 % lepek (Biesiekierski, 2017). Obsah lepku a škrobu určuje kvalitu mouky, která se s vyšším obsahem lepku zvyšuje a je určována tzv. Glutenovým indexem (Kohoutková, 2014).

Lepek, též gluten, je komplexní směs zásobních bílkovin nacházejících se spolu se škrobem v endospermu obilovin. Konkrétně v endospermu pšenice, žita, ječmene, ovsa a jejich kříženců (Gabrovská et al., 2015). Ve vodě tyto bílkoviny tvoří nerozpustnou hmotu, jež zůstává po vymytí škrobu a ostatních bílkovin, jako jsou albuminy a globuliny, ze zrna (Hoffmanová, 2019b).

Proteiny lepku lze dle jejich rozpustnosti v 70% roztoku alkoholu dělit na prolaminy a gluteliny. Prolaminy tvoří lineární řetězce aminokyselin, jsou rozpustné v 70% roztoku alkoholu (Hoffmanová, 2019b) a působením tepla nekoagulují (Gabrovská et al., 2015). Nejhojněji jsou obsaženy v pšenici, kde protein zrna tvoří až z 85 %, naopak nejméně jsou obsaženy v zrna ovsa, kde tvoří okolo 15 % celkového obsahu bílkovin. Prolaminy pšenice se nazývají gliadiny, žita sekaliny, ječmene hordeiny a ovsa aveniny. Právě gliadiny hrají nejvýraznější role v problematice onemocnění souvisejících s lepkem (Hoffmanová, 2019b). Gluteliny tvoří rozvětvené řetězce (sítě), nejsou rozpustné v 70% roztoku alkoholu (Hoffmanová, 2019b) a teplem koagulují. Gluteliny pšenice se nazývají gluteniny, žita sekaliny, ječmene hordeniny a ovsa avenaliny (Gabrovská et al., 2015)

Prolaminy a gluteliny dohromady tvoří trojrozměrnou síťovou strukturu (Obrázek 1), která zajišťuje žádoucí viskozitu a elasticitu pro výrobu těstovin a pekařských výrobků. Dále umožňuje těstu vázat vodu a v případě kynutých produktů i oxid uhličitý (Kucek et al., 2015).



Obrázek 1: Struktura lepku (Hoffmanová, 2019b, s. 42)

### 3.1.2 Specifika výroby bezlepkových potravin

Lepek má pro své vlastnosti ve výrobě pekařských výrobků zásadní roli. Ve chvíli, kdy dojde k hydrataci a propracování mouky, molekuly lepku se aktivují a dojde k vytvoření typicky vazkého a elastického těsta. Síťové struktury, jež lepek vytváří, umožňují nejenom vázání vody, ale v procesu kynutí i zachycování oxidu uhličitého. V důsledku procesu pečení dále dochází ke koagulaci lepku, což zajišťuje pro pečivo typickou strukturu a konzistenci (Kumar, 2014).

Výrobky neobsahující lepek jsou proto často ploché, neforemné, méně objemné a po sensorické stránce méně chutné než výrobky obsahující lepek. Bezlepková těsta bývají gumovitá, lepivá a pro svou malou pružnost se špatně tvarují. Proto výrobci bezlepkových výrobků musí volit odlišné metody zpracování těst a produkty bývají vyráběny z tzv. bezlepkové mouky. Tento pojem představuje směs surovin, které zaručují výrobu spotřebitelsky přijatelného výrobku. Složení směsi pro pekařskou a cukrářskou výrobu bývají velmi rozmanitá. Základem těchto směsí však bývá škrob z bezlepkových plodin, jako jsou brambory, rýže či kukuřice a deproteinovaný škrob z lepkových obilovin, především pak nativní či modifikovaný škrob pšenice. Dále bývají součástí různá zahušťovadla přírodního původu (např. guarová mouka či psyllium), zdroje bílkovin (např. sójová bílkovina, luštěninové zdroje bílkovin), pohanková mouka, okyselující prostředky, cukry, enzymy či kyselina askorbová (Nováková, 2015).

Vlastní výroba bezlepkových produktů je náročná. Platí, že se musí zabránit kontaminaci surovin před uvedením do provozu, v provozu i po výstupu z něj. Suroviny pro výrobu bezlepkových produktů je nutné skladovat odděleně od zdrojů lepku. Ve výrobě je pak nejvhodnější úplné oddělení provozů pro běžné a bezlepkové produkty. V případě, že toto oddělení není možné, je nutná alespoň separace v čase a důkladná sanitace provozu mezi jednotlivými procesy výroby. K výrobě těst je pak nejvhodnější užívat 100% směsi, což vylučuje riziko kontaminace jednotlivých složek směsi. I k těmto směsím se však musí přidávat přísady jako sůl, droždí, olej či voda. I tyto přísady musí být vhodně skladovány, aby nedošlo ke kontaminaci lepkiem. Nutné jsou i oddělené pece pro pečení bezlepkových a lepek obsahujících produktů. Kontaminaci lepkiem je nutné zamezit i po upečení výrobků. Je vhodné mít oddělené místnosti pro chlazení výrobků, separátní balírny, sklady a v ideálním případě i oddělená místa pro prodej těchto výrobků (Nováková, 2015).

### 3.1.3 Bezlepkové suroviny

Suroviny sloužící pro výrobu bezlepkových produktů jsou především přirozeně bezlepkové obiloviny a pseudoobiloviny. Dále se využívají ořechy, olejná semena, luštěniny nebo škroby z bezlepkových plodin jako jsou brambory či tapioka (Gabrovská et al., 2015).

Další variantou pro výrobu bezlepkových produktů mohou být speciálně upravené suroviny z lepek obsahujících obilovin. Z obilovin jsou odstraněny složky vyvolávající patologické reakce u celiaků a alergiků. Vyráběny jsou například deproteinizované škroby. V experimentální fázi je také pěstování geneticky modifikovaných variant těchto obilovin či jejich úprava fermentací, například za pomoci bakterií mléčného kvašení, které štěpí pro celiaky toxické sekvence (Rysová et al., 2016).

### 3.1.3.1 Bezlepkové obiloviny

Mezi bezlepkové obiloviny se řadí rýže, kukuřice, proso a čirok. Jejich nevýhodou je, že neobsahují plnohodnotné bílkoviny. Limitující aminokyselinou je zde lysin, u kukuřice je pak navíc zmiňován nízký obsah tryptofan (Rysová et al., 2016).

#### Rýže

Rýže setá (*Oryza sativa*) je travina původem z tropických oblastí Afriky a Asie. Z hlediska objemu produkce se jedná o světově nejrozšířenější obilovinu. Na trhu se vyskytuje velké množství druhů rýže, které se od sebe liší v tvaru a délce zrna, možnosti jeho úpravy apod. (Rysová et al., 2016).

Rýžová mouka je jedna z nejvhodnějších surovin pro výrobu BL pekařských produktů. A to především pro svou hypoalergenitu, nízký obsah sodíku, jemnou chuť a světlý vzhled. Výhodou je i velikost jejích částic, která přispívá k lepší struktuře a kompaktnosti pečiva (Mancebo et al., 2015). Pro BL pekařské výrobky je vhodná směs mouky z pololoupané rýže a loupané rýže (Vavreinová et Ouhrabková, 2015).

#### Kukuřice

Kukuřice setá (*Zea mays* subsp. *mays*) je druhou nejpěstovanější BL plodinou na světě. Pěstuje se především v Jižní a Severní Americe, kde byla domestikována před více jak 5 600 lety (Vavreinová et Ouhrabková, 2015). Její nevýhodou je nedostatečný obsah lysinu a tryptofan. V pekařství je používána zejména pro svou žlutou barvu, je ji ale vždy nutné kombinovat s dalšími surovinami (Rysová et al., 2016). Kombinována bývá například s pohankovou moukou (Appiani et al., 2021).

#### Proso

Proso seté (*Panicum miliaceum*) je nejstarší kulturní plodinou. Pěstováno bylo již v Mandžusku a Mongolsku, na našem území jej pak pěstovali již Slované. Nejen pro pekárenské účely jsou využívány jáhly, tedy loupaná zrna prosa (Vavreinová et Ouhrabková, 2015).

#### Čirok

Čirok zrnový (*Sorghum bicolor* var. *Eusorghum*) je plodina původem ze Střední Afriky, která se momentálně pěstuje hlavně v Nigérii, Indii, Mexiku a USA. Právě v Asii, Africe a Latinské Americe je hojně využíván (Vavreinová et Ouhrabková, 2015).

Mouku z loupaného zrna čiroku lze použít ve směsích pro přípravu BL chleba až v podílu 60 %. Problematický je však vyšší obsah taninů, které způsobují hořkou chuť čiroku. Z toho důvodu je nutné tmavá zrna zbavovat slupek. Jsou také pěstovány druhy s nízkým obsahem taninů a jejich objem lze také snížit fermentací (Rysová et al., 2016).

### 3.1.3.2 Pseudoobiloviny

Výhodou pseudoobilovin je vyšší obsah bílkovin. Na rozdíl od bezlepkových obilovin u nich lysin není limitující, naopak se v nich vyskytuje ve vyšším množství. Zároveň jsou dobrým zdrojem vlákniny, některých minerálních látek a vitamínů (Rysová et al., 2016). Mouky vyrobené z pseudoobilovin jsou bohaté na bílkoviny, a proto jsou vhodné pro obohacení bezlepkového pečiva, které je jinak v bílkovinách deficitní. Stejnou funkci pseudoobiloviny plní v případě obohacení BL produktů o železo (Hýšková, 2016).

#### Pohanka

Pohanka je pseudoobilovina z čeledi rdesnovitých. Je dobrým zdrojem bílkovin, vybraných minerálních látek, především draslíku, hořčíku, selenu, zinku, a také vitamínu C, E a vitamínů skupiny B (Rysová et al., 2016). Velmi ceněná je pohanka pro její obsah rutinu. Jde o bioflavonoid, který má pozitivní vliv na správnou funkci kardiovaskulárního systému. Zvyšuje pružnost cév, snižuje krevní tlak a snižuje riziko aterosklerózy (Vavreinová et Ouhrabková, 2015).

Za účelem výživy člověka je pěstována především pohanka setá (*Fagopyrum esculentum Moench*) a pohanka tatarská (*Fagopyrum tataricum Gaertn*) (Rysová et al., 2016). Na trhu je k dostání mnoho produktů z pohanky, a to od loupané pohanky přes kroupy a lámanky až po mouky. Vyráběny jsou pohankové chleby, kaše, pufované pohankové produkty i pohankové pivo, které je vhodné i pro celiaky (Rysová, 2018). Přes všechny benefiční látky, jež pohanka obsahuje, se mohou vyskytovat problémy s jejími senzoryckými vlastnostmi jako je hořkost či svíravost (Appiani et al., 2021).

#### Quinoa

Quinoa neboli merlík čilský (*Chenopodium quinoa*) je pseudoobilovina původem z Jižní Ameriky. Její semena mohou mít různé barvy, například žlutou, černou či červenou. Její povrch je pokryt pryskyřičnatým povlakem s obsahem hořkých saponinů. Z toho důvodu musí být před konzumací máčena či broušena (Rysová et al., 2016). Quinoa je bohatým zdrojem bílkovin, vlákniny i vitamínů skupiny B a minerálních látek (Vavreinová et Ouhrabková, 2015). Je například bohatým zdrojem vápníku a železa (Hýšková, 2016).

Quinoa je v současnosti hojně využívaná plodina. Quinoovou mouku je možné použít pro výrobu řady moučných produktů. Je vhodná na výrobu pečiva, kde je vhodné přidávat ji v poměru do 20–30 %, výrobu těstovin, jemného pečiva či sušenek. V současnosti jsou populární i pufované výrobky z quino (Angeli et al., 2020; Rysová et al., 2016).

#### Laskavec

Laskavec neboli amarant je pseudoobilovina původem ze Střední Ameriky. Jeho nažky mohou mít černou, hnědou či béžovou barvu. Pro produkci semen jsou nejvíce využívány druhy *Amaranthus hypochondriacus* L., *Amaranthus caudatus* L. a *Amaranthus cruentus* L. Stejně jako výše zmíněné pseudoobiloviny je dobrým zdrojem bílkovin i mikronutrientů. Za unikátní je považována tuková složka laskavcového zrna, která je až z 8 % tvořena skvalenem.

Skvalen je látka s antioxidačním účinkem podporující funkci imunitního systému a regenerační schopnost organismu. Využíván je například jako složka kosmetických výrobků (Rysová et al., 2016). V potravinářství je mimo jiné využíván amarantový škrob, který svou jemností přispívá ke krémovité textuře, soudržnosti a stabilitě produktu. Z amarantu se dále dělají pufované výrobky, které jsou prodávány jak samostatně či ve formě chlebičků, tak se objevují jako součást müsli snídanových směsí a müsli tyčinek. K dostání je i amarantová mouka, která bývá i součástí směsí pro výrobu bezlepkového pečiva. Do směsí lze použít až 30 % podílu amarantu (Vavreinová et Ouhrabková, 2015).

## **Teff**

Teff neboli milička habešská (*Eragrostis tef*) je pseudoobilovina původem z Etiopie, kde je dodnes stěžejní plodinou. Vyrábí se z něj například kaše či injera, plochý chléb. Barva semen je od smetanové po červenou až černou barvu. Semena jsou nutričně velmi bohatá, obsahují plnohodnotné bílkoviny a jsou bohatá na methionin a cystin (Rysová et al., 2016). Dále je dobrým zdrojem řady mikronutrientů, především vápníku, hořčíku a železa (Hýsková, 2016). Do pekařských výrobků lze použít až 30 % podílu teffové mouky (Vavreinová et Ouhrabková, 2015).

### **3.1.4 Metody stanovení obsahu lepku v potravinách**

Pro stanovení lepku v potravinách se nejčastěji používají imunochemické metody jako je například ELISA (Enzyme-linked immuno sorbent assay) metoda či LFD (Lateral flow devices). Mezi další metody užívané pro detekci lepku patří metody založené na chromatografii, elektroforéze či hmotnostní spektrometrii (Wieser et al., 2021). Využívána je i PCR metoda založená na bázi polymerázové řetězové reakce, kdy dochází k analýze DNA příslušné obiloviny (Mašková et al., 2011).

## **ELISA**

I přes množství dostupných metod pro detekci lepku v potravinách, je ELISA stále metodou první volby (Wieser et al., 2021). Jedná se zároveň o jedinou dostupnou metodu, kterou pro detekci lepku schvaluje FDA (Food and Drug Administration) i Codex Alimentarius (Osorio et al., 2019). Tato metoda patří mezi imunochemické metody založené na vazbě antigenu a protilátky (Allred et Ritter, 2010).

V současnosti je na trhu velké množství ELISA kitů, které využívají různé metody přípravy vzorků pro analýzu a obsahují různě specifické protilátky. Nejhojněji jsou v našich podmínkách využívány soupravy založené na tzv. R5 protilátce. Tato protilátka je získávána imunizací pokusných zvířat žitným ethanolickým extraktem s obsahem sekalinu. R5 protilátka směřuje proti repetitivním epitopům QQFP, QQQFP, LQFP a QLFP. Tyto epitopy se vyskytují v bílkovinách pšenice, žita, ječmene a jejich kříženců (Rysová et al., 2016).

Úskalím ELISA metod je mimo parametrů ELISA souprav i povaha analyzovaných vzorků. Určité matrice se obtížně zpracovávají či extrahují. Jde například o vzorky s vysokým obsahem tuku či polyfenolových látek. Tyto vzorky je pak před analýzou třeba upravit,

například odtučnit či extrakční procedurou rozšířit o přídavek sušeného mléka či rybí želatiny, které vyvazují polyfenolové sloučeniny (Rysová et al., 2016).

### **Další dostupné metody**

Mezi metody se stejnou spolehlivostí jako ELISA metoda se řadí metody PCR založené na polymerázové řetězové reakci. Zaměřují se na detekci DNA vybraných obilovin. Stejně jako u ELISA metody jejich citlivost záleží na charakteru analyzovaného vzorku (Martín-Fernández et al., 2016).

Kapalinová chromatografie na reverzní fázi či gelová permeační chromatografie se typicky používá v kombinaci s hmotnostní detekcí. Jedná se o vysoce selektivní a citlivé metody. Limit detekce je menší než 0,03 mg peptidu na kilogram analyzovaného vzorku. Nevýhodou je fakt, že tyto metody analyzují pouze peptidy, nikoliv lepek, a nejsou dostupné metody pro detekci jednotlivých druhů obilovin (Rysová et al., 2016).

Další dostupnou metodou je xMAP technologie (x=analyte, MAP=Multi Analyte Profiling). Ta je založena na kombinaci několika existujících laboratorních metod jako je ELISA, PCR a průtoková cytometrie (Reslova et al., 2017). Například sada The xMAP food allergen detection (xMAP FADA) umožňuje během jednoho měření detekovat až 15 analytů, a to lepek a 14 dalších potravinových alergenů (Rallabhandi et al., 2020). Technologie pro analýzu využívá polystyrenové fluorescenčně barvené mikrokuličky. Ty na svém povrchu mají ligandy, na které se posléze váží specifické analyty ze vzorků. Pro detekci a kvantifikaci analytu je následně využíván přístroje měřící fluorescenci reportérového fluoroforu (Reslova et al., 2017).

## **3.2 Lepek v potravinách**

### **3.2.1 Typy bezlepkových potravin**

Bezlepková dieta je založena na přirozeně BL potravinách a certifikovaných, speciálním způsobem upravených, potravinářských výrobcích. Jejím cílem je sestavení těchto výrobků v racionální, pestrou a nutričně vyváženou stravu (Hoffmanová, 2019b).

Mezi přirozeně bezlepkové potraviny řadíme nezpracované maso, ryby, vejce, mléko a mléčné výrobky, brambory, ovoce a zeleninu, ořechy, semena, luštěniny, sóju, pseudoobiloviny a vybrané BL obiloviny (Tabulka 1) (el Khoury et al., 2018).

U výše zmíněných přirozeně bezlepkových obilovin a pseudoobilovin je nutné brát ohled na možnost kontaminace lepkem v rámci pěstování a zpracování. Tento problém se může vyskytnout například u kukuřičné a pohankové mouky. Důsledkem náletů může dojít k infiltraci lepkových obilovin mezi bezlepkové obiloviny či pseudoobiloviny. Již pár klasů může následně znehodnotit celou šarži dané bezlepkové mouky. Stejně riziko hrozí i v mlýnských provozech v důsledku nedokonalého čištění strojních souprav (Pekárková, 2020).

Tabulka 1: Přirozeně bezlepkové potraviny (Upraveno dle Hoffmanová, 2019b, s. 168)

Typ potraviny	Příklad
Pseudoobiloviny	Kukuřice, rýže, proso (jáhly)
Obiloviny	Pohanka, amarant, quinoa, bér, teff, čirok
Zelenina, ovoce, kořeny a hlízy, ořechy, semena, luštěniny	Ovoce a zelenina především čerstvé, mražené či sušené, brambory, maniok, tapioka, ořechy a semena neochucená
Mléko a mléčné výrobky	Veškeré neochucené mléčné výrobky, čerstvé mléko, smetana,
Maso, ryby, vejce	Nezpracované, neochucené
Nápoje	Nealkoholické nápoje (Např.: minerální vody, 100 % džusy, nektary, limonády), čaj, zrnková káva, víno, některé destiláty
Tuky, škroby, koření, přísady,	Rostlinné oleje, margaríny bez přísad, máslo, sádlo, bramborový, kukuřičný, rýžový, tapiokový škrob, jednodruhová koření, sůl
Cukrovinky, sladidla	Cukr, med, náhradní sladidla, glukózový sirup, neochucená čokoláda, džem, marmeláda

V současné době je také na trhu široká nabídka speciálně zpracovaných bezlepkových produktů. Dostupné je například pečivo, chléb, sušenky, cukrovinky, moučné směsi, těstoviny, pivo i polotovary jako jsou pizza či knedlíky (Hýsková, 2016). Problematická se ale ukazuje být finanční dostupnost těchto výrobků. V závislosti na značce, lokalitě nákupu či typu produktu je cena bezlepkových produktů 2–5krát vyšší než u jejich běžných variant (Hoffmanová, 2019b).

### 3.2.2 Skryté zdroje lepku

Lepek se může nacházet i v produktech, kde běžně není očekáván (Tabulka 2). Je součástí řady emulgátorů, stabilizátorů a plnidel. Příkladem jsou některé modifikované škroby (E1400-1450), které mohou být zdrojem lepku. Mezi další riziková aditiva patří například ječný slad, maltóza (sladový cukr), bílkoviny získávané z lepek obsahujících obilovin či vločky, klíčky a otruby. Oproti tomu některá aditiva vyrobená z obilovin obsahujících lepek mohou být díky jejich speciálnímu zpracování pro BLD bezpečná. Jde například o glukózový sirup z ječmenného škrobu či pšenice, dextrózu z pšenice, maltodextrin na bázi pšenice nebo některé obilné destiláty (Hýsková, 2016).

Lepek se může skrytě vyskytovat i v jiných produktech než v potravinách. Jde například o léky, potravinové doplňky, zubní pasty, ústní vody, balzámy na rty a rtěnky či poštovní známky (Bascañán et al., 2017).



Tabulka 2: Skryté zdroje lepku (Upraveno dle Hoffmanová, 2019b, s. 164; Skyvová, 2016, s. 36)

Typ potravin	Příklady
Ovoce, zelenina a suché plody	Kandované, nakládané a konzervované ovoce, přesní dávky, nakládaná zelenina a hotové zeleninové pokrmy, pyré a rosoly, pražené a ochucené ořechy a semena
Dochucovadla	Dresinky, marinády, kečup, hořčice, majonézy, dresinky, sójová omáčka, bujónové kostky, kořenící směsi
Cukrovinky, polevy a pochutiny	Želatiny, glazury, ochucené čokolády, krémy, zmrzliny, pudinky, chipsy, křupky, popcorn, burizony, corn flakes, snídaňové cereálie
Masné a rybí výrobky	Uzeniny, paštiky, jelita a jitnice, krabí tyčinky, rybí a masové konzervy, zavináče, marinovaná a nakládaná masa
Alternativy masa	Robi, klaso
Nápoje	Hotové směsi na přípravu kávy, kávoviny, čokolády, frappé, kakao či izotonických nápoje, barevné destiláty, likéry, pivo
Ostatní	Plnidla léků a doplňků stravy, hostie a jiné náboženské pokrmy

### 3.2.3 Legislativa – označení bezlepkových potravin

Codex Alimentarius definuje lepek jako bílkovinnou frakci pšenice, žita, ječmene a ovsa či jejich kříženců a derivátů, která je rozpustná v 0,5 mol/l roztoku chloridu sodného a u některých osob vyvolává patologické reakce (Gabrovská et al., 2015).

Nařízení Evropského parlamentu a rady (EU) č. 1169/2011 ze dne 25. října 2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům stanovuje, že lepek, pokud je v potravinách přítomen, musí být uveden ve složení daného produktu a výrazně označen na jeho obalu.

Článek 3 odstavec 1 Prováděcího nařízení Komise (EU) č. 828/2014 o požadavcích na poskytování informací o nepřítomnosti či sníženém obsahu lepku v potravinách spotřebitelům dále definuje označení „bez lepku“ a „velmi nízký obsah lepku“ (Hoffmanová, 2019b). Označení „bez lepku“ může být uvedeno na potravinách, jež obsahují maximálně 20 mg lepku na kilogram daného výrobku ve stavu, ve kterém se dostává ke konečnému spotřebiteli (Gabrovská et al., 2015). Označení „velmi nízký obsah lepku“ může být na potravinách uvedeno tehdy, obsahují-li jednu či více složek vyrobených ze speciálně upravené pšenice, ječmene, žita, ovsa či jejich kříženců (Solařová, 2016). V těchto výrobcích může být obsaženo maximálně 100 mg lepku na kilogram daného výrobku ve stavu, ve kterém se dostává ke konečnému spotřebiteli (Gabrovská et al., 2015).

Dalším možným označením bezlepkových potravin je symbol přeškrtnutého klasu (Obrázek 2). Ten je registrován jako ochranná známka EU a je platný ve všech státech Evropské unie. Vlastníkem této známky je COELIAC UK a AO ECS (Association of European Celiac Societies) a možnost jejího užití mají výrobci bezlepkových potravin a maloobchodní prodejci bezlepkových potravin. Zájemce musí splnit přesná kritéria pro výrobu a kontrolu bezlepkových produktů a za udělení této ochranné známky platí poplatky. U symbolu musí být uvedeno registrační číslo, které zahrnuje kód země, kód výrobce a číslo výrobku (Kršková, 2016).



Obrázek 2: Symbol přeškrtnutého klasu (Hoffmanová et Gabrovská, 2015, s. 17)

Nad rámec výše uvedených legislativně upravených označení mohou být obaly produktů opatřeny i dalšími označeními, které mají spotřebiteli usnadnit orientaci při výběru potravin. Jde o označení tvrzeními typu „vhodné pro celiaky“ či „vhodné pro bezlepkovou dietu“ (Solařová, 2016). Při výběru potravin je nutné brát v potaz, že tato označení nejsou nijak legislativně ukotvena a nemohou tak nahradit legislativou stanovená označení (Hoffmanová, 2019b). Pro všechna alternativní označení platí, že je možné je užit pouze ve chvíli, kdy je produkt označen i dle oficiálních nařízení a neuvádí spotřebitele v omyl (Kršková, 2016).

Na obalech potravin se mohou objevit i dobrovolná označení preventivního charakteru jako je například „může obsahovat stopy lepku“. Výrobce tato označení užívá v rámci zodpovědného přístupu, kdy např. hrozí riziko nezáměrné kontaminace produktu. Cílem těchto označení je upozornit spotřebitele s alergií či nesnášenlivostí lepku na možné riziko (Kršková, 2016). Toto preventivní značení se používá pouze v případech, kdy alergen nebyl záměrně použit při výrobě produktu, ale produkt přesto může obsahovat malá množství daného alergenu, který do něj pronikl i přes realizaci všech preventivních opatření k zabránění kontaminace. Tato situace nastává především v provozech, kde se s daným alergenem běžně pracuje. Naopak, v provozech, kde se alergen běžně nevyskytuje, například v cukrovaru, toto označení nemá význam (Solařová, 2016).

V rámci prováděných kontrol se ukazuje, že detekovatelné množství alergenu se vyskytuje asi v 6–10 % produktů s označením „může obsahovat stopy“. Stopové množství alergenu není přesně definováno, dle SZPI jde o desetinásobek detekčního limitu pro daný alergen (Solařová, 2016).

### **3.2.4 Bezlepková dieta a stravování mimo domov**

Přestože se povědomí o bezlepkové dietě zlepšuje a sortiment bezlepkových produktů a jejich dostupnost se neustále zvyšuje, stravování mimo domov je pro pacienty odkázané na BLD stále rizikové. I přes nařízení o označování alergenů, které provozovateli stravovacích služeb ukládá povinnost označit obsah lepku v pokrmu číslem 1, je často nejasné, které pokrmy jsou pro BLD bezpečné a zda v dané provozovně nehrozí kontaminace lepkiem během přípravy pokrmu. Řada pacientů tak raději neriskuje a stravování mimo domov se vyhýbá, což může mít neblahý vliv na kvalitu života jedince (Hoffmanová et Gabrovská, 2015).

Data zaměřená na riziko kontaminace pokrmů lepkiem v provozovnách stravovacích služeb se různí s ohledem na region, kde byly výzkumy provedeny i s ohledem na typ pokrmů.

Ze studie provedené v USA, jež byla zaměřena na vzorky pokrmů, které byly označeny jako bezlepkové a čítala 5 624 vzorků, vyplývá, že až 32 % těchto pokrmů obsahovalo lepek v množství vyšším než 20 mg/kg. Nejčastěji pak došlo k této detekci u vzorků pizzy (53,2 %) a těstovin (50,8 %) (Lerner et al., 2019). Oproti tomu z výzkumu provedeného v oblasti italského Turína vyplývá, že ze všech 56 vzorků pizzy a jiných výrobků se základem z těsta, jež byly deklarovány jako bezlepkové, žádný nepřekročil limitní hranici lepku, 20 mg/kg (Bianchi et al., 2018). Studie provedená v Brazílii se zaměřovala na typické místní pokrmy, jež jsou založeny především na fazolích. Jsou proto považovány za přirozeně bezlepkové a pro BLD vhodné. Cílem bylo zjistit, jaké je riziko náhodné kontaminace těchto pokrmů lepkem. Odebráno bylo 180 vzorků pokrmů z 60 provozoven stravovacích služeb, především ze samoobslužných jídelen. Pouze 2,8 % zkoumaných vzorků obsahovalo lepek (Farage et al., 2019).

### **3.3 Celiakie**

#### **3.3.1 Charakteristika onemocnění**

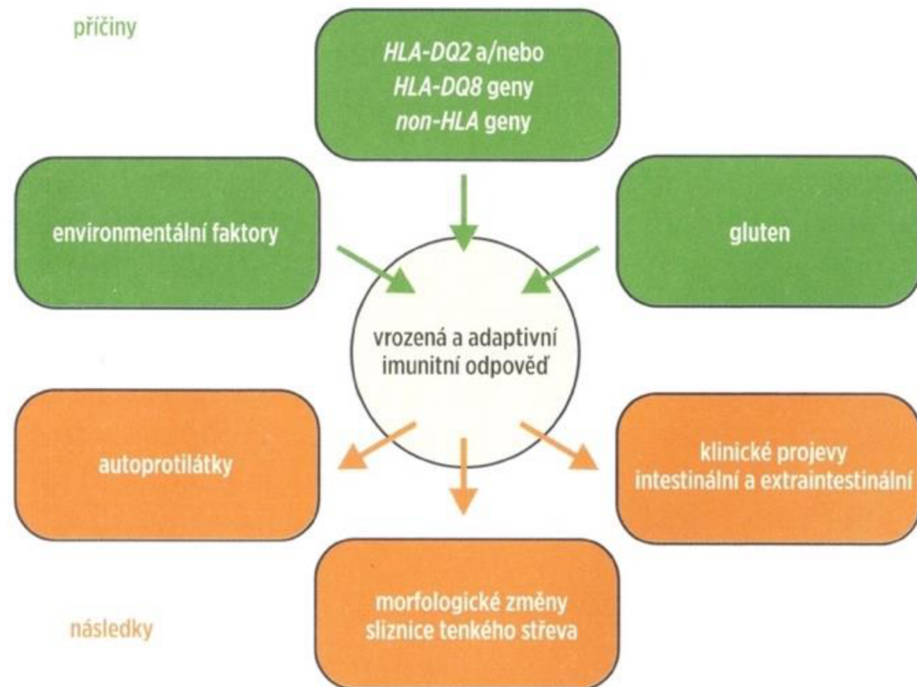
Celiakie neboli gluten senzitivní enteropatie je systémově imunitně zprostředkované celoživotní onemocnění, které je u geneticky predisponovaných jedinců vyvoláno konzumací lepku (glutenu) a jemu příbuzným prolaminů (Frühauf et al., 2016). U těchto jedinců dochází k tvorbě protilátek zaměřených proti strukturám vlastního střeva. V důsledku této autoimunitní reakce dochází ke vzniku charakteristických změn na sliznici tenkého střeva, jako je například atrofie klků střeva, jejich následná infiltrace zánětem či hypertrofií střevních krypt. Dochází i k funkčnímu poškození střev a s tím spojené malabsorpci a zvýšené propustnosti střeva (Křížová, 2019). Přestože jsou příznaky celiakie velmi variabilní, poškození sliznice tenkého střeva je z vyšetření patrné i u asymptomatických jedinců, kterým je diagnóza celiakie stanovena na základě laboratorních vyšetření, která poukážou například na přítomnost anémie (Frühauf et al., 2016).

#### **3.3.2 Etiologie a patogeneze onemocnění**

Celiakie je celosvětově rozšířené onemocnění, jehož globální prevalence se v současnosti pohybuje okolo 1,4 % (Singh et al., 2018). Celiakie postihuje obě pohlaví, 2–3x častěji se vyskytuje u žen (Vacková, 2020) a může propuknout v kterémkoliv období života od prvního kontaktu s lepkem (Frühauf et al., 2016). Z některých studií vyplývá, že mezi dva hlavní vrcholy výskytu celiakie patří první dva roky života a pak období mezi druhou a třetí dekádu života (Vacková, 2020). Prevalence výskytu celiakie se zvyšuje o 10–15 % u příbuzných první linie, pacientů s Downovým syndromem, nedostatkem protilátek třídy IgA či u diabetiků 1. typu (Caio et al., 2019).

Rozvoj celiakie je založen na dvou hlavních podmínkách – genetické dispozici a konzumaci lepku. Genetická predispozice pro rozvoj celiakie je vázána na haplotypy HLA-DQ2, HLA-DQ8. Až 40 % západní populace je nositelem jednoho či obou těchto haplotypů, k rozvoji celiakie však dochází přibližně jen u 3 % z nich. Předpokládá se tedy, že pro rozvoj celiakie jsou zásadní environmentální faktory, které tvoří impulzy působící jako spouštěče

kaskády imunopatologických reakcí vyvolaných konzumací lepku (Obrázek 3) (Hoffmanová, 2019b).



Obrázek 3: Příčiny a následky celiakie (Hoffmanová, 2019b, s. 66)

### 3.3.3 Celiakie a lepek

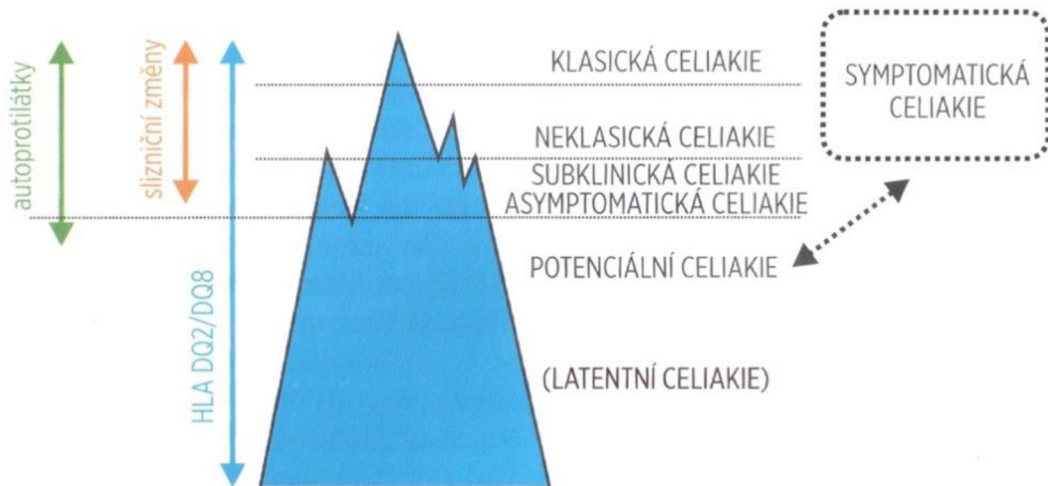
Mnohé glutenové bílkoviny obsahují tzv. patogenní sekvence aminokyselin. Jde o peptidy obsahující 8–50 aminokyselin s jejich přesně definovanými sekvencemi, které mají u predisponovaných jedinců schopnost vyvolávat imunopatologickou reakci. Tyto glutenové sekvence, jinak nazývané glutenové epitopy, působí jako antigenní struktury (Hoffmanová, 2019b).

Glutenové epitopy lze dělit do dvou skupin – toxické a imunogenní. Tyto skupiny epitop spouští dvě imunopatogenní dráhy celiakie. První z nich je iniciována toxickými glutenovými peptidy a vyvolává rychlou odpověď organismu prostřednictvím vrozeného imunitního systému. Jejím působením dochází k poškození epitelu sliznice střeva. Druhá z drah je zprostředkována imunopatogenními glutenovými peptidy. Probíhá v *lamina propria mucosae*, je spojena s aktivitou T-buněk a vyvolává pomalejší adaptivní odpověď organismu (Balakireva et Zamyatnin, 2016).

Je známo, že všechny glutenové proteiny obsahují imunopatogenní či toxické peptidy, liší se však v míře jejich imunopatogenity. Za nejméně imunopatogenní jsou považovány aveniny ovsa. Naopak za nejvíce imunogenní jsou považovány gliadinové peptidy pocházející z  $\alpha$ 2-gliadinu či z  $\gamma$ -gliadinu. U celiaků pak nejsilnější adaptivní odpověď vyvolává tzv. gliadin 33-mer, jde o  $\alpha$ 2-gliadinový fragment obsahující 33 aminokyselin, který je rezistentní k trávicím enzymům GIT (Hoffmanová, 2019b).

### 3.3.4 Klinický obraz celiakie

Projevy celiakie jsou velmi variabilní nejen ve své formě, ale i ve své intenzitě. Uvádí se, že pouze jeden ze 3–7 dospělých celiaků má příznaky provázenou formu celiakie. Tento jev je nazýván fenoménem ledovce (Obrázek 4) (Nevoral, 2013).



Obrázek 4: Fenomén ledovce – manifestace celiakie (Hoffmanová, 2019, s. 86)

#### Celiakie v dětském věku

V dětském věku od 7 do 14 měsíců se typicky vyskytnou příznaky klasické formy celiakie. Jde o gastrointestinální symptomy jako jsou chronické průjemy, bolesti břicha, břišní koliky, steatorea, nadýmání, nechutenství či zvracení (Hoffmanová, 2019b). Objevuje se také pro celiakii typické zvětšené břicho s promenujícím podbříškem, objemné stolice 1–3x denně, dítě neprospívá, trpí svalovou hypotonií a hypertrofií kosterního svalstva. Objevit se mohou i hypoproteinemické edémy (Nevoral, 2013).

Symptomy celiakie u dětí, u kterých se celiakie rozvíjí až v předškolním věku a později, se liší od výše uvedených. Průjemy jsou méně časté, intermitentní či variabilní (Nevoral, 2013). Objevovat se dále může břišní dyskomfort, zácpa, bolesti břicha či nadýmání. Z mimostřevních příznaků je pak zaznamenáván úbytek hmotnosti, poruchy růstu, opožděný nástup puberty, chronická únava, defekty zubní skloviny, osteopenie či poruchy chování (Hoffmanová, 2019b). Lze konstatovat, že u dětí školního věku se objevuje jen minimum střevních příznaků, převažují poruchy růstu v důsledku čehož mají typický malý vzrůst, chybí podkožní tuk a ve stoje je viditelné vyklenuté břicho. Na základě laboratorních testů je také často diagnostikována hypochromní anémie (Nevoral, 2013).

#### Celiakie dospělých

V dospělosti celiakie nejčastěji propuká mezi druhou a třetí dekadou. Dle míry klinických symptomů je pak rozdělována do několika skupin klinických forem celiakie. Symptomy celiakie v dospělosti jsou velmi variabilní (Vacková, 2020). Pro dětskou celiakii typické střevní příznaky a komplexní malabsorbční syndrom se vyskytují méně. Naopak

převažují nespecifické symptomy jako je nevykonnost, únava, ztráta hmotnosti, reflux či zácpa. Vyskytují se také extraintestinální příznaky spojené s poškozením dalších orgánových soustav (Hoffmanová, 2019b).

### **3.3.5 Klinické formy celiakie**

Celiakii lze dělit do několika skupin dle jejích symptomů, přítomnosti pro celiakii typických autoprotilátek a histologického nálezu na sliznici střeva (Tabulka 3). Jde o symptomatickou formu celiakie, které se dále dělí na klasickou a neklasickou, formu asymptomatickou, subklinickou, potenciální a refrakterní (Hoffmanová, 2019b).

#### **Klasická forma**

Klasická forma celiakie se vyznačuje známkami malabsorpce jako jsou například průjem, steatorea, nechutenství či úbytek na váze. Jde o symptomatologii vyskytující se především u dětí (Frühauf et al., 2016). Pro ně je typická i růstová retardace a celkové neprospívání (Hoffmanová, 2019b). Do symptomů je zahrnut i pozitivní nález pro celiakii typických autoprotilátek a histologické nálezy v podobě atrofie klků a vymizení slizniční léze (Vacková, 2020).

#### **Neklasická forma**

Neklasická forma celiakie není spojena se symptomy malabsorpce, přičemž jsou přítomny specifické autoprotilátky a je přítomen pozitivní histologický nález. V případě, že se objeví gastrointestinálními příznaky, jde o pro celiakii netypické projevy jako je reflux či zácpa. Častěji se objevují extraintestinální příznaky. Jde například o kožní příznaky, svalové a kostní projevy či hematologické, neurologické, reprodukční a psychické projevy (Hoffmanová, 2019b). Mezi další možné příznaky se řadí únavový syndrom, zvýšená koncentrace jaterních enzymů, dráždivý tračník či nevysvětlitelný úbytek váhy (Frühauf et al., 2016).

#### **Asymptomatická forma**

Asymptomatická forma celiakie je definována pozitivním histologickým nálezem i přítomností specifických autoprotilátek, přičemž se nevyskytují žádné další příznaky onemocnění (Hoffmanová, 2019b). Záchyt pacientů s touto formou celiakie probíhá především v rámci screeningu celiakie v rizikových skupinách. Typicky jde o výskyt v rodinách pacientů s celiakií (Nevoral, 2013).

#### **Subklinická forma**

Subklinická forma celiakie je doprovázena symptomy, které jsou na prahu klinické detekce (Frühauf et al., 2016). Při screeningu jsou však nalezeny pozitivní specifické autoprotilátky i pro celiakii typický histologický nález (Nevoral, 2013). Někteří pacienti jsou tak mylně považováni za asymptomatické, protože si své symptomy, jako je např. nevykonnost a únava, neuvědomují až do chvíle, kdy se po nasazení bezlepkové diety začnou cítit lépe (Hoffmanová, 2019b).

### Potenciální forma

Potenciální forma celiakie postihuje jedince, kteří dlouhodobě konzumují lepek, jsou nositeli typického HLA haplotypu a jsou u nich nalezeny specifické autoprotilátky, přičemž histologický nález zůstává negativní. Typický je výskyt u příbuzných celiaků (Nevoral, 2013). Tento typ celiakie se může, ale nemusí rozvinout do závažnější formy (Hoffmanová, 2019b). Důvodem pro plné rozvinutí celiakie může být dlouhodobý excesivní příjem lepku či sekundární rozvoj v důsledku střevních infekcí či jiných patologických faktorů (Nevoral, 2013).

### Refrakterní forma

Refrakterní forma celiakie je považována za komplikaci celiakie (Hoffmanová, 2019b). Vyznačuje se přetrváváním syndromů spojených s malabsorpcí a atrofií střevních klků, i přes dodržování bezlepkové diety po dobu delší než 12 měsíců. Nález autoprotilátek může, ale nemusí být negativní (Sahin, 2021). Při její diagnostice je nutné vyloučit jiné příčiny atrofie střevních klků či maligní onemocnění (Frühauf et al., 2016). Dále je také nutné zjistit, zda nedochází k chybám v rámci dodržování bezlepkové diety (Sahin, 2021).

Tabulka 3: Klinické formy celiakie (Upraveno dle Nevoral, 2020)

Formy	Protilátky	Biopsie	Příznaky
Klasická	+	+	Gastrointestinální
Neklasická	+	+	Extraintestinální
Subklinická	+	+	Na hranici klinického zjištění
Asymptomatická	+	+	Žádné
Potenciální	+	0	Žádné
Refrakterní	0	+	Gastrointestinální

### 3.3.6 Terapie celiakie

V současné době je jedinou účinnou léčbou celiakie striktní celoživotní bezlepková dieta. Jen bezlepkový režim vede k dosažení sérologické, histologické i klinické remise (Caio et al., 2019). Spolu s včasnou diagnostikou celiakie je její včasné zavedení a striktní dodržování nezbytné pro normalizaci absorpční a imunitní funkce střeva i celkového imunitního stavu organismu. Dlouhotrvající dobrá compliance k BLD vede ke snížení mortality i morbidity, zlepšuje kvalitu života pacientů s celiakií a snižuje riziko vzniku dlouhodobých komplikací (Hoffmanová, 2019b).

#### 3.3.6.1 Princip bezlepkové diety a bezlepkový režim

BLD je založena na absolutním vyloučení lepku ze stravy. Nutné je proto vyřadit všechny suroviny, potraviny i nápoje s obsahem pšenice, špaldy, žita, ječmene či jejich kříženců a některých odrůd ovsa (Hoffmanová, 2019b). Prolaminové frakce ovsa, aveniny, jsou oproti ostatním výše uvedeným obilovinám méně imunogenní. Riziková je však kontaminace ovsa jinými lepek obsahujícími obilovinami. Při jeho pěstování především ječmenem, dalším

rizikem je kontaminace ve výrobě například v důsledku nedokonalé sanitace strojních souprav před zpracováním ovsa (Frühauf, El-Lababidi, & Szitányi, 2018).

Při zavádění BLD je nutné myslet na její striktní dodržování. Nutné je odstranit nejenom zjevné zdroje lepku, jako jsou mouky či pečivo, ale i skryté zdroje lepku (Al-Toma et al., 2019). Skrytým zdrojem lepku jsou všechny potraviny, do kterých byl lepek přidán v rámci jejich zpracování. Jde například o instantní pokrmy, uzeniny, omáčky, masné i mléčné polotovary, koření směsi či dresinky (Hýsková, 2016). Lepek je dále využíván jako aditivum. Bývá součástí některých zahušťovadel, stabilizátorů či emulgátorů. Slouží především k vylepšení textury výrobků, úpravě jejich chuti, trvanlivosti či vlhkosti (Hoffmanová, 2019b).

Pro nově diagnostikované celiaky je nezbytné, aby si byli vědomi všech úskalí bezpečkového režimu. Striktní dodržování BLD je esenciální pro dosažení remise, a právě nevědomá či náhodná konzumace lepku může vést k přetrvávání symptomů celiakie. Důležité je proto porozumění nejenom správnému výběru potravin, ale i možným rizikům kontaminace lepkem a problematice stopového množství lepku v konzumovaných potravinách a pokrmech (Hoffmanová, 2019b).

V běžném životě v domácnosti je nutné, aby byla vyhrazena oddělená místa a nádoby pro skladování bezpečkových surovin a potravin tak, aby se zabránilo možné kontaminaci lepkem. Zároveň je nutné oddělit kuchyňské vybavení, specificky jde především o prkénka, dřevěné kuchyňské náčiní, topinkovače, toustovače či fritézy. Výše zmíněné předměty nelze vyčistit tak dokonale, aby se zamezilo riziku kontaminace (Hoffmanová, 2019b). Nutnost dvojích spotřebičů a ostatního kuchyňského náčiní může být redukována v případě důkladného čištění mezi jednotlivými použitími (Al-Toma et al., 2019).

Uvedeným bezpečkovým režimem by se měla řídit i veřejná stravovací zařízení poskytující bezpečkovou stravu. V ideálním případě jsou na těchto pracovištích provozy pro výrobu bezpečkových a běžných pokrmů zcela odděleny. Pacienti dodržující BLD však na tento fakt nemohou v rámci ochrany vlastního zdraví spoléhat a je tedy nutné, aby se při stravování mimo domov vhodně ptali a odhadli tak míru dodržování bezpečkového režimu v daném zařízení. Nelze spoléhat na deklaraci bezpečkovosti pokrmu v jídelním lístku a je nutné brát ohled na možnou nedostatečnou erudovanost personálu daného zařízení, který například může pokrmy nevědomě kontaminovat (Hoffmanová, 2019b).

zařízení, který například může pokrmy nevědomě kontaminovat (Hoffmanová, 2019b).

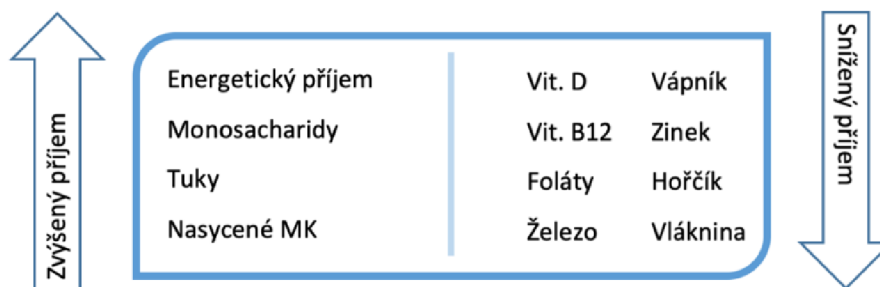
### **3.3.6.2 Nutriční specifika bezpečkové diety**

V porovnání s běžnou stravou má BLD rozdílné složení, především co do poměrů jednotlivých živin. Obecně platí, že velký příjem denní energie je v BLD tvořen tuky. Energetický příjem z příloh, jako jsou těstoviny či pečivo, je pro jejich složení vyšší. Často obsahují například rýžovou mouku bohatou na škrob či ovesnou mouku bohatou na tuky, zároveň však obsahují menší množství bílkovin než pšeničné výrobky. Z důvodu deficitu bílkovin v BL produktech jsou často obohacovány moukou z teffu, quinoj či pohanky. Bývají přidávány i luštěninové mouky či mléčná a vaječná bílkovina. Zároveň jsou oproti pšeničným produktům bezpečkové produkty méně bohaté na sacharidy, což je způsobeno přidáváním tukových a bílkovinných složek při výrobě (Hýsková, 2016). BL potraviny mívají i vyšší glykemický index (Al-Toma et al., 2019).



Výše uvedené vlastnosti BL potravin, především pak nepoměr hlavních živin, vystavují pacienty dodržující BLD vyššímu riziku rozvoje onemocnění jako je obezita, ateroskleróza, dyslipidemie či inzulinová rezistence (Makovicky et al., 2020). V současnosti prevalence nadváhy a obezity u celiaků stoupá. Z některých studií vyplývá, že až 40 % celiaků trpí nadváhou a téměř 13 % obezitou (Al-Toma et al., 2019).

Vyřazení lepek obsahujících potravin vede i k omezení příjmu hodnotných zdrojů vlákniny, vitamínů skupiny B či minerálních látek jako jsou zinek, selen či železo (Pekárková, 2020). Nevhodně složená BLD může být také deficitní v obsahu vitamínu A, D, hořčíku a železa (Vici et al., 2016) (Obrázek 5).



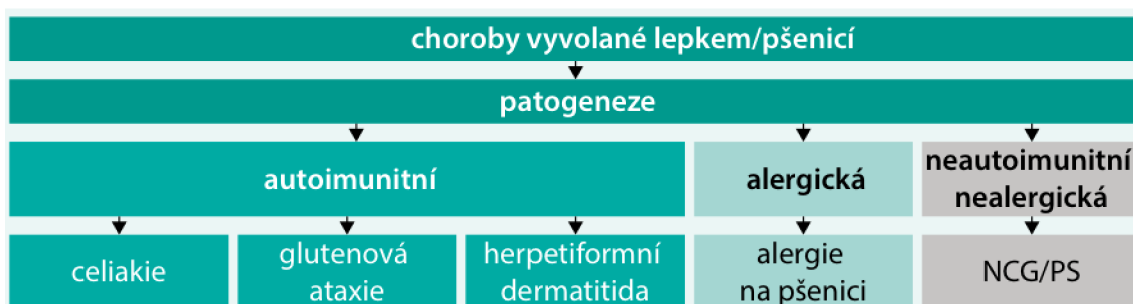
Obrázek 5: Nutriční specifika bezlepkové diety (Upraveno dle Vici et al., 2016)

V časopise *Nutrients* byla publikovaná metaanalýza zaměřená na rozdíly v obsahu živin obsažených v běžné a bezlepkové stravě. Vyplývá z ní, že nejvýznamnější rozdíl je v obsahu přijímané vlákniny (Taetzsch et al., 2018). Právě pro tento deficit jsou bezlepkové výrobky obohacovány o vlákninu ve formě neškrobových polysacharidů. Jde např. o inulin, hrachovou vlákninu či  $\beta$ -glukan (Hýsková, 2016).

Vzhledem ke zvýšenému riziku rozvoje sekundární osteoporózy je u pacientů dodržujících BLD nutný dostatečný příjem kvalitních bílkovin. U pacientů s celiakií se doporučuje lehce vyšší příjem bílkovin než u běžné populace. Jde zhruba o 1,2 g bílkovin na kilogram tělesné hmotnosti za den. Za účelem doplnění vápníku a vitamínu D je doporučována konzumace mléka a mléčných výrobků. V případě, že pacienti zároveň trpí laktózovou intolerancí, je vhodné tyto mikronutrienty suplementovat (Husby et al., 2020). Z obilovin je na vápník bohatý amarant, teff či quinoa (Hoffmanová et al., 2019). Mezi zdroje vitamínu D pak krom mléčných výrobků patří tučné ryby, vejce či fortifikované mouky a džusy (Hoffmanová, 2019b).

### 3.4 Další onemocnění asociovaná s lepkem

Onemocnění asociovaná s lepkem lze rozdělit dle jejich patogeneze do tří skupin – autoimunitní, alergické a neautoimunitní nealergické choroby (Obrázek 6) (Hoffmanová, 2019a). Popisována je pak především celiakie, neceliakální glutenová senzitivita (NCGS) a alergie na pšenici. Celiakie a alergie na pšenici patří mezi nejrozšířenější imunitně zprostředkované patologické reakce spojené s konzumací pšenice. U pacientů trpících citlivostí na lepek, přičemž byly vyloučeny alergické a autoimunitní mechanismy vzniku reakce, pak hovoříme o tzv. neceliakální glutenové senzitivě (Roszkowska et al., 2019).



Obrázek 6: Rozdělení chorob vyvolaných pšenicí dle patogeneze (Hoffmanová, 2019a)

### 3.4.1.1 Neceliakální glutenová senzitivita

Neceliakální glutenová senzitivita (NCGS) neboli pšeničná senzitivita je popisována jako syndrom s širokým spektrem gastrointestinálních i extraintestinálních symptomů, které jsou spojeny s konzumací lepku či pšenice a jí příbuzných obilovin. Zároveň je však u těchto pacientů vyloučena celiakie a alergie na pšenici (Hoffmanová, 2019a). U pacientů nejsou tedy nalezeny specifické protilátky ani pro celiakii typický histologický nález na sliznici střeva. Po nasazení bezlepkové diety dochází k vymizení všech symptomů (Czaja-Bulsa, 2015).

Patogeneze tohoto syndromu není doposud zcela známa a není jasné, která komponenta obilného zrna je spouštěčem patologických reakcí (Nevoral, 2013). Projevy NCGS se mohou překrývat s příznaky dráždivého tračníku či jinými onemocněními spojenými se střevní funkcí (Cabanillas, 2020). Výskyt NCGS je dle některých autorů 5x častější u žen než u mužů a propuká většinou kolo čtvrté dekády života (Hoffmanová, 2019b).

### 3.4.1.2 Glutenová ataxie

Glutenová ataxie je popisována jako autoimunitní onemocnění CNS, specificky mozečku, které je vyvoláno působením lepku. Dochází při ní ke zkřížené reakci mezi Purkyňovými buňkami mozečku a určitými antigenními epitopy glutenu. Glutenová ataxie se může vyskytovat v kombinaci s celiakií, není to však pravidlem (Hoffmanová et Sánchez, 2015). Mezi příznaky patří poruchy chůze, ataxie horních končetin, poruchy zraku či třesy a záškuby různých částí těla (Sabença et al., 2021).

### 3.4.1.3 Herpetiformní dermatitida

Herpetiformní dermatitida neboli dermatitis herpetiformis Duhring je kožním projevem imunitně mediované enteropatie vyvolané působením lepku. V literatuře je proto označována jako „kožní formu celiakie“. Projevuje se intenzivně svědicími puchýřky, které připomínají opary (Hoffmanová et Sánchez, 2015). Tyto puchýřky se objevují v symetrických útvech v oblasti extenzorů horních i dolních končetin, v křížové oblasti zad a na hýždích (Antiga et al., 2019).

#### 3.4.1.4 Alergie na lepek

Pšeničná mouka je jeden z nejrozšířenějších potravinových alergenů vyvolávající trávicí, respirační i kožní symptomy, které mohou být zprostředkovány IgE i non-IgE mediovými reakcemi (Šetinová, 2016).

IgE zprostředkovaná reakce se objevuje v intervalu od několika minut do pár hodin od kontaktu s alergenem. Alergen vyvolává reakci po jeho přímé konzumaci, vdechnutí či kontaktu s pokožkou. Nejčastější gastrointestinální příznaky jsou nauzea, průjem, zvracení a bolesti břicha, kožní projevy jsou spojeny se svěděním, zčervenáním místa kontaktu či rozvojem exantému, respirační projevy jsou spojeny s rozvojem astmatu či nazální kongesce, docházet může i k otoku a v nejtěžších případech až k anafylaktické reakci (Sabença et al., 2021).

Non-IgE reakce se typicky objevuje do dvou hodin od požití alergenu a bývá spojena se zvracením a průjmy. Až několik dní pak mohou přetrvávat bolesti hlavy a kloubů (Sabença et al., 2021).

Alergie na lepek se vyskytuje především v dětském věku, přičemž postižené dítě obvykle trpí více potravinovými alergiemi a mezi jejichž hlavní projevy patří atopický ekzém. Rozvoji alergie může přispět i oddalování zavedení lepku do stravy dítěte. Pokud není lepek zaveden v období tzv. imunologického okna mezi 4. a 6. měsícem života zvyšuje se riziko rozvoje imunologické senzibilizace (Šetinová, 2016).

V dospělosti je pak typická tzv. WDEIA (wheat-dependent exercise-induced anaphylaxis). Jde o anafylaxi vyvolanou vysokou fyzickou námahou po více než dvou hodinách od konzumace alergenu. Další pšenicí vyvolanou alergií vyskytující se v dospělosti je tzv. pekařské astma, které je založené na pravidelném vdechování mouky (Šetinová, 2016).

## 4 Materiál a metodika

Praktická část této diplomové práce byla rozdělena do tří částí. První část se zaměřovala na průzkum sortimentu bezpečkových produktů v provozovnách rychlého občerstvení. Hodnocena byla šíře sortimentu, úroveň jeho značení a nutriční kvality pokrmů z pohledu racionální výživy. Druhá část se zabývala sběrem vzorků vybraných bezpečkových pokrmů v provozovnách rychlého občerstvení a následnou analýzou obsahu lepku v těchto pokrmech pomocí metody ELISA. Závěrečná třetí část se pak zaměřovala na vytvoření tří BL receptur vhodných pro prodej v provozovnách rychlého občerstvení, přičemž jeden z pokrmů měl být standardního složení, jeden z pokrmů měl být bezlaktózový a jeden vegetariánský. Pokrmy dle těchto receptur byly následně připraveny v praxi, bylo u nich stanoveno jejich nutriční složení dle platné legislativy a bylo provedeno jejich senzorické hodnocení.

### 4.1 Materiál a metody

#### 4.1.1 Průzkum sortimentu bezpečkových produktů v provozovnách rychlého občerstvení

Pro první část praktické části této diplomové práce byla použita dostupná menu deseti provozoven rychlého občerstvení (Tabulka 4), a to jak ve fyzické formě v kamenných prodejnách, tak v online formě v případě, že dané podniky měly webové stránky.

V nabídce těchto provozoven byly nalezeny pokrmy, které byly deklarovány jako bezpečkové či jejich deklarované složení vedlo k předpokladu, že je lze považovat za bezpečkové. Následně byla zhodnocena šíře bezpečkového sortimentu, jeho nutriční kvalita z pohledu racionální výživy a úroveň označení alergenů.

Tabulka 4: Seznam zkoumaných provozoven

ID	Provozovna	ID	Provozovna
1	McDonald's	6	Šmak České kuchyně
2	KFC	7	Thai Thai
3	Bageterie Boulevard	8	Fabbricia pizza
4	Burrito Loco	9	Kebab Palmovka
5	Bombay Express	10	Ugo

#### 4.1.2 Analýza obsahu lepku ve vybraných vzorcích

Pro druhou část praktické části bylo zakoupeno dvacet pokrmů ve dvanácti provozovnách rychlého občerstvení, z nichž bylo odebráno dvacet dva vzorků (Tabulka 5). Pro uchování těchto vzorků byly použity plastové uzavíratelné kelímky, skleněné sterilní lékovky a plastové mikrovialky, v závislosti na fázi přípravy těchto vzorků. Pro samotnou přípravu vzorků byly využity analytické váhy, laboratorní mlýnek, elektrická vodní lázeň, laboratorní třepačka, laboratorní digestoř a automatické pipety. K extrakci vzorku bylo použito extrakční činidlo Cocktail (patented) (R7006) od společnosti R-biopharm a 80% ethanol. Pro ELISA analýzu zaměřenou na přítomnost lepku ve vzorcích byla použita činidla a standardy, které byly

obsaženy v sadě RIDASCREEN® Gliadin (Art. No. R7001) od firmy R-biopharm a destilovaná voda.

Tabulka 5: Získané vzorky

ID	Vzorek	Provozovna
P1	Hranolky	KFC
P2	Hranolky	McDonald's
P3	Nudle (vejce, zelenina)	ThaiThai
P4	McRoyal (BL houska)	McDonald's
P5	BL bageta Caesar	Bageterie Boulevard
P6	Hranolky	Ikea
P7	Bezmasý gyros	Ikea
P8	Bramborová směs (soté)	Dhaba Beas
P9	Smetanové kari s panýrem	Dhaba Beas
P10	Salát s rýžovými nudlemi, cibulka, arašíd	Dhaba Beas
P11	Sweet chilli sójové řezance	Dhaba Beas
P12	Nachos natural + sýrová omáčka	Cinestar
P13	Nachos natural + salsa	Cinestar
P14	Tofu v sójové omáčce	Loving Hut
P15	Tofu v pikantní omáčce	Loving Hut
P16	Kebab se salátem a rýží + dresink	Kebab Palmovka
P17	Kebab se salátem a rýží	Kebab Palmovka
P18	Taco classic s kuřecím masem	Burrito Loco
P19	Butter chicken	Bombay Express
P20	Panner tikka masala	Bombay Express
P21	Farmářský salát	Ugo
P22	Farmářský salát + jogurtový dresink	Ugo

Ze zakoupených pokrmů byly hned po zakoupení odebrány vzorky, které byly uloženy do plastových uzavíratelných kelímků, ty byly následně v termoboxu odvezeny na pracoviště VÚPP. Zde byly vzorky homogenizovány pomocí laboratorního mlýnku. Následně byla provedena navážka homogenizované hmoty, o hmotnosti 0,25 g, do skleněných lékovek. Od každého vzorku byly takto odebrány dvě navážky.

Pro extrakci těchto vzorků bylo použito extrakční činidlo Cocktail (patented) od společnosti R-biopharm, které bylo v objemu 2,5 ml přidáno k navážkám. Vzorky byly následně důkladně promíchány a vloženy do vodní lázně o teplotě 50 °C po dobu 40 minut, přičemž byly vzorky každých 10 minut promíchány. Poté byly vzorky zchlazeny na pokojovou teplotu a následovalo přidání 7,5 ml 80% ethanolu. Takto připravené vzorky byly umístěny do třepačky, kde byly promíchávány po dobu 60 minut. Připravené vzorky byly po dobu jednoho týdne uloženy v chladničce. Takto odstáté vzorky byly následně podrobeny ELISA analýze dle návodu výrobce, jenž byl součástí sady RIDASCREEN® Gliadin (Art. No. R7001) od firmy R-biopharm.

### 4.1.3 Nové bezlepkové receptury

#### Příprava pokrmů

Pro třetí část praktické části této diplomové práce byly navrženy tři receptury pro přípravu bezlepkových, nutričně plnohodnotných pokrmů, které by bylo možné připravit a prodávat v provozovnách rychlého občerstvení.

Byly zakoupeny suroviny pro přípravu tří bezlepkových pokrmů: bezlepkové tortilly s kuřecím masem, letních závitků s pohankou a vaječnou omeletou a quinoového salátu s tempehem (Obrázek 7). Pokrmy byly následně připravovány v experimentální kuchyni VÚPP. Pro jejich přípravu byla nezbytné analytické váhy, ploténka, pánev, kastrol, miska, sklenice, obracečka, talíř, nůž, vidlička, škrabka, prkénko a lžíce.

Obrázek 7: Suroviny na přípravu pokrmů  
(Zprava: Tortilla s kuřecím masem, letní závitky, quinoový salát)



#### Bezlepková tortilla s kuřecím masem

##### Suroviny:

- Schär Wraps – bezlepková tortilla – 80 g
- Kuřecí prsa – 80 g
- Rajče – 20 g
- Čedar – 20 g
- Olej řepkový – 10 ml
- Sůl

Pomocí analytické váhy bylo odváženo potřebné množství použitých surovin. Kuřecí prsa byla nařezána na nudličky, osolena a osmažena na pánvi na indukční ploténce na malém množství řepkového oleje. Rajče a čedar byly nakrájeny na kostičky. Bezlepková tortilla byla z jedné poloviny pokladena osmaženým kuřecím masem, nakrájeným rajčetem a čedarem, poté byla tato polovina přiklopena druhou polovinou použité tortilly. Takto naplněná tortilla byla

následně na sucho zapečena na pánvi. Na závěr byla takto připravená tortilla rozříznuta na čtvrtiny.

### **Letní závitky s pohankou a vaječnou omeletou**

#### **Suroviny (1 závitek):**

- Rýžový papír – 1 list (cca 5 g)
- Vejce – 1 ks (cca 55 g)
- Pohanka (vařená) – 40 g
- Mrkev – 30 g
- Řapíkatý celer – 30 g
- Sójová omáčka – 3 ml
- Sweet-Chilli omáčka – 10 ml
- Olej řepkový – 10 ml
- Voda
- Sůl

Mrkev a řapíkatý celer byly oškrábány pomocí škrabky. Pomocí analytické váhy bylo odváženo potřebné množství všech použitých surovin. Řapíkatý celer a mrkev byly nakrájeny na hranolky. Potřebné množství pohanky bylo odváženo do sklenice a přesypáno do hrnce. Následně byla sklenice naplněna vodou do dvojnásobku objemu pohanky. Voda byla přidána k pohance spolu se špetkou soli. Tato směs byla přivedena k varu a vařena po dobu 15 minut, dokud nebyla vstřebána všechna voda. Vejce bylo rozklepnuto do misky a ochuceno sójovou omáčkou bez lepku. Takto připravená směs byla vyšlehána pomocí vidličky a následně usmažena na pánvi na indukční ploténce na malém množství řepkového oleje. Připravená omeleta byla nařezána na nudličky. Rýžový papír byl namočen do vlažné vody a následně byl přesunut na prkénko. Jeho střed byl pokladen zeleninou, omeletou a uvařenou pohankou, která byla zakápnuta sweet-chilli omáčkou. Takto naplněný rýžový papír byl na závěr zavinut do formy závitku.

### **Quinoový salát s tempehem**

#### **Suroviny:**

- Quinoa předvařená – 55 g
- Tempeh marinovaný – 65 g
- Konzervovaná kukuřice – 25 g
- Konzervované červené fazole – 25 g
- Rajče – 25 g
- Řapíkatý celer – 25 g
- Olej olivový – 5 ml
- Vinný ocet – 5 ml
- Med – 5 g

Pomocí analytické váhy bylo odváženo potřebné množství použitých surovin. Řapíkatý celer a rajče byly nakrájeny na kostičky a přidány do misky, dále k nim byla přidána

konzervovaná kukuřice, červené fazole a předvařená quinoa. V jiné misce byla vymíchána emulze z olivového oleje, vinného octa a medu, která byla přidána ke směsi a vše bylo důkladně promícháno. Na závěr byl na kostičky nakrájen tempeh, který byl přidán navrch směsi.

### Analýza nutričního složení pokrmů

Připravené pokrmy byly následně homogenizovány pomocí laboratorního mlýnku a uchovávány v lednici v plastových kelímcích s víčkem. Takto připravené vzorky byly dále předány laboratoři VÚPP ke stanovení nutričních hodnot pokrmů.

Stanovena byla celková sušina lyofilizovaného vzorku a sušina v čerstvém vzorku, popel, obsah tuků, mastných kyselin, cukrů, bílkovin, vlákniny potravy v lyofilizovaném vzorku a vlákniny v čerstvém vzorku a obsah soli. Následně bylo dopočítáno celkové množství sacharidů, energetická hodnota pokrmů a procento z denního referenčního příjmu pro porci daného pokrmu. Výpočet celkového množství sacharidů byl získán dopočtem z celkového množství sušiny, bílkovin, tuku, popela a vlákniny. Výpočet energetické hodnoty byl proveden dle přílohy XIV Nařízení 1169/2011. Pro výpočet byly použity energetické hodnoty základních živin v kJ a kcal, jež jsou zaneseny ve výše uvedeném Nařízení (Tabulka 6) pomocí následujícího vzorce:

$$\text{Energetická hodnota (v kJ)} = 17 \cdot (X_{\text{Bílkoviny}}) + 37 \cdot (X_{\text{Tuky}}) + 17 \cdot (X_{\text{Sacharidy}}) + 8 \cdot (X_{\text{Vláknina v čerstvém vzorku}})$$

$$\text{Energetická hodnota (v kcal)} = 4 \cdot (X_{\text{Bílkoviny}}) + 9 \cdot (X_{\text{Tuky}}) + 4 \cdot (X_{\text{Sacharidy}}) + 2 \cdot (X_{\text{Vláknina v čerstvém vzorku}})$$

Tabulka 6: Energetické hodnoty základních živin (Evropský parlament a Rada Evropské unie, 2011)

Energie	kJ	kcal
Tuky	38	9
Sacharidy	17	4
Bílkoviny	17	4
Vláknina	8	2

Výpočet procenta z denního referenčního příjmu pro porci daného pokrmu byl vypočítán na základě referenčních hodnot, které jsou také součástí výše uvedeného nařízení (Tabulka 7).

Tabulka 7: Referenční hodnoty příjmu pro energetickou hodnotu a vybrané živiny u dospělých osob (Evropský parlament a Rada Evropské unie, 2011)

Výživový údaj	Referenční hodnota denního příjmu u dospělých osob
Energetická hodnota	8 400 kJ / 2000 kcal
Tuky	70 g
z toho nasycené MK	20 g
Sacharidy	260 g
z toho cukry	90 g
Bílkoviny	50 g
Sůl	6 g



Obsah sušiny byl stanovován pomocí sušení při 105 °C do konstantního úbytku hmotnosti. Obsah popela byl zjištěn pomocí žháním při teplotě 545 °C. Obsah bílkoviny byl stanoven dle Kjeldahla. Tuky byly stanovovány po kyselé hydrolyze a extrakci chloroformem. Dle metody AOAC Official Method 922.06 (modified). Následovalo stanovení mastných kyselin po převedení na methylestery pomocí plynové chromatografie dle normy ČSN EN ISO 12966-2:2011. Sůl byla stanovena iontově selektivní elektrodou Ross Sure Sodium 8611 BNWF na přístroji Orion Versa Star. Vlákna potravy byla stanovena enzym gravimetrickou metodou AOAC Official Method 985.29, 991.42. Použit byl enzymový set Bioquant od firmy Merck. Stanovena byla celková, rozpustná a nerozpustná vlákna. Cukry byly stanoveny kapalinovou chromatografií po separaci na koloně Purospher® STAR NH2 (5 µm) a refraktometrické detekci (HPLC RID).

Obsah lepku v pokrmech nebyl stanovován na základě předpokladu, že zakoupené potraviny nebyly kontaminovány lepem a experimentální kuchyň i použité kuchyňské náčiní byly před zahájením výzkumu důkladně sanitovány čímž bylo zabráněno kontaminaci během výroby pokrmů.

### Senzorické hodnocení

Senzorické hodnocení tří vzorků bezpečkových pokrmů proběhlo dne 3. 3. 2022 v místnosti speciálně vybavené pro senzorní hodnocení potravin ve VÚPP (Obrázek 8). Panel posuzovatelů byl tvořen 12 školenými odborníky. Před samotným hodnocením byli asesoři kontrolováni z hlediska aktuálního zdravotního stavu a byli seznámeni s cílem analýzy.

Obrázek 8: Senzorické hodnocení (Zleva: sada vzorků, kóje připravená pro hodnotitele, hodnocení)



Předložené vzorky bezpečkových pokrmů byly hodnoceny stupnicovou metodou s použitím grafické stupnice a pomocí pořadového testu, kde byly pokrmy řazeny podle klesající příjemnosti (Příloha 1). Výsledky hodnocení vybraných senzorních deskriptorů byly zaznamenávány na úsečku dlouhou 100 mm s vyznačením znaménka na místě, jehož poloha je úměrná vjemu sledovaného znaku.

Z vybraných senzorních deskriptorů byly posuzovány příjemnost vzhledu, vůně, chuti, intenzita pachuti a celkový dojem. Využita byla stupnice 0–100 bodů: vzhled, vůně, chuť, textura, celkový dojem, kdy 0 = vynikající, 100 = velmi špatný. V případě intenzity pachuti pak

0 = nepřítomna, 100 = velmi silná. U pořadového testu, kde byly pokrmy řazeny podle klesající příjemnosti, byly pokrmy označeny pomocí čísel, kdy 1 = nejlepší a 3 = nejhorší.

V rámci statistického zpracování dat byl proveden Shapiro-Wilkův test normality (hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ ; podle výsledku testu byla střední hodnota vyjádřena jako průměr, popř. medián), Dean-Dixonův test ( $Q_{krit} = 0,361$  ( $n = 12$ ),  $Q_{krit} = 0,392$  ( $n = 11$ ), hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ ) na stanovení odlehlých výsledků a v případě pořadového testu Friedmanův test (hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ ). Získaná data byla zpracována ve statistickém softwaru STATVYD verze 2.0 beta.

## 5 Výsledky

### 5.1 Průzkum sortimentu bezpečkových produktů v provozovnách rychlého občerstvení

Z průzkumu sortimentu vybraných provozoven rychlého občerstvení vyplývá, že pouze dvě z deseti zkoumaných provozoven neposkytují plnohodnotný hlavní pokrm v BL variantě. Jde o řetězec KFC a Šmak české kuchyně. Dvě z provozoven s plnohodnotným BL sortimentem lze však s ohledem na provedené studie (viz 3.2.4.) poukazující na riziko kontaminace lepkem a výsledků ELISA analýzy provedené v rámci praktické části této diplomové práce (viz 5.2) považovat za rizikové. Jde o provozovny nabízející pizzu a kebab. Přesné nutriční hodnoty pokrmů jsou pak dostupné pouze u čtyřech z deseti zkoumaných provozoven. Jde o řetězce McDonald's, KFC, Bageterie Boulevard a Ugo.

Úroveň značení alergenů s ohledem na pohodlí zákazníků se různí. Sedm z deseti provozoven má snadno dostupný výčet alergenů u jednotlivých pokrmů přímo v provozovně či na webových stránkách. Jedná se především o přehledné tabulky s názvem pokrmů a alergeny označenými dle platné legislativy pomocí čísel. Zbylé tři provozovny, Burrito Loco, Šmak české kuchyně a Kebab Palmovka, nemají dostupný seznam pokrmů s vyznačenými alergeny ani v provozovně, ani na webu. Informace o alergenech je nutné vyžádat od obsluhy provozovny.

Šíře bezpečkového sortimentu v jednotlivých provozovnách se také značně liší. Z 10 zkoumaných provozoven je v šesti z nich možné vybírat z více než dvou variant bezpečkových pokrmů. Jde o řetězce McDonald's, Bageterie Boulevard, Burrito Loco, Bombay Express, Thai Thai a Ugo. Méně rozmanitý je pak výběr bezmasých pokrmů, které jsou dostupné v pěti ze zkoumaných provozoven, z nichž každá nabízí alespoň dvě bezmasé varianty bezpečkových pokrmů. Jde o řetězce Bageterie Boulevard, Burrito Loco, Bombay Express, Thai Thai a Ugo. Ve třech provozovnách je možné zakoupit i bezpečkový dezert či sladkou svačinu. Jde o řetězce McDonald's, KFC a Ugo.

V mnoha případech je rozmanitost sortimentu podmíněna sezonními nabídkami či odlišnými nabídkami na jednotlivých pobočkách daného podniku. Například řetězec KFC je schopen poskytnout plnohodnotný bezpečkový pokrm během vybraných sezonních nabídek, ve stále nabídce však nikoli. Řetězec Burrito Loco má velmi variabilní menu na každé z provozoven, nelze tedy spoléhat, že každá provozovna bude mít stejně širokou nabídku bezpečkových pokrmů. Problémové je také tzv. preventivní označování alergenů u pokrmů připravovaných z přirozeně bezpečkových potravin, které zužuje sortiment bezpečkových pokrmů. Jde například o smažené nudle se zeleninou a vejcem z provozovny Thai Thai, které byly v přehledu alergenů označeny číslem 1. Následná analýza obsahu lepku však nadlimitní obsah lepku neprokázala (viz 5.2).

Typy dostupných pokrmů se liší dle typu řetězce rychlého občerstvení. McDonald's nabízí tři typy hamburgerů s bezpečkovým pečivem, hranolky a dva typy salátů, přičemž salát Caesar je nutné žádat bez krutonů.

KFC ve stálé nabídce nabízí pouze bezpečkové přílohy, jako je salát Coleslaw či vařená kukuřice. Preventivní označení ve znění „mohou obsahovat lepek“ pak nesou bramborové

hranolky a lupínky, které ale mohou být považovány za přirozeně bezlepkové. Analýza provedená v rámci této závěrečné práce navíc prokázala, že hranolky z KFC lepek v nadlimitním množství neobsahují (viz 5.2).

Bageterie Boulevard nabízí pro přípravu baget bezlepkové pečivo a deklaruje, že všechny jejich dresinky jsou bezlepkové. V náplni baget pak lze vybírat z masových i bezmasých variant. Dále v nabídce nalezneme saláty (zahradní salát a salát Caesar bez krutonů) a polévky (dle denní nabídky), které jsou bezlepkové ve chvíli, kdy se podávají bez krutonů.

Burrito Loco nabízí řadu pokrmů se základem z kukuřičných tacos či s rýží. Jde například o taco saláty, burrito bowl či klasické taco. Všechny tyto pokrmy jsou dostupné ve variantě s masem i v bezmasé variantě.

Bombay Express nabízí řadu přirozeně bezlepkových indických pokrmů. Nalezneme zde masové varianty i varianty bez masa, řada pokrmů je také založena na luštěninách, například čočkový dhal. Přílohou pak může být rýže či dosa – typická indická placka z rýžové a fazolové mouky.

V řetězci Šmak české kuchyně nebylo možné získat dostatek informací pro hodnocení pokrmů z pohledu BLD. V nabídce se však objevují pokrmy jako grilovaná mozzarella ve slaninovém kabátku s grilovanou zeleninou, různé typy přírodních masových plátků s bramborem či salát s kuřecím masem. Tyto pokrmy lze považovat za přirozeně bezlepkové, ale vzhledem k tomu, že není známa receptura přípravy pokrmů, u kterých navíc není dostupný přehledný seznam alergenů, nelze na tento předpoklad spoléhat.

Thai Thai nabízí řadu asijských pokrmů z přirozeně bezlepkových surovin. Jde například o kuřecí či hovězí variantu polévky Pho, pikantní polévky s kokosovým mlékem, salát Lab Kai s kuřecím masem, papájový salát, různé typy kari s masem, krevetami či tofu a dále smaženou rýži a rýžové či skleněné nudle. U řady zmíněných pokrmů se však objevuje preventivní značení obsahu lepku, které se ale na základě výsledků analýzy obsahu lepku provedené v rámci této závěrečné práce, zdá být neopodstatněné (viz 5.2).

Fabbricia pizza nabízí možnost bezlepkového korpusu na pizzu s možností volby náplně pizzy. Jak už ale bylo zmíněno výše, provozovny tohoto typu představují riziko z hlediska kontaminace v provozu.

Kebab Palmovka poskytuje informace o alergenech pouze na vyžádání u obsluhy. Výběr proto závisí na předpokladu, že pokrmy lze vzhledem k použitým surovinám považovat za přirozeně bezlepkové. V tomto případě by se jako vhodný pokrm jevil kebab se salátem a rýží. Analýza obsahu lepku provedené v rámci této závěrečné práce ale prokázala detekovatelný obsah lepku v tomto pokrmu (viz 5.2).

Řetězec Ugo nabízí řadu bezlepkových pokrmů. Deklarují, že kromě pokrmů jejichž součástí je tortilla, pečivo či krutony, jsou jejich pokrmy zcela bezlepkové. Sortiment tak nabízí řadu salátů v masových i nemasových variantách, polévky dle denní nabídky i svačiny jako chia pudink či tvarohovo-jogurtový krém s jahodovo-malinovým pyré.

## 5.2 Analýza obsahu lepku ve vybraných vzorcích

Pro výsledné hodnocení výsledků ELISA analýzy byly použita kalibrační křivka. Pro výsledné hodnocení výsledků ELISA analýzou byla použita kalibrační křivka. Hodnota prvního kalibrátoru udává tzv. limit kvantifikace. Pokud naměřená hodnota absorbance A450 vzorku nepřekročila hodnotu absorbance A450 prvního kalibrátoru, byl obsah lepku ve vzorku nižší než 5 mg/kg a v tabulce je uvedeno pouze menší než 5 mg/kg. Překročila-li naměřená hodnota absorbance A450 hodnotu absorbance A450 posledního kalibrátoru, byl obsah lepku ve vzorku vyšší než 80 mg/kg a v tabulce se uvádí pouze více než 80 mg/kg.

Analýza obsahu lepku pomocí metody ELISA prokázala obsah lepku v množství nad 5mg/kg ve čtyřech z dvaceti dvou zkoumaných vzorů (Tabulka 8), což odpovídá 18,2 %. Jednalo se o vzorky P10 – Salát s rýžovými nudlemi, cibulkou a arašídý, P15 – Tofu v pikantní omáčce, P16 – Kebab se salátem, rýží a dresinkem a P17 – Kebab se salátem a rýží (Tabulka 8). Všechny ostatní zkoumané vzorky nepřesahovaly v množství obsahu lepku hodnotu 5 mg/kg vzorku. Tabulka 8 zaznamenává průměrnou hodnotu paralelních stanovení jednotlivých vzorků a u vzorků obsahujících lepek v množství vyšším než 5 mg/kg a zároveň nižším než 80 mg/kg průměrnou odchylku a variační koeficient.

Dle platné legislativy definované v Článku 3 odstavci 1 Prováděcího nařízení Komise (EU) č. 828/2014 o požadavcích na poskytování informací o nepřítomnosti či sníženém obsahu lepku v potravinách spotřebitelům se jako „bezlepkové“ mohou označovat produkty, jejichž obsah lepku nepřesahuje 20 mg/kg produktu. Vzorek P15 proto lze označit jako bezlepkový, protože obsahuje lepek v množství 8,1 mg/kg vzorku. To samé platí pro vzorek P17 s obsahem lepku 18,2 mg/kg vzorku. Vzorek P16 lze označit za hraniční, obsah lepku v jeho vzorku nabývá hodnoty 21,3 mg/kg vzorku. Nejvyšší obsah lepku byl pak prokázán ve vzorku P10. Naměřená hodnota obsahu lepku zde přesahuje 80 mg/kg vzorku.

Tabulka 8: Výsledky měření obsahu lepku

ID	Vzorek	Provozovna	Lepek (mg/kg vzorku)	Průměrná odchylka (mg/kg vzorku)	Variační koeficient (%)
P1	Hranolky	KFC	<5	-	-
P2	Hranolky	McDonald's	<5	-	-
P3	Nudle (vejce, zelenina)	ThaiThai	<5	-	-
P4	McRoyal (BL houska)	McDonalds	<5	-	-
P5	BL bageta Caesar	Bageterie Boulevard	<5	-	-
P6	Hranolky	Ikea	<5	-	-
P7	Bezmasý gyros	Ikea	<5	-	-
P8	Bramborová směs (soté)	Dhaba Beas	<5	-	-
P9	Smetanové kari s panýrem	Dhaba Beas	<5	-	-
P10	Salát s rýžovými nudlemi, cibulka, arašíd	Dhaba Beas	>80	-	-
P11	Sweet Chilli sójové řezance	Dhaba Beas	<5	-	-
P12	Nachos natural + sýr	Cinestar	<5	-	-
P13	Nachos natural + salsa	Cinestar	<5	-	-
P14	Tofu v sójové omáčce	Loving Hut	<5	-	-
P15	Tofu v pikantní omáčce	Loving Hut	8,1	0,3	0,04
P16	Kebab se salátem a rýží + dresink	Kebab Palmovka	21,3	0,3	0,01
P17	Kebab se salátem a rýží	Kebab Palmovka	18,2	0,2	0,01
P18	Taco Classic s kuřecím masem	Burrito Loco	<5	-	-
P19	Butter Chicken	Bombay Express	<5	-	-
P20	Panner Tikka Masala	Bombay Express	<5	-	-
P21	Farmářský salát	Ugo	<5	-	-
P22	Farmářský salát + jogurtový dresink	Ugo	<5	-	-

Pozn.: Barevné značení: světle oranžová = hodnoty obsahu lepku > 5mg/kg, sytě oranžová = hodnoty lepku > 80 mg/kg

### 5.3 Nové bezlepkové receptury

Pro třetí část výzkumu byly připraveny tři BL pokrmy, které byly navrženy tak, aby byly nutričně plnohodnotné a zároveň byly vhodné pro přípravu a prodej v provozovnách rychlého občerstvení. Vytvořena byla receptura pro pokrm, který byl omezen jen v obsahu lepku – Bezlepková tortilla s kuřecím masem, pro pokrm, který byl omezen v obsahu lepku a laktózy –

Letní závitky s pohankou a vaječnou omeletou a pro pokrm omezený v obsahu lepku, který je zároveň vhodný pro vegetariány – Quinoový salát s tempehem (Obrázek 9).

Obrázek 9: Připravené pokrmy (Zleva: Tortilla s kuřecím masem, Letní závitky, Quinoový salát)



### 5.3.1 Stanovení nutričních hodnot

Pro účely této části výzkumu byl pomocí laboratorních metod stanoven obsah sušiny lyofilizovaného vzorku, obsah sušiny v čerstvém vzorku, obsah popela, vlákniny potravy v lyofilizovaném vzorku, obsah soli, obsah tuků, mastných kyselin, cukrů a bílkovin. Následně byl dle legislativně platných nařízení dopočítán celkový obsah sacharidů, nasycených mastných kyselin, energetická hodnota pokrmů v kJ a kcal a procento z denního referenčního příjmu pro porci daného pokrmu. Všechny získané výživové údaje byly uspořádány do tabulek, kde je uvedeno jejich množství v gramech na 100 g pokrmu a následně v množství, které odpovídá jedné porci, jež by byla nabízena v provozovnách rychlého občerstvení. V tabulkách byly odděleny výživové údaje, které se dle Nařízení 1169/2011 musí povinně uvádět na obalech výrobků (Tabulky 10, 11, 12) a dílčí zjištěné výživové údaje sloužící pro výpočty (Tabulka 9).

Tabulka 9: Dílčí výživové údaje

Dílčí výživové údaje (na / 100g)	Bezlepková tortilla s kuřecím masem	Letní závitky s pohankou a vaječnou omeletou	Quinoový salát s tempehem
Sušina lyofilizovaného vzorku	97 g	97 g	97 g
Sušina čerstvého vzorku	45 g	33 g	31 g
Popel	1,7 g	1,1 g	1,09 g
Vláknina lyofilizovaného vzorku	14 g	6,6 g	19 g
Vláknina čerstvého vzorku	6,4 g	2,3 g	7,0 g
Monoenové MK	0,2 g	0,02 g	0,01 g
Polynenové MK	1,47g	0,3 g	1,02 g

### Bezlepková tortilla s kuřecím masem

Nutriční hodnoty bezlepkové tortilly s kuřecím masem jsou zaznamenány v Tabulce 10. Hmotnost předpokládané porce pro prodej pokrmu činí 200 g.

Tabulka 10: Přehled nutričních hodnot – Tortilla s kuřecím masem

Výživové údaje	Na 100 g	Na porci (200 g)	Denního referenčního hodnota příjmu / porce
<b>Energetická hodnota</b>	828kJ / 196 kcal	1656kJ/ 393 kcal	20 %
<b>Tuky</b>	7,2 g	14 g	20 %
<b>z toho nasycené mastné kyseliny</b>	5,2 g	10,4 g	52 %
<b>Sacharidy</b>	15 g	29 g	11 %
<b>z toho cukry</b>	1,7 g	3,5 g	8 %
<b>Bílkoviny</b>	15 g	30 g	60 %
<b>Sůl</b>	0,74 g	1,5 g	25 %

\* Referenční hodnota příjmu u průměrné dospělé osoby (8 400 kJ / 2000 kcal)

### Letní závitky s pohankou a vaječnou omeletou

Nutriční hodnoty letních závitků s pohankou a vaječnou omeletou jsou zaznamenány v Tabulce 11. Předpokládá se, že jedna porce tohoto pokrmu by obsahovala dva letní závitky. Každý ze závitků pak váží 180 g, výsledná hmotnost jedné porce proto činí 360 g.

Tabulka 11: Přehled nutričních hodnot – Letní závitky

Výživové údaje	Na 100 g	Na porci (360 g)	Denního referenčního hodnota příjmu / porce
<b>Energetická hodnota</b>	558 kJ / 132 kcal	2007 kJ / 474 kcal	24 %
<b>Tuky</b>	1,7 g	6,2 g	9 %
<b>z toho nasycené mastné kyseliny</b>	1,3 g	4,7 g	24 %
<b>Sacharidy</b>	21 g	74,5 g	29 %
<b>z toho cukry</b>	2,2 g	7,9 g	9 %
<b>Bílkoviny</b>	7,2 g	26 g	52 %
<b>Sůl</b>	0,56 g	2,0 g	33 %

\* Referenční hodnota příjmu u průměrné dospělé osoby (8 400 kJ / 2000 kcal)



## Quinoový salát s tempehem

Nutriční hodnoty quinoového salátu jsou zaznamenány v Tabulce 12. Hmotnost předpokládané porce pro prodej pokrmu činí 235 g.

Tabulka 12: Přehled nutričních hodnot – Quinoový salát

Výživové údaje	Na 100 g	Na porci (235 g)	Denního referenčního hodnota příjmu / porce
<b>Energetická hodnota</b>	1361 kJ / 320 kcal	3198 kJ / 753 kcal	38 %
<b>Tuky</b>	2,7 g	6,3 g	9 %
<b>z toho nasycené mastné kyseliny</b>	1,5 g	3,5 g	16 %
<b>Sacharidy</b>	68 g	156 g	60 %
<b>z toho cukry</b>	2,8 g	6,5 g	8 %
<b>Bílkoviny</b>	6,1 g	14 g	28 %
<b>Sůl</b>	0,35 g	0,82 g	14 %

\* Referenční hodnota příjmu u průměrné dospělé osoby (8 400 kJ / 2000 kcal)

Ze získaných dat vyplývá, že energeticky nejbohatší je quinoový salát s tempehem. Ten zároveň obsahuje nejvyšší množství sacharidů a vlákniny, a naopak nejnižší množství soli. Nejbohatší z pohledu obsahu bílkovin je pak bezlepková tortilla s kuřecím masem, která zároveň obsahuje nejvyšší množství tuků, nasycených mastných kyselin i soli a nejnižší množství sacharidů. Letní závitky s pohankou a vaječnou omeletou pak mají nejnižší energetickou hodnotu, nejméně nasycených mastných kyselin a nejméně vlákniny.

### 5.3.2 Senzorické hodnocení

#### Bezlepková tortilla s kuřecím masem

Hodnotitelé shledali příjemnosti vzhledu a vůně za velmi dobré, bodová hodnocení dosáhla 16, resp. 19 bodů (příjemnost vzhledu, příjemnost vůně 0 = vynikající, 100 = velmi špatný/á). Hodnocení příjemnosti chuti a příjemnosti textury byla zaznamenána jako velmi dobrá, hodnoty těchto deskriptorů dosáhly 15, resp. 19 bodů (příjemnost chuti 0 = vynikající, 100 = velmi špatný/á). Byla zaznamenána pouze velmi nízká míra pachuti, tento znak byl hodnocen 2 body (intenzita pachuti 0 = nepřítomna, 100 = velmi silná). Celkový dojem byl také hodnocen jako velmi dobrý s 18 body (celkový dojem 0 = vynikající, 100 = velmi špatný/á). Výsledky sensorického hodnocení letních závitků jsou zaznamenány v tabulkách 13 a 14.

Tabulka 13: Senzorické hodnocení tortilly s masem s testováním odlehlosti výsledků dle Dean-Dixonova testu bez vyloučením odlehlých výsledků

Výrobek/ deskriptor	Tortilla s kuřecím masem					
Hodnotitel	Příjemnost vzhledu	Příjemnost vůně	Příjemnost chuti	Intenzita pachuti	Příjemnost textury	Celkový dojem
1	0	12	3	0	0	6
2	6	20	5	3	20	11
3	6	3	3	1	3	3
4	20	32	19	9	13	13
5	28	8	29	18	51	42
6	29	4	2	2	17	6
7	14	35	0	0	14	11
8	52	50	46	1	43	39
9	31	32	17	20	19	18
10	22	16	8	2	29	25
11	1	0	28	0	0	25
12	19	16	19	4	13	13
PPD	12	12	12	12	12	12
Qd	0,032	0,086	0,107	0,056	0,070	0,083
Qh	0,412	0,319	0,038	0,105	0,167	0,083

Pozn.: PPD – platný počet dat; Qh, Qd – testované horní, resp. dolní hodnoty Dean-Dixonova testu (červeně zvýrazněné hodnoty značí překročení kritické hodnoty testu a odlehlé výsledky jsou následně vyloučeny)

Tabulka 14: Senzorické hodnocení tortilly s masem s testováním odlehlosti výsledků dle Dean-Dixonova testu s vyloučením odlehlých výsledků

Výrobek/ deskriptor	Tortilla s kuřecím masem					
Hodnotitel	Příjemnost vzhledu	Příjemnost vůně	Příjemnost chuti	Intenzita pachuti	Příjemnost textury	Celkový dojem
1	0	12	3	0	0	6
2	6	20	5	3	20	11
3	6	3	3	1	3	3
4	20	32	19	9	13	13
5	28	8	29	18	51	42
6	29	4	2	2	17	6
7	14	35	0	0	14	11
8	16	50	46	1	43	39
9	31	32	17	20	19	18
10	22	16	8	2	29	25
11	1	0	28	0	0	25
12	19	16	19	4	13	13
<b>Střední hodnota</b>	<b>16</b>	<b>19</b>	<b>15</b>	<b>2</b>	<b>19</b>	<b>18</b>
PPD	11	12	12	12	12	12
Qd	0,034	0,086	0,107	0,056	0,070	0,083
Qh	0,067	0,319	0,038	0,105	0,167	0,083

## Letní závitky s pohankou a vaječnou omeletou

Příjemnost vzhledu tohoto pokrmu hodnotili asesoři jako výbornou, hodnocení dosáhlo sedm bodů. Velmi dobré bylo hodnocení příjemnosti vůně a příjemnosti chutě. Uvedené deskriptory dosáhly 20, resp. 16 bodů. Za velmi dobrou považovali také příjemnost textury se 17 body. Velmi dobře hodnotili asesoři i celkový dojem. Tento znak byl hodnocen 15 body. I v případě tohoto pokrmu byla hodnocena velmi nízká intenzita pachuti, a to třemi body. Stupnice hodnocení byla shodná jako v případě tortilly s kuřecím masem. Výsledky sensorického hodnocení letních závitků jsou zaznamenány v tabulkách 15 a 16.

Tabulka 15: Sensorické hodnocení letních závitků s testováním odlehlosti výsledků dle Dean-Dixonova testu bez vyloučení odlehých výsledků

Výrobek/ deskriptor	Letní závitky					
	Příjemnost vzhledu	Příjemnost vůně	Příjemnost chuti	Intenzita pachuti	Příjemnost textury	Celkový dojem
1	0	19	8	7	0	0
2	6	15	10	3	40	24
3	3	8	20	1	19	3
4	11	42	24	8	24	16
5	11	8	18	5	9	15
6	2	37	3	1	1	3
7	5	18	36	0	31	54
8	38	21	21	1	32	17
9	17	25	25	21	25	23
10	2	28	2	1	9	2
11	0	0	0	0	0	0
12	21	20	23	4	13	25
PPD	12	12	12	12	12	12
Qd	0,095	0,216	0,080	0,125	0,031	0,080
Qh	0,472	0,147	0,324	0,650	0,205	0,558

Pozn.: PPD – platný počet dat; Qh/Qd – testované horní, resp. dolní hodnoty Dean-Dixonova testu (červeně zvýrazněné hodnoty značí překročení kritické hodnoty testu a odlehle výsledky jsou následně vyloučeny)

Tabulka 16: Senzorické hodnocení letních závitků s testováním odlehlosti výsledků dle Dean-Dixonova testu s vyloučením odlehlých výsledků

Výrobek/ deskriptor	Letní závitky					
Hodnotitel	Příjemnost vzhledu	Příjemnost vůně	Příjemnost chuti	Intenzita pachuti	Příjemnost textury	Celkový dojem
1	0	19	8	7	0	0
2	6	15	10	3	40	24
3	3	8	20	1	19	3
4	11	42	24	8	24	16
5	11	8	18	5	9	15
6	2	37	3	1	1	3
7	5	18	36	0	31	
8	7	21	21	1	32	17
9	17	25	25		25	23
10	2	28	2	1	9	2
11	0	0	0	0	0	0
12	21	20	23	4	13	25
<b>Střední hodnota</b>	<b>7</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>3</b>	<b>17</b>	<b>15</b>
<b>PPD</b>	11	12	12	11	12	11
<b>Qd</b>	0,118	0,216	0,080	0,143	0,031	0,083
<b>Qh</b>	0,211	0,147	0,324	0,143	0,205	0,043

### Quinoový salát s tempehem

Asesoři hodnotili příjemnosti vzhledu a vůně salátu jako velmi dobré, a sice 13, resp. 19 body. Také příjemnost chuti a celkový vzhled shledali jako velmi dobré, hodnotili je 17, resp. 13 body. U quinoového salátu byla zaznamenána velmi nízká intenzita pachuti, a to čtyřmi body. Výbornou shledali hodnotitelé příjemnost textury pokrmu, hodnocení dosáhlo sedmi bodů. Stupnice hodnocení byla shodná jako v případě tortilly s kuřecím masem. Stupnice hodnocení jsou stejné jako u výše uvedených pokrmů. Výsledky sensorického hodnocení quinoového salátu jsou zaznamenány v tabulkách 17 a 18.

Tabulka 17: Senzorické hodnocení quinoového salátu s testováním odlehlosti výsledků dle Dean-Dixonova testu bez vyloučení odlehlých výsledků

Výrobek/ deskriptor	Quinnový salát					
Hodnotitel	Příjemnost vzhledu	příjemnost vůně	příjemnost chuti	intenzita pachuti	příjemnost textury	celkový dojem
1	0	5	5	4	0	2
2	6	22	4	3	10	4
3	3	17	8	1	5	3
4	15	35	40	28	18	21
5	11	29	9	4	8	13
6	2	23	24	9	2	17
7	33	60	29	0	35	24
8	28	32	62	18	19	50
9	17	26	18	11	12	11
10	10	0	17	0	2	19
11	0	0	17	0	2	19
12	27	15	13	4	0	6
PPD	12	12	12	12	12	12
Qd	0,074	0,143	0,028	0,056	0,105	0,045
Qh	0,194	0,455	0,386	0,370	0,485	0,553

Pozn.: PPD – platný počet dat; Qh,Qd – testované horní, resp. dolní hodnoty Dean-Dixonova testu (červeně zvýrazněné hodnoty značí překročení kritické hodnoty testu a odlehlé výsledky jsou následně vyloučeny)

Tabulka 18: Senzorické hodnocení quinoového salátu s testováním odlehlosti výsledků dle Dean-Dixonova testu s vyloučením odlehlých výsledků

Výrobek/ deskriptor	Quinoový salát					
Hodnotitel	Příjemnost vzhledu	Příjemnost vůně	Příjemnost chuti	Intenzita pachuti	Příjemnost textury	Celkový dojem
1	0	5	5	4	0	2
2	6	22	4	3	10	4
3	3	17	8	1	5	3
4	15	35	40	28	18	21
5	11	29	9	4	8	13
6	2	23	24	9	2	17
7	33		29	0		24
8	28	32		18	19	
9	17	26	18	11	12	11
10	10	0	17	0	2	19
11	0	0	17	0	2	19
12	27	15	13	4	0	6
<b>Střední hodnota</b>	<b>13</b>	<b>19</b>	<b>17</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>13</b>
PPD	12	11	11	12	11	11
Qd	0,074	0,185	0,040	0,056	0,111	0,053
Qh	0,194	0,267	0,314	0,370	0,059	0,143

V rámci pořadového testu byl jako nejpříjemnější hotový bezlepkový pokrm hodnocen quinoový salát. O druhé a třetí místo se dělily letní závitky s tortillou s kuřecím masem (Tabulka 19). Statistickým šetřením ovšem nebyl na hladině významnosti 5 % shledán žádný statisticky významný rozdíl mezi hotovými bezlepkovými pokrmy jako celkem, ale ani mezi jednotlivými vzorky pokrmů (Tabulka 20).

Tabulka 19: Vyhodnocení pořadového testu – výsledky Friedmanova testu (3 vzorky; počet hodnotitelů = 12; FR = 0,5; kritická hodnota při pravděpodobnosti P = 95 %: Q = 6,17; 1 – nejlepší, 3 – nejhorší)

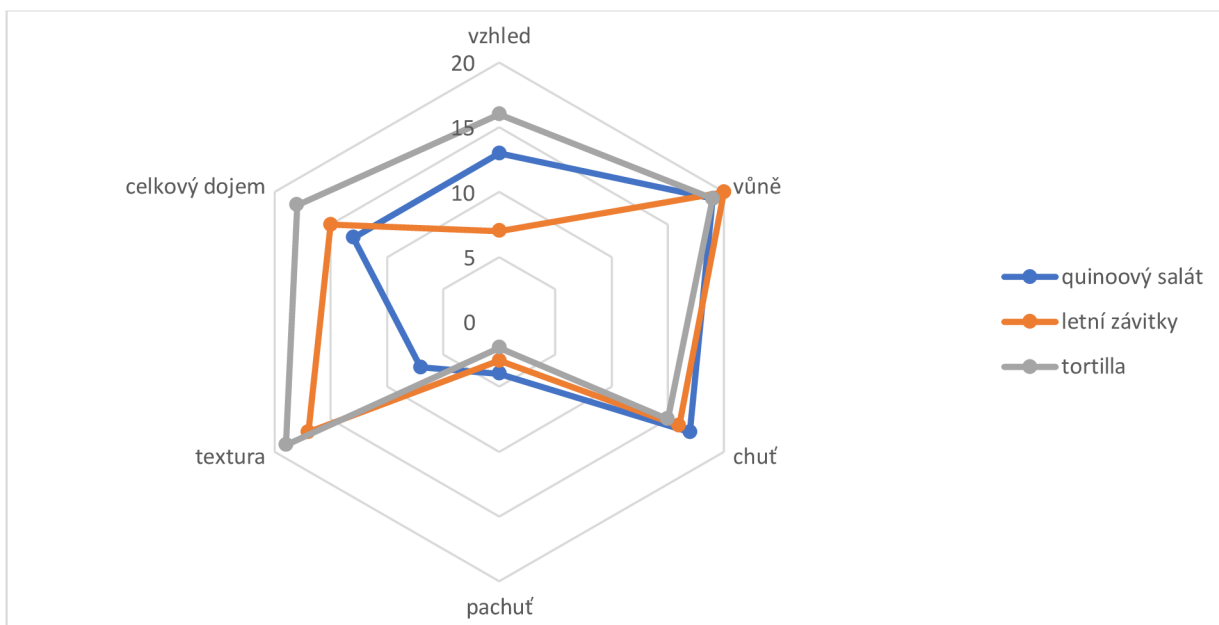
Hodnotitel	Pořadí vzorků při hodnocení		
	Quinoový salát	Letní závitky	Tortilla
1	2	1	3
2	1	3	2
3	1	3	2
4	3	2	1
5	1	2	3
6	3	2	1
7	2	3	1
8	3	1	2
9	1	3	2
10	2	1	3
11	2	1	3
12	1	3	2
<b>Součet</b>	22	25	25
<b>Pořadí</b>	<b>1</b>	<b>2-3</b>	<b>2-3</b>

Tabulka 20: Porovnání dvojic pro  $\alpha = 0,05$  – rozdíly dvojic pro kritickou hodnotu Q = 11,5

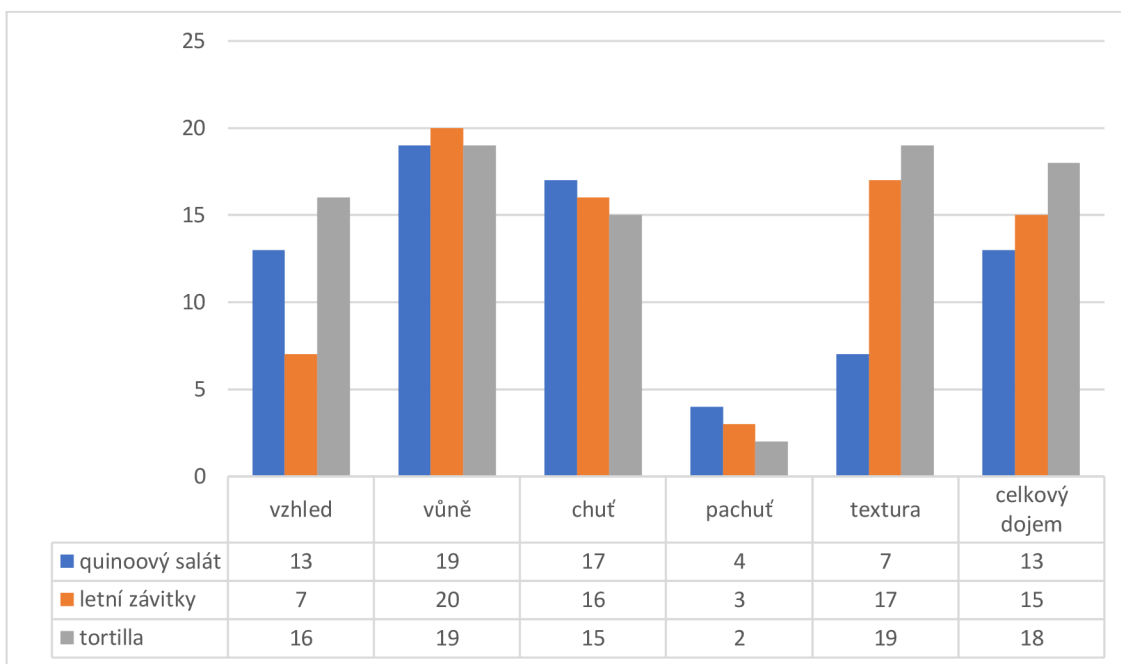
Vzorky	1	2	3
1			
2	3		
3	3	0	

Na hladině významnosti 5 % nebyl shledán statisticky významný rozdíl mezi vzorky jako celkem ve sledované vlastnosti (tzn. příjemnosti), ale ani mezi jednotlivými vzorky hotových pokrmů (Tabulka 20).

Senzorické hodnocení všech sledovaných deskriptorů u hotových bezlepkových pokrmů bylo velmi příznivé, žádný z uvedených znaků nepřesáhl hranici 50 bodů (stupnice 0–100 bodů: příjemnost 0 = vynikající, 100 = velmi špatná; intenzita 0 = nepřítomna, 100 = velmi silná). Hodnoty sensorických deskriptorů se pohybovaly v rozmezí 2–20 bodů (Graf 1, Graf 2).



Graf 1: Výsledky senzoričkého hodnocení hotových bezlepkových pokrmů s vyloučením odlehlých výsledků dle Dean-Dixonova testu (s využitím stupnic 0–100 bodů: vzhled, vůně, chuť, textura, celkový dojem 0 = vynikající, 100 = velmi špatný; intenzita pachuti 0 = nepřítomna, 100 = velmi silná) – paprskový graf



Graf 2: Výsledky senzoričkého hodnocení hotových bezlepkových pokrmů s vyloučením odlehlých výsledků dle Dean-Dixonova testu (s využitím stupnic 0–100 bodů: vzhled, vůně, chuť, textura, celkový dojem 0 = vynikající, 100 = velmi špatný; intenzita pachuti 0 = nepřítomna, 100 = velmi silná) – sloupcový graf

## 6 Diskuze

Cílem této diplomové práce bylo zmapovat nabídku provozoven rychlého občerstvení s ohledem na požadavky bezlepkové diety, která je momentálně jedinou léčebnou metodou pro pacienty s celiakií a dalšími s lepkem asociovanými onemocněními.

I přes zvyšující se povědomí o problematice BLD a s tím spojené rozšiřování BL sortimentu je stravování mimo domov pro pacienty odkázané na BLD stále stresující a rizikové. I přes nařízení o označování alergenů, je často nejasné, které pokrmy jsou pro BLD bezpečné a zda v dané provozovně nehrozí kontaminace lepkem. Řada pacientů se tak v rámci prevence nevědomé konzumace lepku stravování mimo domov raději vyhýbá, což může mít neblahý vliv na kvalitu života jedince (Hoffmanová et Gabrovská, 2015). V dotazníkovém šetření zaměřeném na kvalitu života celiaků se ukázalo, že více než 60 % dotazovaných zažilo pocit tzv. potravinové nejistoty. Tedy stavu, kdy se jedinec obává, že se mu z různých důvodů nedostane dostatečné množství pro něj vhodné potravy, a to například na základě nedostatečné dostupnosti daných potravin, jejich nedostatečné výživnosti či nedostatečného množství prostředků pro pořízení těchto potravin. Tento stav se také přímo odrážel na kvalitě života jedinců, kteří mu byli vystavováni a na jejich adhezenci k BLD (Al-sunaid et al., 2021). V dotazníkovém šetření provedeném v Portugalsku téměř 85 % dotazovaných zmínilo obavu z křížové kontaminace lepkem. Více než 80 % dotazovaných navíc uvádělo nedostupnost bezlepkových pokrmů nejenom v zařízeních veřejného stravování, ale např. i v nemocnicích. Téměř 45 % dotazovaných také uvedlo, že při stravování mimo domov nezískávají dostatečné množství informací o složení pokrmů, a to ani po dotázání obsluhy provozoven. Více jak 45 % dotazovaných také poukazuje na vysokou cenu BL produktů (Lima et al., 2020).

Z výše uvedeného vyplývá, že sortiment bezlepkových produktů se sice neustále vyvíjí a rozšiřuje, ale stravování mimo domov, včetně stravování v segmentu rychlého občerstvení, je pro pacienty z hlediska širší sortimentu BL pokrmů stále nedostatečný, neplnohodnotný či rizikový z hlediska kontaminace lepkem.

Na základě informací získaných z průzkumu, který byl proveden v rámci praktické části této diplomové práce lze ale konstatovat, že úroveň BL sortimentu v provozovnách rychlého občerstvení není natolik kritická.

V první části praktické části této diplomové práce, zaměřené na průzkum bezlepkového sortimentu v provozovnách rychlého občerstvení, bylo zjištěno, že pouze dvě z deseti zkoumaných provozoven neposkytují plnohodnotný hlavní pokrm v bezlepkové variantě. Dvě z provozoven s plnohodnotným BL sortimentem lze však s ohledem na provedené studie (viz 3.2.4.) poukazující na riziko kontaminace lepkem a výsledků ELISA analýzy provedené v rámci praktické části této diplomové práce (viz 5.2) považovat za rizikové. Jde o provozovny nabízející pizzu a kebab.

Širší sortimentu BL pokrmů je v jednotlivých provozovnách velmi variabilní. V šesti z deseti zkoumaných provozoven bylo ale možné vybírat z více než dvou plnohodnotných BL pokrmů. V pěti z nich pak bylo na výběr i z více než dvou bezmasých BL pokrmů.

Kvalita označování alergenů s ohledem na pohodlí zákazníků se také různí. Sedm z deseti provozoven mělo snadno dostupný výčet alergenů u jednotlivých pokrmů přímo v provozovně či na webových stránkách. Šlo především o přehledné tabulky s názvem pokrmů a alergeny označenými dle platné legislativy pomocí čísel.



Z pohledu nutričního složení běžné a BL stravy je rozdíl především v poměru příjmu energie z jednotlivých živin. Obecně platí, že velká část energetického příjmu je v BLD tvořena tuky. Energetický příjem z příloh, jako je pečivo, je pro jejich složení vyšší. Často obsahují například rýžovou mouku bohatou na škrob či ovesnou mouku bohatou na tuky, zároveň ale obsahují menší množství bílkovin než pšeničné výrobky. Lze také tvrdit, že BLD je, co do bílkovin, deficitní. Zároveň jsou oproti pšeničným produktům bezlepkové produkty méně bohaté na sacharidy, což je způsobeno přidáváním tukových a bílkovinných složek při výrobě (Hýsková, 2016). Bezlepkové potraviny mívají i vyšší glykemický index (Al-Toma et al., 2019).

Výše uvedené informace je nutné brát v potaz i při výběru BL pokrmů v provozovnách rychlého občerstvení. Především, jde-li o pokrmy obsahující bezlepkové varianty pečiva a dalších příloh. Jde například o bagety, tortilly či hamburgerové bulky. Na základě informací získaných v provozovnách, jež poskytují informace o nutričním složení svých pokrmů, bylo zjištěno, že energetická hodnota BL variant pokrmů, které jsou dostupné i ve variantě s lepkem, bývá vyšší. Zároveň je však nutné brát v potaz, že v případě, kdy tyto podniky nejsou navštěvovány na pravidelné bázi, například několikrát do týdne, je výběr energeticky bohatšího pokrmu i v rámci racionální diety v pořádku.

Druhá část praktické části se zaměřovala na sběr a analýzu vzorků z vybraných provozoven rychlého občerstvení.

Ze studie zaměřené na obsah lepku v pokrmech, které byly označeny jako bezlepkové, vyplývá, že až 32 % těchto pokrmů obsahovalo lepek v množství vyšším než 20 mg/kg. Nejčastěji pak došlo k této detekci u vzorků pizzy (53,2 %) a těstovin (50,8 %) (Lerner et al., 2019). Naproti tomu z italského průzkumu provedeného v oblasti Turína vyplývá, že žádný ze zkoumaných vzorků, jež byly deklarovány jako bezlepkové, nepřekročil limitní hranici lepku 20 mg/kg (Bianchi et al., 2018). Studie provedená v Brazílii se zaměřovala na typické místní pokrmy, které jsou považovány za přirozeně bezlepkové a pro BLD vhodné, prokázala, že pouze 2,8 % zkoumaných vzorků obsahovalo lepek (Farage et al., 2019).

Pro výzkum provedený v rámci této diplomové práce bylo získáno dvacet dva vzorků pokrmů, které byly označeny za BL či se dalo na základě jejich složení předpokládat, že nebudou obsahovat lepek. Výsledky analýzy prokázaly detekovatelný obsah lepku nad 5 mg/kg vzorku u 18,2 % vzorků, což odpovídá čtyřem z 22 zkoumaných vzorků a pouze u dvou (9,1 %) z těchto vzorků byl lepek v obsahu vyšším než 20 mg/kg, což je dle platné legislativy definované v Článku 3 odstavci 1 Prováděcího nařízení Komise (EU) č. 828/2014 o požadavcích na poskytování informací o nepřítomnosti či sníženém obsahu lepku v potravinách spotřebitelům, limit, který produkty nesmí překročit, aby mohly být označovány jako bezlepkové.

Jako problematické se na základě průzkumu trhu a následné analýzy získaných vzorků jeví tzv. preventivní značení některých pokrmů. To výrazně omezuje nabízený BL sortiment. Příkladem může být vzorek smažených nudlí z řetězce Thai Thai, který byl vybrán jako jeden ze vzorků pro analýzu obsahu lepku v druhé části praktického úseku této diplomové práce. Tento vzorek byl dle dostupné tabulky alergenů označen číslem 1, tedy měl obsahovat lepek. Na základě složení ale bylo usuzováno, že lepek v množství vyšším než 20 mg/kg vzorku obsahovat nebude. Tento předpoklad potvrdila i následná ELISA analýza, která prokázala, že jde o pokrm vhodný pro BLD.

Naopak rizikové mohou být doplňky podávané s na první pohled BL pokrmy. Jde například o krutony či dochucovadla v podobě smažené cibulky, jak tomu bylo u vzorku salátu s rýžovými nudlemi. Tento na základě složení BL salát byl ozdoben směsí arašídů a smažené cibulky. Analýza obsahu lepku ukázala, že ze všech zkoumaných vzorků obsahoval největší množství lepku, a to v hodnotě vyšší než 80 mg/kg vzorku.

Jako další riziko se jeví pokrmy obsahující prefabrikované suroviny. Jde například o naložená masa či dresinky. Příkladem mohou být vzorky kebabu, kdy vzorek s dresinkem přesahoval limit 20 mg lepku na kg vzorku, i když pouze v hraniční hodnotě 21,3 mg/kg vzorku.

Závěrečná třetí část praktické části této diplomové práce byla zaměřena na vytvoření tří bezlepkových pokrmů, které byly navrženy tak, aby byly nutričně plnohodnotné, sensoricky příjemné a zároveň byly vhodné pro přípravu a prodej v provozovnách rychlého občerstvení.

Moučné bezlepkové výrobky jsou často nepříliš estetické, bývají ploché, neforemné, méně objemné a po sensorické stránce méně chutné než výrobky obsahující lepek (Nováková, 2015). BL pokrmy jsou také často energeticky bohatší než lepek obsahující pokrmy. Obsahují typicky větší obsah tuků, nasycených mastných kyselin či cukrů. Naopak nižší bývá obsah bílkovin a sacharidů (Hýsková, 2016; Vici et al., 2016). Vyřazení lepek obsahujících potravin vede i ke snížení příjmu hodnotných zdrojů vlákniny, vitamínů skupiny B či dalších mikronutrientů, jako jsou zinek, selen či železo (Pekárková, 2020). Nevhodně složená BLD může být také deficitní v obsahu vitamínu A, D, hořčiku a železa (Vici et al., 2016).

Na základě výše uvedených informací byly v rámci závěrečné části praktické části této práce vytvořeny tři receptury, které splňují všechny výše uvedené parametry a zaměřují se na minimalizaci deficitů spojených s BL pokrmy. Z moučných bezlepkových produktů byla použita pouze bezlepková tortilla, všechny ostatní suroviny byly přirozeně bezlepkové. Důraz byl kladen na použití dobře dostupných a zároveň nutričně bohatých přirozeně bezlepkových surovin jako například pohanka, fazole či tempeh. Vytvořena byla receptura pro masitý BL pokrm – Bezlepková tortilla s kuřecím masem, pro pokrm, který byl omezen v obsahu lepku a laktózy – Letní závitky s pohankou a vaječnou omeletou a pro BL pokrm, který je zároveň vhodný pro vegetariány – Quinoový salát s tempehem.

Senzorické hodnocení všech sledovaných deskriptorů u těchto pokrmů bylo velmi příznivé, žádný z uvedených znaků nepřesáhl hranici 50 bodů (stupnice 0–100 bodů: příjemnost 0 = vynikající, 100 = velmi špatná). Nejlépe pak v celkovém hodnocení dopadl Quinoový salát, zbylé dva pokrmy se pak dělily o druhé a třetí místo. Z nutričního hlediska lze konstatovat, že všechny vytvořené pokrmy mohou reprezentovat nutričně plnohodnotný hlavní chod.

## 7 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo zanalyzovat sortiment bezlepkových produktů v provozovnách rychlého občerstvení, který se pro pacienty odkázané na BLD zdá stále nedostatečný, neplnohodnotný či rizikový z hlediska kontaminace lepkem.

První část zaměřená na průzkum bezlepkového sortimentu v provozovnách rychlého občerstvení prokázala, že více než polovina zkoumaných provozoven nabízí pacientům odkázaným na BLD plnohodnotný BL hlavní chod, a to ve více než dvou variantách. Více než polovina provozoven také poskytovala zákazníkům kvalitní přehledné označení alergenů, a to buď přímo na prodejně či na webových stránkách vybraných podniků.

Druhá část zaměřená na analýzu obsahu lepku ve vybraných pokrmech získaných v provozovnách rychlého občerstvení prokázala, že stav provozoven rychlého občerstvení není z hlediska kontaminace lepkem natolik kritický, jak bylo předpokládáno. Pouze dva z 22 (9,1 %) odebraných vzorků obsahovaly lepek v množství vyšším než 20 mg/kg.

Třetí část zaměřená na vytvoření nových BL receptur prokázala, že lze vytvořit nutričně plnohodnotné BL pokrmy vhodné pro přípravu v provozovnách rychlého občerstvení. Vytvořen byl masový BL pokrm, BL pokrm bez laktózy a vegetariánský BL pokrm. Analýza nutričního složení prokázala, že z pohledu racionální výživy jde o nutričně plnohodnotné pokrmy. Následná sensorická analýza pak potvrdila, že pokrmy jsou sensoricky příjemné a lze předpokládat, že by případné zákazníky provozoven rychlého občerstvení uspokojily.

Téma stravování mimo domov u pacientů odkázaných na BLD je opomíjené. Do budoucna by bylo vhodné na tuto problematiku více upozorňovat a dostat ji tak do povědomí jak provozovatelů stravovacích služeb, tak samotných pacientů, kteří mají ze stravování mimo domov často obavy a raději se mu vyhýbají, což má zásadní vliv na jejich psychickou pohodu i sociální život. Lze předpokládat, že řádná edukace provozovatelů a zaměstnanců ohledně BLD by vedla k minimalizaci rizika kontaminace pokrmů lepkem a výsledky výzkumů zaměřených na toto téma prokazující bezpečnost těchto pokrmů by pacientům odkázaným na BLD umožnily získat důvěru ke stravování mimo domov, což by mohlo zásadně ovlivnit kvalitu jejich života.

## 8 Literatura

- Allred, L. K., Ritter, B. W. 2010. Recognition of gliadin and glutenin fractions in four commercial gluten assays. *Journal of AOAC International*. 93 (1). DOI: 10.1093/jaoac/93.1.190.
- Al-sunaid, F. F., Al-homidi, M. M., Al-qahtani, R. M., Al-ashwal, R. A., Mudhish, G. A., Hanbazaza, M. A., Al-zaben, A. S. 2021. The influence of a gluten-free diet on health-related quality of life in individuals with celiac disease. *BMC Gastroenterology*. 21 (1). DOI: 10.1186/s12876-021-01908-0.
- Al-Toma, A., Volta, U., Auricchio, R., Castillejo, G., Sanders, D. S., Cellier, C., Mulder, C. J., Lundin, K. E. A. 2019. European Society for the Study of Coeliac Disease (ESsCD) guideline for coeliac disease and other gluten-related disorders. *United European Gastroenterology Journal*. 7(5): 583-613. DOI: 10.1177/2050640619844125.
- Angeli, V., Silva, P. M., Massuela, D. C., Khan, M. W., Hamar, A., Khajehei, F., Graeff-Hönninger, S., Piatti, C. 2020. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): An overview of the potentials of the “golden grain” and socio-economic and environmental aspects of its cultivation and marketization. *Foods*. 9 (2). DOI: 10.3390/foods9020216.
- Antiga, E., Maglie, R., Quintarelli, L., Verdelli, A., Bonciani, D., Bonciolini, V., Caproni, M. 2019. Dermatitis herpetiformis: Novel perspectives. *Frontiers in Immunology*. DOI:10.3389/fimmu.2019.01290.
- Appiani, M., Rabitti, N. S., Proserpio, C., Pagliarini, E., Laureati, M. 2021. Tartary buckwheat: A new plant-based ingredient to enrich corn-based gluten-free formulations. *Foods*. 10 (11). DOI: 10.3390/foods10112613.
- Balakireva, A. v., Zamyatnin, A. A. 2016. Properties of gluten intolerance: Gluten structure, evolution, pathogenicity and detoxification capabilities. *Nutrients*. 8(10):644. DOI: 10.3390/nu8100644.
- Bascuñán, K. A., Vespa, M. C., Araya, M. 2017. Celiac disease: understanding the gluten-free diet. *European Journal of Nutrition*. 56(2):449-459. DOI: 10.1007/s00394-016-1238-5.
- Bianchi, D. M., Maurella, C., Gallina, S., Gorrasi, I. S. R., Caramelli, M., Decastelli, L. 2018. Analysis of gluten content in gluten-free pizza from certified take-away pizza restaurants. *Foods*. 7 (11). DOI: 10.3390/foods7110180.
- Biesiekierski, J. R. 2017. What is gluten? *Journal of Gastroenterology and Hepatology (Australia)*. 32 (1): 78-81. DOI: 10.1111/jgh.13703.
- Cabanillas, B. 2020. Gluten-related disorders: Celiac disease, wheat allergy, and nonceliac gluten sensitivity. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 60(15):2 606-2621. DOI: 10.1080/10408398.2019.1651689.

- Caio, G., Volta, U., Sapone, A., Leffler, D. A., de Giorgio, R., Catassi, C., Fasano, A. 2019. Celiac disease: A comprehensive current review. *BMC Medicine*. 17. DOI: 10.1186/s12916-019-1380-z.
- Czaja-Bulsa, G. 2015. Non coeliac gluten sensitivity – A new disease with gluten intolerance. *Clinical Nutrition*. 34(2):189-94. DOI: 10.1016/j.clnu.2014.08.012.
- el Khoury, D., Balfour-Ducharme, S., Joye, I. J. 2018. A review on the gluten-free diet: Technological and nutritional challenges. *Nutrients*. 10(10):1410. DOI: 10.3390/nu10101410.
- Evropský parlament a Rada Evropské unie. 2011. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011 ze dne 25. října 2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům. Pages 18-63 in: Ústřední věstník. L 304, 22.11.2011.
- Farage, P., Zandonadi, R. P., Gandolfi, L., Pratesi, R., Falcomer, A. L., Araújo, L. S., Nakano, E. Y., Ginani, V. C. 2019. Accidental gluten contamination in traditional lunch meals from food services in Brasilia, Brazil. *Nutrients*. 11 (8). DOI: 10.3390/nu11081924.
- Frühauf, P., Bronský, J., Dědek, P., Nevorál, J., Kotalová, R., Sýkora, J., Szitányi, N., Šebková, A., Zahradníček, L. 2016. Celiakie – doporučený postup pro diagnostiku a terapii u dětí a dospívajících. *Pediatric pro Praxi*. 17 (3). DOI: 10.36290/ped.2016.045.
- Frühauf, P., El-Lababidi, N., Szitányi, P. 2018. Celiakie u dětí a dospívajících. *Časopis Lékařů Českých*. 157 (3). 117–121. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/casopis-lekaru-ceskych/2018-3-3/celiakie-deti-a-dospivajicich-104892>.
- Gabrovská, D., Hálová, I., Chrpová, D., Ouhřabková, J., Sluková, M., Vavreinová, S., Faměra, O., Kohout, P., Pánek, J., Skřivan, P. 2015. Obiloviny v lidské výživě: stručné shrnutí poznatků se zvýšeným zaměřením na problematiku lepku. Potravinářská komora České republiky Česká technologická platforma pro potraviny. Praha.
- Hoffmanová, I. 2019a. Non-celiac gluten/wheat sensitivity: Still more questions than answers. *Vnitřní Lékařství*. 65 (1). DOI: 10.36290/vnl.2019.005.
- Hoffmanová I. 2019b. Celiakie. Mladá fronta, Praha.
- Hoffmanová, I., Gabrovská, D. 2015. Celiakie: nemoc chameleon; bezlepková dieta; jde to i bez lepku! Aktualizované vydání. Společnost pro bezlepkovou dietu z. s. Praha.
- Hoffmanová, I., Sánchez, D. 2015. Neceliakální glutenová senzitivita. *Vnitřní Lékařství*. 61 (3). Dostupné z: <https://www.casopisvnitrnilekarstvi.cz/pdfs/vnl/2015/03/09.pdf>.
- Hoffmanová, I., Sánchez, D., Szczepanková, A., Tlaskalová-Hogenová, H. 2019. The pros and cons of using oat in a gluten-free diet for celiac patients. *Nutrients*. 11 (10). DOI: 10.3390/nu11102345.

- Husby, S., Koletzko, S., Korponay-Szabó, I., Kurppa, K., Mearin, M. L., Ribes-Koninckx, C., Shamir, R., Troncone, R., Auricchio, R., Castillejo, G., Christensen, R., Dolinsek, J., Gillett, P., Hróbjartsson, A., Koltai, T., Maki, M., Nielsen, S. M., Popp, A., Størdal, K., Werkstetter, K., Wessels, M. 2020. European Society Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition Guidelines for Diagnosing Coeliac Disease 2020. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*. 70(1):141-156. doi: 10.1097/MPG.0000000000002497.
- Hýsková, P. 2016. Bezlepková dieta z pohledu nutričního terapeuta. *Postgraduální Gastroenterologie & Hepatologie: Odborný Časopis pro Lékaře: Lepek a Onemocnění s Ním Související*. 2 (3). 159–164.
- Kohoutková, I. 2014. *Pečeme bez lepku*. Arista books. Praha.
- Komise (EU). 2014. Prováděcí nařízení komise (EU) č. 828/2014 ze dne 30. července 2014 o požadavcích na poskytování informací o nepřítomnosti či sníženém obsahu lepku v potravinách spotřebitelům. Pages 5-8 in: *Úřední věstník*. L 228, 31.7.2014.
- Křížová, J. 2019. Dieta a nutriční opatření u nemocí gastrointestinálního traktu, jater a pankreatu. In: *Klinická dietologie a výživa*. Current Media. Praha.
- Kršková, S. 2016. Kontrolní mechanismy státu. In: *Rukověť celiaka*. Sdružení celiaků ČR, z. s. Praha.
- Kucek, L. K., Veenstra, L. D., Amnuaycheewa, P., Sorrells, M. E. 2015. A grounded guide to gluten how modern genotypes and processing impact wheat sensitivity. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 14 (3). DOI: 10.1111/1541-4337.12129.
- Kumar, P. 2014. Role of Gluten protein in the food products of living beings and its effect on their body both physicochemical and metabolically reactions. *International Research Journal of Commerce Arts and Science*. 5 (3). 65–83. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/326632474\\_Role\\_of\\_Gluten\\_protein\\_in\\_the\\_food\\_products\\_of\\_living\\_beings\\_and\\_its\\_effect\\_on\\_their\\_body\\_both\\_physicochemical\\_and\\_metabolically\\_reactions](https://www.researchgate.net/publication/326632474_Role_of_Gluten_protein_in_the_food_products_of_living_beings_and_its_effect_on_their_body_both_physicochemical_and_metabolically_reactions).
- Lerner, B. A., Phan Vo, L. T., Yates, S., Rundle, A. G., Green, P. H. R., Lebwohl, B. 2019. Detection of Gluten in Gluten-Free Labeled Restaurant Food: Analysis of Crowd-Sourced Data. *The American Journal of Gastroenterology*. 114 (5). DOI: 10.14309/ajg.0000000000000202.
- Lima, P., Silva, S., Pereira, B., Tavares, G., Poínhos, R., Silva, Diana 2020. Gluten-free diet among Portuguese coeliac adults: perceived difficulties. *Acta Portuguesa de Nutrição*. 21. DOI: 10.21011/apn.2020.2104.
- Makovicky, P., Makovicky, P., Caja, F., Rimarova, K., Samasca, G., Vannucci, L. 2020. Celiac disease and gluten-free diet: Past, present, and future. *Gastroenterology and Hepatology from Bed to Bench*. 13 (1). DOI: 10.22037/ghfbb.v13i1.1728.

- Mancebo, C. M., Merino, C., Martínez, M. M., Gómez, M. 2015. Mixture design of rice flour, maize starch and wheat starch for optimization of gluten free bread quality. *Journal of Food Science and Technology*. 52 (10). DOI: 10.1007/s13197-015-1769-4.
- Martín-Fernández, B., Costa, J., Oliveira, M. B. P. P., López-Ruiz, B., Mafra, I. 2016. Combined effects of matrix and gene marker on the real-time PCR detection of wheat. *International Journal of Food Science and Technology*. 51 (7). DOI: 10.1111/ijfs.13141.
- Mašková, E., Paulíčková, I., Rysová, J., Gabrovská, D. 2011. Evidence for wheat, rye, and barley presence in gluten free foods by PCR method - Comparison with ELISA method. *Czech Journal of Food Sciences*. 29 (1). DOI: 10.17221/171/2010-cjfs.
- Nevoral, J. 2013. Chronická průjmová onemocnění a malabsorpční syndrom. In: *Praktická pediatrická gastroenterologie, hepatologie a výživa*. Mladá fronta. Praha.
- Nevoral, J. 2020. Diagnostika celiakie u dětí, kdy je a kdy není potřeba biopsie. *Pediatric Pro Praxi*. 21 (2). Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/ped/2020/03/05.pdf>.
- Nováková, E. 2015. Bezlepkové pečivo a potěšení z něj. *Potravinářská Revue: Odborný Časopis pro Výživu, Výrobu Potravin a Obchod*. 2015 (3).
- Osorio, C. E., Mejías, J. H., Rustgi, S. 2019. Gluten detection methods and their critical role in assuring safe diets for celiac patients. *Nutrients*. 11(12):2920. DOI: 10.3390/nu11122920.
- Pekárková, B. 2020. Bezlepková diéta. *Via Practica*. 15 (5). 209–211. Dostupné z: [https://www.solen.sk/storage/file/article/VIA\\_5\\_2020\\_final%20-%20Pekarkova.pdf](https://www.solen.sk/storage/file/article/VIA_5_2020_final%20-%20Pekarkova.pdf).
- Rallabhandi, P., Cho, C. Y., Nowatzke, W. L., Oliver, K. G., Garber, E. A. E. 2020. Robustness testing of the xMAP food allergen detection assay: A multiplex assay for the simultaneous detection of food allergens. *Journal of Food Protection*. 83 (6). 1050–1056. DOI: 10.4315/JFP-19-531.
- Reslova, N., Michna, V., Kasny, M., Mikel, P., Kralik, P. 2017. xMAP technology: Applications in detection of pathogens. *Frontiers in Microbiology*. 8. DOI=10.3389/fmicb.2017.00055.
- Roszkowska, A., Pawlicka, M., Mroczek, A., Bałabuszek, K., Nieradko-Iwanicka, B. 2019. Non-celiac gluten sensitivity: A review. *Medicina (Lithuania)*. 55(6): 222. DOI: 10.3390/medicina55060222.
- Rysová, J. 2018. Nutriční hodnota a využití pohanky. *Výživa a Potraviny*. 2018 (4). 86–89.
- Rysová, J., Šmídová, Z., Pinkrová, J., Skřivan, P., Landfeld, A. 2016. Současné trendy výzkumu a vývoje potravin pro skupiny obyvatel se zvláštními požadavky na výživu, Část 1: potraviny pro bezlepkovou dietu. Ministerstvo zemědělství ČR. Praha.

- Sabença, C., Ribeiro, M., de Sousa, T., Poeta, P., Bagulho, A. S., Igrejas, G. 2021. Wheat/gluten-related disorders and gluten-free diet misconceptions: A review. *Foods*. 10(8), 1765. DOI: 10.3390/foods10081765.
- Sahin, Y. 2021. Celiac disease in children: A review of the literature. *World Journal of Clinical Pediatrics*. 10(4), 53–71. DOI: 10.5409/wjcp.v10.i4.53.
- Šetinová, I. 2016. Obilné mouky. In: *Potravinové alergie a intolerance*. Mladá Fronta. Praha.
- Singh, P., Arora, A., Strand, T. A., Leffler, D. A., Catassi, C., Green, P. H., Kelly, C. P., Ahuja, V., Makharia, G. K. 2018. Global Prevalence of Celiac Disease: Systematic Review and Meta-analysis. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*. 16 (6). DOI: 10.1016/j.cgh.2017.06.037.
- Skyvová, D. 2016. Hygiena práce v domácnosti. In: *Rukověť celiaka*. Sdružení celiaků ČR, z. s. Praha.
- Solařová, V. 2016. Informace o složení potravin – legislativní ochrana spotřebitele. In: *Potravinové alergie a intolerance*. Mladá fronta. Praha.
- Taetzsch, A., Das, S. K., Brown, C., Krauss, A., Silver, R. E., Roberts, S. B. 2018. Are gluten-free diets more nutritious? An evaluation of self-selected and recommended gluten-free and gluten-containing dietary patterns. *Nutrients*. 10 (12). DOI: 10.3390/nu10121881.
- Vacková, Z. 2020. Celiakie dospělých. *Vnitřní Lékařství*. 66 (2). 116–120. Dostupné z: <https://www.casopisvnitrnilekarstvi.cz/pdfs/vnl/2020/02/08.pdf>.
- Vavreinová, S. O. J., Ouhrabková Jarmila 2015. Bezlepkové suroviny v pekárenských výrobcích. In: *Obiloviny v lidské výživě*. Potravinářská komora České republiky Česká technologická platforma pro potraviny. Praha.
- Vici G, Belli L, Biondi M, Polzonetti V. 2016. Gluten free diet and nutrient deficiencies: A review. *Clinical Nutrition* 35:1236-1241. DOI: 10.1016/j.clnu.2016.05.002.
- Wieser, H., Segura, V., Ruiz-Carnicer, Á., Sousa, C., Comino, I. 2021. a, July 1 Food safety and cross-contamination of gluten-free products: A narrative review. *Nutrients*. MDPI AG. 13(7):2244. DOI: 10.3390/nu13072244.



## 9 Seznam použitých zkratek

BL = bezlepková/ý

BLD = bezlepková dieta

CNS = centrální nervová soustava

ELISA = enzyme-linked immuno sorbent assay

FDA = Food and Drug Administration

GIT = gastrointestinální trakt

HLA = humanní leukocytární antigen

IgA = imunoglobulin A

IgE = imunoglobulin E

LFD = lateral flow devices

MK = mastné kyseliny

Např. = například

NCGS = neceliakální glutenová senzitivita

PCR = polymerázová řetězová reakce

Resp. = respektive

SZPI = Státní zemědělská a potravinářská inspekce

Tzv. = takzvaný

WDEIA = wheat-dependent exercise-induced anaphylaxis

xMAP = x (=analyte) multi analyte profiling

## 10 Samostatné přílohy

### Příloha 1: Formulář pro sensorickou analýzu

#### Senzorické hodnocení bezlepkových pokrmů (quinoový salát, letní závitky a tortilla s kuřecím masem)

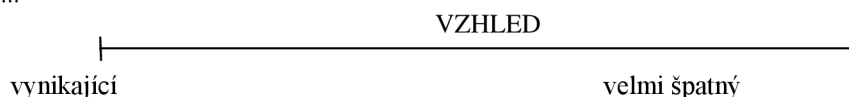
Jméno: \_\_\_\_\_

Datum: 3.3.2022

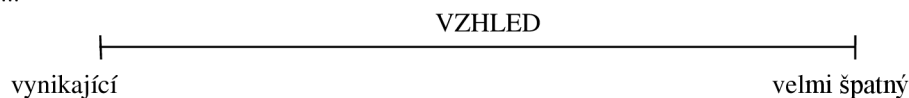
Zdravotní stav: \_\_\_\_\_

Úkol 1 : U předložených vzorků zaznamenejte, prosím, na grafické stupnici nejdříve hodnocení vzhledu, vůně, chuti, intenzity pachutí, textury a celkového dojmu.

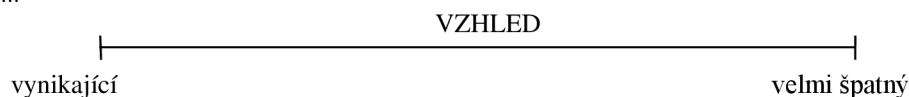
Vz.č.....



Vz.č.....



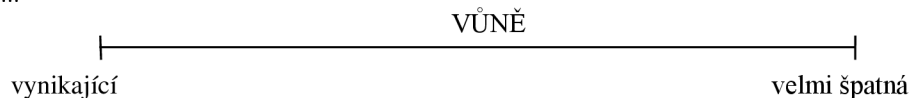
Vz.č.....



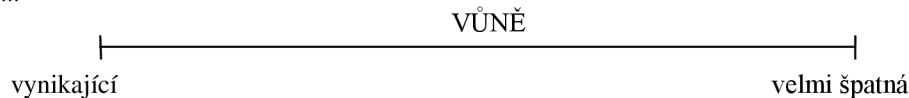
Vz.č.....



Vz.č.....



Vz.č.....



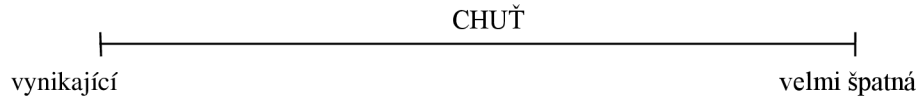
Vz.č.....



Vz.č.....



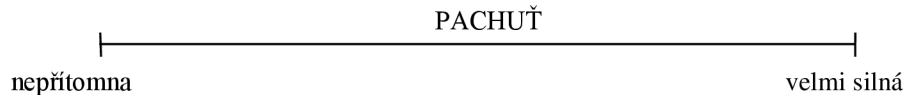
Vz.č.....



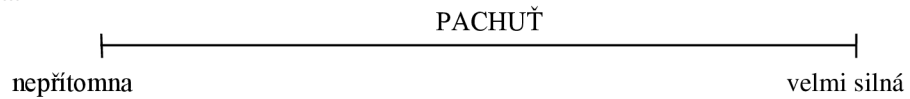
Vz.č.....



Vz.č.....



Vz.č.....



Vz.č.....



Vz.č.....



Vz.č.....



Vz.č.....



Vz.č.....



Vz.č.....



Úkol 2: Do tabulky uveďte, prosím, pořadí pokrmů podle klesající příjemnosti (1 – nejlepší...3- nejhorší).

č. vzorku			
pořadí			

Poznámky: \_\_\_\_\_

---

---

---