Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra kvality zemědělských produktů

Využití kolorimetrie pro hodnocení jakosti pekárenských výrobků

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Martin Rychtařík

Obor studia: Rozvoj venkovského prostoru

Vedoucí práce: Ing. Oldřich Faměra, CSc.

© 2019 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Využití kolorimetrie pro hodnocení jakosti pekárenských výrobků" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího 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 autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 12.4.2019 _____

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu Ing. Oldřichu Faměrovi, CSc. za jeho cenné rady a připomínky při zpracování této diplomové práce. Rovněž velký dík patří i panu řediteli Pekárny Racek, s.r.o. Václavu Vránovi za možnost realizace diplomové práce v mém zaměstnání.

Využití kolorimetrie pro hodnocení jakosti pekárenských výrobků

Souhrn

Diplomová práce se zabývá problematikou využití kolorimetrie pro hodnocení jakosti pekárenských výrobků v provozních podmínkách Pekárny Racek, s.r.o. v Přerově. Odběr vzorků chleba, běžného a jemného pečiva byl vždy prováděn při standardní výrobě, kdy byla zpracována hlavní pekařská surovina mouka z mlýna Kroměříž nebo z mlýna Kojetín. Z upečených výrobků byly po vychladnutí náhodně vybrány vzorky pečiva, u kterých bylo provedeno kolorimetrické měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky pomocí dvou chromametrů (CR-400 a CR-410). Následně byly tyto pekařské výrobky odeslány do akreditované laboratoře Vysoké školy chemicko-technologické v Praze, kde byly provedeny analýzy na stanovení koncentrace akrylamidu. Veškeré analyzované výrobky vykazovaly nižší hodnotu koncentrace akrylamidu než udává porovnávací hodnota v Nařízení Komise (EU) 2017/2158, v platném znění. Z těchto hodnot lze jednoznačně konstatovat, že pekařské výrobky vyráběné v Pekárně Racek, s.r.o. splňují podmínku tohoto Nařízení Komise na přítomnost akrylamidu a tudíž nebylo nutné zavést zmírňující opatření. Získané výsledky obou metod byly vyhodnoceny a porovnány, s tím že kolorimetrie může být alternativní metodou pro stanovení koncentrace akrylamidu.

Jelikož cílem Pekárny Racek, s.r.o. je udržení a zajištění kvality veškerých vyráběných výrobků, jsou s dodavateli mouky dohodnuty kvalitativní požadavky na jejich jakost. V menší míře je kvalita mouky upravována přídavkem kyseliny askorbové, popř. přípravky zlepšují mouku. Při pečení výrobků je dbáno na to, aby jejich kůrky měly světle hnědou barvu a nebyly příliš tmavé až hnědočerné. Pokud se přesto takový neshodný a nevyhovující výrobek upeče, je v rámci senzorického hodnocení vyřazen a není nabízen zákazníkovi.

Klíčová slova: mouka, pečivo, kolorimetrie, senzorická analýza, akrylamid

Use of colorimetry for quality evaluation of bakery products

Summary

The Master Thesis deals with the topic of using colorimetry for the evaluation of bakery products quality in the operating conditions of Pekárna Racek, s.r.o. in Přerov. Sampling of bread, ordinary and fine pastry was always carried out in standard production where the main bakery ingredient processed was flour from the Kroměříž mill or from the Kojetín mill. Pastry samples were randomly selected from the baked products after cooling, and the colorimetric measurement of brightness and colour intensity of the crust was performed using two chromametres (CR-400 and CR-410). Subsequently, these bakery products were sent to an accredited laboratory of the University of Chemistry and Technology Prague where analyses were performed to determine the concentration of acrylamide. All analysed products showed a lower concentration of acrylamide than the comparative value specified in the Commission Regulation (EU) 2017/2158, as amended. An unequivocal conclusion can be made from these results that the bakery products produced in Pekárna Racek, s.r.o. meet the condition of this Commission Regulation for the presence of acrylamide and therefore no mitigation measures were necessary. Results of both methods were evaluated and compared. Colorimetry may be used as an alternative method for determining acrylamide concentration.

Since Pekárna Racek, s.r.o. aims to maintain and ensure the quality of all manufactured products, quality requirements have been agreed with flour suppliers. To a lesser extent, the quality of flour is enhanced by the addition of ascorbic acid or flour improvers. When baking products, care is taken to ensure that the crust is light brown in colour and not dark brown or brown-black. However, if such a non-conforming and uncomplying product is produced, it is discarded within the sensory evaluation and is not offered to the customer.

Keywords: flour, bakery products, colorimetry, sensory analysis, acrylamide

Obsah

1 Úvod 9

2 Vědecká hypotéza a cíle práce 10

3 Využití pšenice v potravinářství 11

3.1 Složení pšeničného zrna 11

3.1.1 Bílkoviny v pšeničném zrnu 12

3.1.2 Sacharidy v pšeničném zrnu 12

3.1.3 Lipidy v pšeničném zrnu 13

3.1.4 Vitaminy v pšeničném zrnu 13

3.1.5 Minerální látky v pšeničném zrnu 13

3.2 Kvalita pšeničného zrna 13

3.3 Odrůdy pekárenské pšenice 14

3.3.1 Parametry pekárenské pšenice 14

3.3.2 Vlhkost 15

3.3.3 Objemová hmotnost 15

3.3.4 Číslo poklesu 15

3.3.5 Obsah dusíkatých látek v sušině 15

3.3.6 Sedimentační index 16

3.4 Mouka v pekárenství 16

3.5 Složení mouky 16

3.5.1 Enzymy v mouce 17

3.5.1.1 Amylolytické enzymy 17

3.5.1.2 Proteolytické enzymy 17

3.6 Značení mouky 18

3.6.1 Typ mouky 18

3.6.2 Druh mouky 18

3.7 Hodnocení pekařské kvality pšeničné mouky 19

3.7.1 Schopnost tvorby kypřících plynů 19

3.7.1.1 Hodnocení amylaso-škrobového komplexu v mouce 19

3.7.2 Pekařská síla mouky 19

3.7.3 Barva mouky 20

3.8 Alveografické hodnocení kvality mouky 20

3.9 Doprava mouky z mlýna do sila pekárny 22

3.10 Zrání mouk 23

3.10.1 Hlavní vlivy působící při skladování mouky 24

3.11 Úprava mouky 24

3.12 Charakteristika akrylamidu.....24
3.13 Mechanismus tvorby akrylamidu.....25
3.13.1 Charakteristika asparaginu 27
3.13.2 Deamidace asparaginu 27
3.14 Legislativní požadavky v oblasti sledování akrylamidu 27
3.15 Výskyt akrylamidu v potravinách 27
3.16 Způsoby snížení množství akrylamidu v potravinách.....28
3.17 Karcinogenita akrylamidu 29
3.18 Porovnávací hodnoty pro přítomnost akrylamidu v potravinách.....29
3.19 Zmírňující opatření pro snížení množství akrylamidu v chlebu, běžném a jemném pečivu 31
3.19.1 Povinnosti provozovatelů potravinářských podniků pro snížení množství akrylamidu v chlebu a běžném pečivu 31
3.19.2 Povinnosti provozovatelů potravinářských podniků pro snížení množství akrylamidu v jemném pečivu 31
4 Metodika 33
4.1 Charakteristika společnosti Pekárna Racek, s.r.o. 33
4.1.1 Druhy mouk používané v provozních podmínkách Pekárny Racek, s.r.o..34
4.1.2 Parametry pečení nejvíce vyráběných pekařských výrobků v Pekárně Racek, s.r.o…… 35
4.2 Výroba makovek v Pekárně Racek, s.r.o. 35
4.3 Kolorimetrické hodnocení barvy pomocí barevného prostoru CIE L*a*b*… 40
4.3.1 Kolorimetrické hodnocení barvy mouky pomocí barevného prostoru CIE L*a*b*……40
4.3.2 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovek, chleba, běžného a jemného pečiva pomocí chromametru CR- 410 a CR- 400 42
4.4 Senzorické hodnocení potravin.....44
4.4.1 Senzorické hodnocení výrobků v provozních podmínkách Pekárny Racek, s.r.o……44
4.5 Popis nejčastějších vad u chlebů vyráběných v Pekárně Racek, s.r.o. 45
4.6 Popis nejčastějších vad běžného pečiva vyráběných v Pekárně Racek, s.r.o.46
4.7 Popis nejčastějších vad a příčin u jemného pečiva vyráběného v Pekárně Racek, s.r.o…… 46
5 Výsledky.....47
5.1 Výsledky parametrů a reologických vlastností pšeničné hladké mouky Speciál (T 512) využívané v Pekárně Racek, s.r.o. 47
5.2 Výsledky měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovek pomocí chromametru CR- 410 a CR- 400 48
5.3 Výsledky měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky u nejvíce vyráběných pekařských výrobků pomocí chromametru CR- 410 a CR- 400 59
5.4 Výsledky stanovení koncentrace akrylamidu u nejvíce vyráběných pekařských výrobků v Pekárně Racek, s.r.o. 65

6 Diskuze 66

6.1.1 Analýza dodávané pšeničné hladké pekařské mouky Speciál (T 512) a následná technologická opatření v provozních podmínkách Pekárny Racek, s.r.o.66

6.1.2 Analýza technologických opatření při výrobě chleba v provozních podmínkách Pekárny Racek, s.r.o. 66

6.1.3 Analýza technologických opatření při výrobě běžného pečiva v provozních podmínkách Pekárny Racek, s.r.o. 67

6.1.4 Analýza technologických opatření při výrobě jemného pečiva v provozních podmínkách Pekárny Racek, s.r.o. 68

6.2 Analýza získaných výsledků světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovek pomocí chromametru CR- 410 a CR- 400 68

6.2.1 Analýza výsledků získaných pomocí chromametru CR- 410 68

6.2.2 Analýza výsledků získaných pomocí chromametru CR- 400 69

6.2.3 Porovnání výsledků získaných pomocí chromametru CR- 410 a CR-400 ..69

6.2.4 Vyhovující a mezní hodnoty kolorimetrického stanovení kůrky makovek69

6.3 Diskuze získaných výsledků světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky u nejvíce vyráběných pekařských výrobků pomocí chromametru CR- 410 a CR- 400..70

6.3.1 Diskuze výsledků získaných pomocí chromametru CR- 410 70

6.3.2 Diskuze výsledků získaných pomocí chromametru CR- 400 70

6.3.3 Vyhodnocení výsledků získaných pomocí chromametru CR- 410 a CR-400 71

6.3.4 Vyhovující a mezní hodnoty kolorimetrického stanovení kůrky nejvíce vyráběných pekařských výrobků 71

6.4 Analýza výsledků stanovení koncentrace akrylamidu u nejvíce vyráběných pekařských výrobků v Pekárně Racek, s.r.o. 71

7 Závěr 73

8 Literatura 74

9 Samostatné přílohy 76

1 Úvod

V dnešní době se neustále zvyšují požadavky na kvalitu a bezpečnost potravin. Nejsou to však jen legislativní předpisy z řady Evropské unie či národní právní předpisy, ale rovněž požadavky zákazníků, kteří stále častěji vyhledávají kvalitnější potraviny a chtějí mít o potravinách větší přehled a informovatelnost. Sortiment potravinářských výrobků je velmi rozmanitý, na trhu je obrovská škála výrobků s různým složením a energetickou hodnotou, ze kterých si může spotřebitel vybrat.

Velmi diskutovaným problémem v oblasti pečiva je jeho konzumace kvůli obsahu lepku a také kvůli obsahu karcinogenní látky akrylamidu.

V diplomové práci byly na obsah akrylamidu stanoveny nejčastěji konzumované druhy chleba, běžného pečiva a jemného pečiva, které byly vyrobeny v Pekárně Racek, s.r.o. v Přerově. Tyto pekařské výrobky byly rovněž změřeny pomocí dvou chromametrů, kterými byla zjištěna světelnost a intenzita barevného odstínu. Získané výsledky obou metod byly vyhodnoceny a následně porovnány.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Vědecká hypotéza:

Při pečení pekárenských výrobků dochází k reakci aminokyseliny asparaginu a redukujících sacharidů za vzniku hnědých barviv a látky akrylamidu v kůrce. Použitím optické měřící techniky bude možné objektivněji hodnotit senzorický jakostní ukazatel – „barvu“ pekárenských výrobků, případně i ve vztahu k obsahu akrylamidu.

Cíle práce:

Použitím kolorimetrické přístrojové techniky vymezit interval kolísání barevných odstínů v měřitelných údajích. (např. CIE L*a*b*) u pekařských výrobků. Zpřesnit senzorickou kontrolu výrobků. Zjistit úroveň obsahu akrylamidu ve vybraných výrobcích ve vztahu k Nařízení Komise (EU) 2017/2158 a navrhnout případná zmírňující opatření. Vyhodnotit v dlouhodobé řadě jakostní ukazatele mouky od různých dodavatelů a provést analýzu případných technologických opatření ve výrobě vybraných druhů pečiva.

3 Využití pšenice v potravinářství

Nejvýznamnější českou obilninou je pšenice (*Triticum*) a to díky vysoké úrovni i stabilitě výnosů, čímž představuje produkční jistotu ve všech výrobních oblastech České republiky. Její roční produkce se pohybuje kolem 4 mil. tun, z čehož na mouku a potravinářské výrobky se využije cca 1 200 000 tun (Palík et al. 2009).

Pšenice obecná (*Triticum aestivum*) patří mezi základní pekárenskou obilovinu, neboť obsahuje kvalitní bílkoviny, které jsou schopny vytvořit nakypřenější strukturu a vyšší klenbu pečeného výrobku než bílkoviny z kterýchkoliv jiných obilovin (Kadlec et al. 2012).

Přímo pro lidskou výživu se z obilovin používá výhradně zrno. Dominantní je pšeničné zrno, poněvadž tvoří nenahraditelnou surovinu pro výrobu kynutých pekárenských výrobků, dále je využíváno pro výrobu ostatních pekařských výrobků, pečivárenských výroků (sušenek, oplatků), snídaňových cereálií a těstovin (Palík et al. 2009).

Technologická jakost pšenice obecné (*Triticum aestivum*) je komplexní záležitostí zahrnující geneticky podmíněné vnitřní stavby zrna, především bílkovin s vnitřními agroekologickými faktory. Tvrdá textura zrna je nutným předpokladem pro zajištění výroby kvalitního chleba, protože má za následek větší poškození škrobu a vyšší absorpci vody (Bullock et al. 1992; Corol et al. 2016).

Tab. č. 1 Přehled produkčně využívaných druhů pšenice (Příhoha et al. 2003)

český název	***latinský název***	***počet chromozomů***	***forma pěstování***	***využití***
pšenice obecná	*Triticum aestivum*	42	ozimá	pekárenské
pšenice tvrdá	*Triticum durum*	28	ozimá i jarní (převládá jarní)	výroba těstovin
pšenice špalda	*Triticum spelta*	42	ozimá i jarní (převládá ozimá)	alternativně v pekárenství, výroba kávovin

3.1 Složení pšeničného zrna

Kvalitu pšeničného zrna vyznamně ovlivňuje obsah a vlastnosti bílkovin. Pšeničné zrno obsahuje přibližně 8 – 20 % bílkovin, které se dle Osborna na základě rozpustnosti pšeničných proteinů rozdělují do čtyř skupin: albuminy, globuliny, prolaminy a gluteliny (Palík et al. 2009; Kadlec et al. 2012).

3.1.1 Bílkoviny v pšeničném zrnu

Tab. č. 2 Charakteristika bílkovin pšeničného zrna (Palík et al. 2009).

název bílkovin	*rozpustnost bílkovin*	*charakteristika bílkovin*
albuminy	ve vodě	protoplasmatické bílkoviny
globuliny	v solných roztocích	
prolaminy	v 70 – 90% alkoholu	zásobní bílkoviny
gluteliny	v zředěných roztocích kyselin a zásad	

Albuminy a globuliny patří mezi protoplasmatické bílkoviny, které tvoří s nukleovými kyselinami a lipidy strukturu cytoplazmy a jádra. **Prolaminy a gluteliny** tvoří zásobní bílkoviny, které se při klíčení zrna snadno štěpí na aminokyseliny a peptidy a **vytváří zdroj dusíku pro tvorbu bílkovin**. Prolaminy jsou bohaté na aminokyseliny prolin a glutamin, z čehož byl odvozen i jejich název (Palík et al. 2009).

Pšeničné prolaminy se nazývají **gliadiny** a **pšeničné gluteliny** jsou označovány jako **gluteniny**. Souhrnně se gliadiny a gluteniny označují jako **lepkové (glutenové) bílkoviny**. Tyto bílkoviny **gliadin a glutenin** bobtnají pouze omezeně a za současného vložení mechanické energie na hnětení a přítomnosti vzdušného kyslíku, tvoří pevný gel lepek (Palík et al. 2009; Kadlec et al. 2012).

Zejména glutenové bílkoviny propůjčují těstům unikátní reologické vlastnosti (viskoelastičnost), přičemž pro výrobu chleba se upřednostňují pevná vysoce elastická těsta (Corol et al. 2016).

3.1.2 Sacharidy v pšeničném zrnu

Volné **monosacharidy** se vyskytují ve zralých obilných zrnech jen v nepatrném množství, především v klíčku. Nejvýznamnější z nich jsou pentózy - arabinóza, xylóza, ribóza a hexózy - glukóza, fruktóza, galaktóza, manóza (Kadlec et al. 2012).

Ve zralém, neporušeném a suchém zrnu se **oligosacharidy** vyskytují ve velmi nízkých koncentracích. Nejvíce se však v zrnu nachází **maltóza** a **sacharóza** (Kadlec et al. 2012).

Z technologického hlediska jsou nejvýznamnější skupinou **polysacharidy**, z nichž nejdůležitější je zásobní polysacharid škrob, který je obsažen v zrnech obilovin v endospermu. Obsah škrobu v pšeničném zrnu se pohybuje v intervalu 50 až 80 % v závislosti na odrůdě a podmínkách pěstování (Palík et al. 2009; Kadlec et al. 2012).

Škrob se skládá ze dvou frakcí **amylózy** a **amylopektinu**. U pšenice obecné (*Triticum aestivum*) tvoří 25 % amylóza a 75 % amylopektin. Obě frakce jsou tvořeny jednotkami glukózy, které jsou u **amylózy spojeny α- 1,4 glykosidovou vazbou**, zatímco v molekulách amylopektinu se jedná o spojení **α- 1,6 glykosidovou vazbou**. Existence těchto vazeb a struktury amylózy a amylopektinu má zásadní význam v pekárenské technologii při hydrolýze škrobu amylolytickými enzymy α- a β- amylázami (Kadlec et al. 2012).

Amylóza a amylopektin se díky různé struktuře liší též svými chemickými a fyzikálními vlastnostmi. Amylóza je rozpustná ve vodě, zatímco amylopektin pouze bobtná (Kadlec et al. 2012).

Celkově **vytváří škrob s vodou za tepla gelovitý roztok škrobového mazu.** Teplota mazovatění pšeničného škobu je 58 °C a konec mazovatění, kdy je dosažena nejvyšší viskozita škrobového gelu nastává při teplotě 64 °C. Při tvorbě těsta a střídy pekárenských výrobků však zdaleka nedojde k úplnému zmazovatění celých škrobových zrn. Avšak po ochlazení dojde k **vytvoření škrobového gelu**, který **je hlavním nositelem vláčnosti** a obsažené vody ve střídě výrobků, v čemž spočívá hlavní význam škrobu pro pekařské výrobky. Škrob rovněž hraje významnou roli jako zdroj zkvasitelných cukrů pro kvasinky při kypření těsta (Kadlec et al. 2012).

3.1.3 Lipidy v pšeničném zrnu

Pšeničné zrno obsahuje poměrně nízký obsah tuků, které však hrají důležitou úlohu při tvorbě těsta. Bylo prokázáno, že **zvyšující se podíl polárních lipidů má zlepšující vliv na objem pšeničného pečiva**, zatímco při stoupajícím podílu nepolárních lipidů se objem snižuje. Značná část lipidů se při hnětení váže do struktury pšeničného lepku (Kadlec et al. 2012).

3.1.4 Vitaminy v pšeničném zrnu

Z hydrofilních vitaminů pšeničné zrno obsahuje **vitaminy skupiny B**, zejména thiamin (vitamin B_1), riboflavin (vitamin B_2), kyselinu nikotinovou a nikotinamid (B_3), z **lipofilních vitaminů** pak **vitamin E** (tokoferoly a tokotrienoly) (Kadlec et al. 2012).

3.1.5 Minerální látky v pšeničném zrnu

Minerální látky se souhrně označují jako popeloviny, což znamená anorganický zbytek po spálení rostlinného materiálu. Obsah popelovin se v pšeničném zrnu pohybuje kolem cca 2 %. V pšeničném zrnu jsou nejvíce zastoupeny fosfor, draslík, hořčík, vápník, železo, zinek a mangan (Kadlec et al. 2012).

3.2 Kvalita pšeničného zrna

Kvalita zrna závisí **na odrůdě a podmínkách pěstování**. Podmínky pěstování, zejména průběh počasí během vegetační doby, hrají velmi významnou roli při tvorbě technologické a nutriční kvality pšeničného zrna, proto se pekárenská pšenice nejčastěji pěstuje v níže položených oblastech s možností průběhu zimy bez sněhové pokrývky. Ideální průběh počasí, který má pozitivní vliv na výnos a pekárenskou kvalitu zrna, je charakterizován dostatkem srážek do fáze kvetení a následnou vyšší teplotou vzduchu v období tvorby zrna. Technologickou kvalitu pšeničného zrna rovněž významně ovlivňuje **předplodina**, která vytváří podmínky pro rozvoj kořenové soustavy pšenice, čímž podstatně mění fyzikální vlastnosti půdy (Palík et al. 2009).

Tyto vlastnosti jsou důležité pro růst a vývin biomasy, ale taktéž pro tvorbu klasu a zrna. **Výnos a kvalita pšeničného zrna byla nejvyšší po předplodině luskovině a okopanině,** kdy bylo **dosaženo výnosu 6,5 t·ha^{-1}** (Palík et al. 2009).

Nejnižších výnosů zrna s nejnižší pekárenskou kvalitou (**5,8 t·ha^{-1}**) bylo dosaženo, jestliže byla pšenice pěstována po předplodině obilnině nebo kukuřici. Tyto předplodiny významně snižovaly výnos zrna a obsah dusíkatých látek. Pšeničné zrno pěstované po předplodině kukuřici mělo navíc ještě nižší sedimentační index, čímž byla snížena pekárenská kvalita bílkovin (Palík et al. 2009).

3.3 Odrůdy pekárenské pšenice

Na základě kvality zrna je **pšenice členěna do čtyř jakostních skupin** – pekárenské odrůdy **elitní pšenice (E)**, **kvalitní pšenice (A)** a **chlebové pšenice (B)**. Poslední skupinu tvoří **odrůdy nevhodné pro výrobu kynutých těst (C)** (Palík et al. 2009).

Nejčastěji jsou však pěstovány elitní odrůdy (např. Akteur, Alacris, Bardotka, Ludwig, Magister) a kvalitní odrůdy (Alana, Banquet, Bohemia, Cubus, Brillant). Vlivem různých klimatických podmínek se současně vytvořily odlišnosti mezi jednotlivými odrůdami, např. ve složení a obsahu tzv. slizovitých látek, které silně váží vodu nebo v kvalitě bílkovin (Příhoha et al. 2003; Palík et al. 2009).

Volba odrůdy k pěstování musí splňovat několik důležitých hledisek. Jedná se zejména o konkrétní podmínky vybraného honu, předplodinu, celý soubor geneticky založených odrůdových vlastnost včetně ranosti, adaptability a odolnosti stresovým biogenním i abiogenním faktorům včetně ekonomiky produkce (Palík et al. 2009).

3.3.1 Parametry pekárenské pšenice

Norma ČSN 46 1100-2 Obiloviny potravinářské - Část 2: Pšenice potravinářská stanovuje požadavky na zrno pšenice jako zemědělského výrobku určeného k mlýnskému zpracování. Kvalita zrna pekárenské pšenice je zde vyjádřena souhrnem fyzikálních a chemických vlastností zrna. **Pekárenská pšenice obsahuje zrno, které je svými vlastnostmi vhodné pro výrobu výrobků z kynutého těsta** (ČSN 461100-2. 2001; Palík et al. 2009).

Tab. č. 3 Parametry pekárenské pšenice pro pekárenské využití (Palík et al. 2009).

parametr	***pekárenská pšenice***	
vlhkost (%)	nejvýše	14
objemová hmotnost (kg· hl^{-1}**)**	nejméně	76
číslo poklesu (s)	nejméně	220
obsah dusíkatých látek v sušině (%)	nejméně	11,5
sedimentační index (ml)	nejméně	30

3.3.2 Vlhkost

Vlhkost udává obsah přítomného množství vody v zrně dané obiloviny (pekárenské pšenice). ČSN 46110-2 stanovuje, aby zrno určené na pekárenské zpracování mělo maximální vlhkost 14 % (ČSN 461100-2. 2001; Kulovaná 2002; Palík et al. 2009).

3.3.3 Objemová hmotnost

Objemová hmotnost vyjadřuje **poměr hmotnosti** zkoušené obiloviny **(pekárenské pšenice) k objemu, který zaujímá po volném nasypání do nádoby** za přesně stanovených podmínek. Její hodnota závisí nejen na hustotě, ale také na tvaru zrna. Objemová hmotnost je hrubým ukazatelem výtěžnosti mouky při mlýnském zpracování (ČSN 461100-2. 2001; Kulovaná 2002; Palík et al. 2009).
ČSN 46110-2 požaduje, aby zrno určené na pekárenské zpracování mělo objemovou hmotnost nejméně 76 $kg \cdot hl^{-1}$ (ČSN 461100-2. 2001; Palík et al. 2009).

3.3.4 Číslo poklesu

Číslo poklesu je parametr, jehož hodnota vyjadřuje aktivitu amylolytickým enzymů v zrnu. **Zrno s číslem poklesu nižším než 200 s** má vysokou aktivitu amylolytických enzymů a je **nevhodné pro pekárenské použití**, neboť vyrobené těsto by bylo roztékavé a špatně zpracovatelné. **Zrno s číslem poklesu vyšším než 400 s** má nízkou aktivitu amylolytických enzymů a před zpracováním je nutné tuto hodnotu zvýšit (Palík et al. 2009; Dostál et al. 2013).

Na základě výzkumu Výzkumného ústavu v Kroměříži (Agrofest fyto s.r.o.) bylo zjištěno, že **největší vliv na hodnotu čísla poklesu má teplota a dešťové srážky v červenci**, kdy se rozhodujícím způsobem dotváří výnosotvorné prvky porostu a determinují se parametry potravinářské kvality. Při vydatných dešťových srážkách ve sklizňové zralosti došlo k porůstání zrna a následnému snížení čísla poklesu. Tato skutečnost je způsobena tím, že voda v sobě rozpouští minerální látky, které aktivují enzymy (amylázy, proteázy) a dojde k rozložení škrobu (Palík et al. 2009; Dostál et al. 2013).
ČSN 46110-2 požaduje, aby zrno určené na pekárenské zpracování mělo číslo poklesu alespoň 220 s, ideálně v rozmezí hodnot 220 – 400 s (ČSN 461100-2. 2001; Palík et al. 2009).

3.3.5 Obsah dusíkatých látek v sušině

Obsah dusíkatých látek v sušině významně ovlivňuje zpracovatelské vlastnosti zrna. Pro pekárenství je rozhodující, že **obsah dusíkatých látek v zrnu vzájemně souvisí s obsahem lepkových bílkovin**, které ovlivňují fyzikální a chemické vlastnosti těsta a objem pečiva. Na základě výzkumu Výzkumného ústavu v Kroměříži (Agrofest fyto s.r.o.) bylo zjištěno, že **na vyšší obsah dusíkatých látek v zrnu má vliv vyšší teplota a nižší dešťové srážky** v období tvorby zrna v měsících červen a červenec (Palík et al. 2009).

Pro stanovení obsahu bílkovin je používán klasický způsob stanovení dusíku mineralizaci pomocí Kjeldahlovy metody, kdy se pro potravinářskou pšenici používá vynásobovací koeficient 5,7 a obsah dusíkatých látek je přepočítán na 100% sušinu (Kadlec et al. 2012).

ČSN 46110-2 požaduje, aby zrno pekárenské pšenice mělo obsah dusíkatých látek v sušině nejméně 11,5 % (ČSN 461100-2. 2001; Palík et al. 2009; Kadlec et al. 2012).

3.3.6 Sedimentační index

Sedimentační index slouží jako nepřímý ukazatel pro vyjádření množství a kvality pšeničných bílkovin. Pro stanovení se využívá tzv. **Zelenyho test**. Standardně připravená suspenze pšeničného škrobu sedimentuje v roztoku kyseliny mléčné s bromfenolovou modří, kdy rychlost sedimentace závisí na podílu bílkovin a velikosti jejich makromolekuly (ČSN 461100-2. 2001; Palík et al. 2009; Kadlec et al. 2012).

Vyšší hodnota sedimentačního indexu obvykle udává lepší pekařskou kvalitu pšenice. ČSN 46110-2 požaduje, aby zrno pekárenské pšenice mělo hodnotu sedimentačního index alespoň 30 ml (ČSN 461100-2. 2001; Palík et al. 2009).

3.4 Mouka v pekárenství

Základní surovinou pro pekárenskou výrobu je mouka, která u těst tvoří více než 60 % hmotnosti těsta. Kvalita mouky má pro pekařské zpracování značný význam, neboť ovlivňuje technologii výroby a finální podobu konečných výrobků. Pekárenský průmysl požaduje především vyrovnanou kvalitu mouk v požadovaných jakostních parametrech (Dostál et al. 2013; Zigmundova et al. 2017).

3.5 Složení mouky

V České republice se při výrobě těst používají hlavně mouky pšeničné a žitné. Ojediněle se mohou využívat i jiné mouky např. kukuřičná, ječná či rýžová mouka a to převážně pro speciální druy výrobků. Každá mouka má své nezaměnitelné určení a charakteristické technologické vlastnosti (Kadlec et al. 2012).

Tab. č. 4 Základní % zastoupení složek v sušině pšeničné a žitné mouky (Dostál et al. 2013)

složka (%)	***pšeničná mouka***	***žitná mouka***
škrob	75,0 – 79,0	69,0 – 81,0
bílkoviny	10,0 – 12,0	8,0 – 10,0
tuky	1,1 – 1,9	0,7 – 1,4
sacharidy	2,0 – 5,0	5,0 – 8,0
celulóza (vláknina)	0,1 – 1,0	0,1 – 0,9
slizy	2,5 – 3,4	3,5 – 5,2
popeloviny	0,4 – 1,7	0,5 – 1,7

Významnou část mouky tvoří **voda**, v níž je zastoupena **od 12 do 15 %** a **udává vlhkost mouky**. Voda v mouce má význam ekonomický (nákup vody), technologický (snižuje se schopnost mouky vázat vodu) a mikrobiologický, neboť nad 15 % vlhkosti mouka začíná plesnivět (Dostál et al. 2013).

Pšeničná i žitná mouka obsahuje lepek, avšak žitné bílkoviny se vlivem přítomnosti většího množství slizů (pentózanů) nedají vyprat a separovat jako bílkoviny pšeničné mouky (pšeničný lepek). Žitná mouka má větší lepivost, horší technologické zpracování a vlivem pentózanů váže až o 10 % více vody (Dostál et al. 2013).

3.5.1 Enzymy v mouce

Enzymy jsou makromolekulární proteinové biokatalyzátory. Do mouky se dostávají z klíčku přes endosperm, ze kterého se mele mouka. Nejvíce enzymy pronikají z klíčku do endospermu při klíčení zrna, kdy rozbourávají zásobní polysacharidy (škroby) na jednodušší pracovní oligosacharidy – maltózu (Dostál et al. 2013).

Enzymy vnášejí do reakce energii a jejich aktivita závisí na teplotě a kyselosti. Nejvyšší aktivita enzymů je v teplotním rozmezí 30 – 55 °C, poté aktivita klesá a jejich činnost ustává při teplotě 70 °C. V pekařské technologii jsou nejvýznamnější enzymy amylolytické a proteolytické (Dostál et al. 2013).

3.5.1.1 Amylolytické enzymy

Mezi amylolytické enzymy patří α- amyláza a β- amyláza. **α- amyláza** je enzym, který umožňuje štěpení škrobu na dextriny. Aktivita tohoto enzymu je ve zralých a neporušených obilkách velmi nízká. **Jestliže však dojde k naklíčení zrna**, ať již na poli během sklizně (tzv. porostlé obilí) nebo v důsledku chybného skladování zrna ve vlhkém prostředí, **aktivita α- amylázy značně vzroste, což nepříznivě ovlivňuje kvalitu pečení** (Dostál et al. 2013, Corol et al. 2016).

Nadbytek α- amylázy způsobuje roztékavost pšeničných těst, u žitných těst tvoří mazlavou střídu. Malé množství α- amylázy je žádoucí, neboť rozkladem škrobu na maltózu se urychluje zrání těst a kvasů (Dostál et al. 2013).

β- amyláza je enzym, který působí z vnějšku amylózy a amylopektinu (škrobu) a způsobuje postupné odštěpování molekul maltózy od konce polymerních řetězců. Při hydrolýze amylopektinu však **β- amyláza** není schopna překročit vazby α-1,6, což znamená, že **není schopna amylopektin úplně hydrolyzovat** a zbývá tímto enzymem dále nehydrolyzovatelný, tzv. β-limitní dextrin (Dostál et al. 2013).

3.5.1.2 Proteolytické enzymy

Proteolytické enzymy (proteázy) jsou schopny štěpit bílkoviny mouky až na aminokyseliny, proto je nutné s těmito enzymy zacházet opatrně, poněvadž jejich účinkem dochází k oslabení lepku. Významným aktivátorem proteáz je tripeptid **glutathion**, který je obsažen v droždí. (Dostál et al. 2013; Šedivý et al. 2016).

Pro pekařské účely je důležitý enzym **proteináza**, který má vliv na fyzikální vlastnosti pšeničného lepku, tím že jej povoluje a těsto je pak tažnější a volnější, čímž se lépe zpracovává (Šedivý et al. 2016).

3.6 Značení mouky

Mouka je mlýnský obilný výrobek získaný mletím určitého druhu obilí, tříděný podle velikosti částic nebo granulace a obsahu minerálních látek. Označování a členění mouk na skupiny a podskupiny se řídí **vyhláškou č. 333/1997 Sb**., v platném znění, **což je prováděcí vyhláška k zákonu č.110/1997 Sb**., o potravinách a tabákových výrobcích, v platném znění. Tato vyhláška rozlišuje skupinu **mouky** na podskupinu hladkou, polohrubou, hrubou a celozrnnou (vyhláška MZe č. 333/1997 Sb.; Příhoha et al. 2003; Kadlec et al. 2012).

Podskupiny se člení podle granulace, kdy **pro hladké mouky** je požadován **podíl částic menších než 257 µm** (jako propadu tímto sítem) nejméně 96 % a **podíl částic menších než 162 µm** nejméně 75 %. Pro **polohrubé mouky podíl částic menších než 366 µm** nejméně 96 % a **podíl částic menších než 162 µm** nejvýše 75 %. Pro hrubé mouky **podíl částic menších než 485 µm** nejméně 96 % a **podíl částic menších než 162 µm** nejvýše 15 %. Pro **celozrnné pšeničné mouky podíl částic menších než 2800 µm** nejméně 96 % (vyhláška MZe č. 333/1997 Sb.; Příhoha et al. 2003; Kadlec et al. 2012).

3.6.1 Typ mouky

Typ mouky je používané číselné **označení pro tisícinásobek obsahu popela (minerálních látek) v sušině mouky**. Nejvíce minerálních látek je obsaženo ve vnějších obalových vrstvách (až 2 % celozrnné mouky s typovým označením T 1800), směrem ke středu množství minerálních látek klesá (0,4 % mouky s typovým označením T 400). Podle typu mouky lze určit, z jakých částí obilky je mouka namleta a její očekávané vlastnosti (Příhoda et al. 2003; Dostál et al. 2013).

3.6.2 Druh mouky

Druh mouky má v názvu uvedeno určení: např. mouka pšeničná hladká pekařská Speciál (T 530), mouka pšeničná hladká pekařská Speciál (T 512), žitná celozrnná (T 1700), žitná chlebová (T 930) (Dostál et al. 2013).

Mouky s vyšším typovým číslem (T 1050, T 930) jsou vhodné hlavně pro výrobu chleba, neboť se jedná o mouky tmavé, více vymleté s vyšším obsahem minerálních látek a enzymů. Pšeničná chlebová mouky (T 1050) je chrakteristická tím, že obsahuje lepek s horší kvalitou (Dostál et al. 2013).

Pekařsky nejhodnotnější s nejlepší kvalitou lepku je mouka pšeničná hladká pekařská Speciál (T 530). Bílkoviny zde tvoří pevnou a stabilní bílkovinnou kostru pečiva, která je nezbytná pro tvar výrobku, s množstvím minerálních látek do 0,6 % v sušině. Jedná se o mouku ze střední části obilky, která je vhodná pro výrobu běžného a jemného pečiva (Dostál et al. 2013).

Středně světlé mouky (T 650, T 700) jsou tmavší, více vymleté mouky s vyšším obsahem popelovin a horší kvalitou lepku. Tyto mouky jsou vhodné pro kynutá těsta s chudší recepturou např. pro výrobu běžného pečiva (Dostál et al. 2013).
Mouky s nízkým typovým číslem (T 450) jsou mouky světlé, málo vymleté, získané z přední části obilky. Jsou charakteristické horší kvalitou lepku a jejich využití je pro pečivárenskou a cukrářskou výrobu (Dostál et al. 2013).

3.7 Hodnocení pekařské kvality pšeničné mouky

Hlavními ukazateli pekařské kvality pšeničné mouky jsou schopnost tvorby kypřících plynů, pekařská síla a barva mouky (Příhoha et al. 2003).

3.7.1 Schopnost tvorby kypřících plynů

Předpoklady pro účinnou tvorbu plynu v těstě jsou **významné u mouk, které budou použity na výrobky kypřené biochemicky**, tj. fermentací sacharidů (pekařským droždím nebo kvasinkami žitných kvasů). Podmínkou správného průběhu fermentace je dostatek zkvasitelných sacharidů a dostatečná aktivita kvasinek. Zkvasitelné sacharidy glukóza, fruktóza a zejména maltóza mohou být přítomny již v mouce a rovněž vznikají působením amylolytických enzymů v těstě (Příhoha et al. 2003).

Optimální stav mouky je takový, kdy **nebude příliš velký podíl škrobových makromolekul předem narušen** (enzymově, mechanicky nebo tepelně) **a současně bude dostatečná aktivita amylolytických enzymů po celou dobu zrání a kynutí těsta.** Tyto vlastnosti se projeví stabilní produkcí dostatečného objemu CO_2 od vyhnětení těsta až do umrtvení kvasinek po dosažení příslušné teploty vnitřní střídy v peci. Předpokladem dobré plynotvorné schopnosti je tedy **dobrý stav amylaso-škrobového komplexu v mouce** (Příhoha et al. 2003).

3.7.1.1 Hodnocení amylaso-škrobového komplexu v mouce

Stav amylaso-škrobového komplexu v mouce je kontrolován pomocí přístroje **Falling Number**, který slouží pro stanovení čísla poklesu a pomocí přístoje **amylografu**, jehož výsledkem je amylolytická křivka – amylogram (Příhoha et al. 2003).

3.7.2 Pekařská síla mouky

Síla mouky bezprostředně souvisí s kvalitou a množstvím lepku a je dána genetickými vlastnostmi odrůdy pšenice a podmínkami jejího pěstování (Příhoha et al. 2003).

Bylo prokázáno, že **na objem pšeničného pečiva má prvořadý a nejvýznamnější vliv obsah lepkové bílkoviny v mouce,** vyjadřovaný obvykle jako obsah mokrého lepku. **Obsah lepku** je stanovován ve mlýně a měl by být **deklarován při dodávce mouky odběrateli** (Příhoha et al. 2003).

Vedle obsahu lepku má význam i jeho kvalita tzv. **bobtnavost lepku**, která představuje nárůst objemu relativně čistého mokrého lepku v roztoku kyseliny mléčné. Tento ukazatel **charakterizuje chování lepku ve zrajícím těste**, kde v důsledku fermentace vznikají organické kyseliny (Příhoha et al. 2003).

V dnešní době je pro zjišťování kvality lepku využívána novější metoda tzv.**lepkový index (gluten index)**, který udává % zbylého lepku na sítku k celkovému množství lepku. Metoda je založena na průchodu lepku jemným sítem při odstřeďování v odstředivce. **Lepkový index slouží jako ukazatel pekařské kvality objemu pečiva** (Příhoha et al. 2003).

3.7.3 Barva mouky

Sledování barvy mouky byl v dřívějších dobách přisuzován mnohem větší význam než v současné době, kdy se rozšířilo používání přísad celozrnných mouk nebo šrotů, případně i šrotových produktů z jiných obilovin, luštěnin a zrnin (Příhoha et al. 2003).

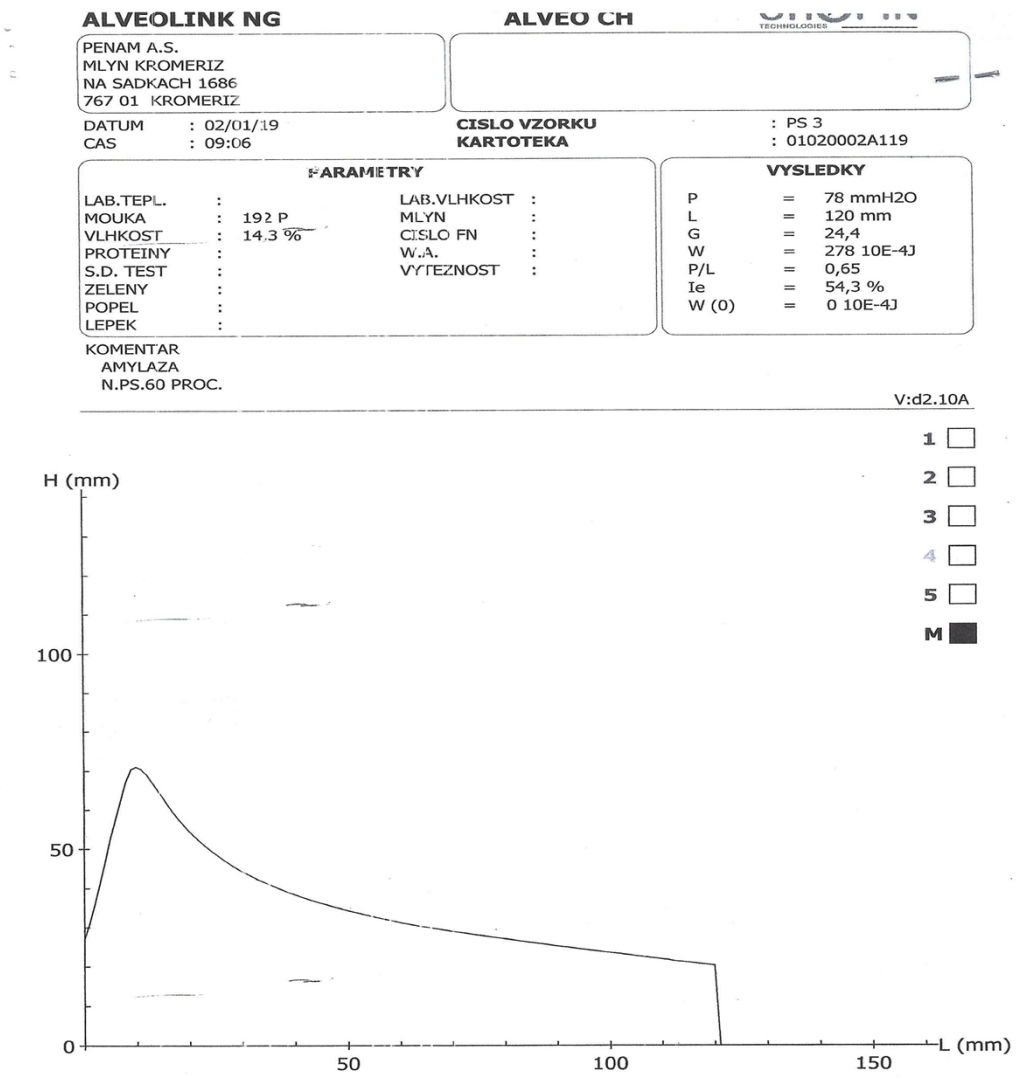
Veškeré tyto přísady ovlivňují barvu nebo barevný odstín střídy pečiva mnohem výrazněji než jen mouka z různě vymleté pšenice. Sama barva mouky může ukazovat svým našedlým odstínem na tzv. zadní mouku s vyšším podílem poškozeného škrobu a horší pekařskou zpracovatelností (Příhoha et al. 2003).

Barva mouky, ale také závisí na původní barvě pšenice, která může být od světle žluté až do oranžové a načervenalé. V české republice jsou však nejtypičtější mouky světle krémové barvy (Příhoha et al. 2003).

3.8 Alveografické hodnocení kvality mouky

Alveograf je přístroj, který měří plošnou deformaci plátku těsta napínaného tlakem plynu a využívá se pro zjišťování pekařské kvality mouky. Těsto se připravuje z 250 g mouky o vlhkosti 15 %, proto musí být předem stanovená vlhkost mouky, aby se při jiné vlhkosti navážilo ekvivalentní množství mouky. **Výsledkem alveografického hodnocení je alveografická křivka – alveogram** (viz obr. č. 1) (Příhoha et al. 2003).

Obr. č. 1 Alveogram pšeničné hladké mouky pekařské Speciál (T 512)



V rámci interních označení mouk ve mlýně Kroměříž, je zde pšeničná hladká mouka Speciál (T 512) označena jako mouka 192P.

Z alveogramu se vyhodnocuje **alveografický přetlak (P)**, který vyjadřuje stabilitu těsta. Vypočítá se ze zjištěné výšky maxima křivky na ose H a vynásobí se koeficientem 1,1 (Příhoda et al. 2003; Dostál et al. 2013).

Alveografická tažnost (L) se zjistí na ose L a charakterizuje tažnost těsta. Z těchto dvou hodnot se určí **alveografický poměr P/L**, jehož hodnoty vyjadřují charakteristiku těsta (Příhoda et al. 2003; Dostál et al. 2013).

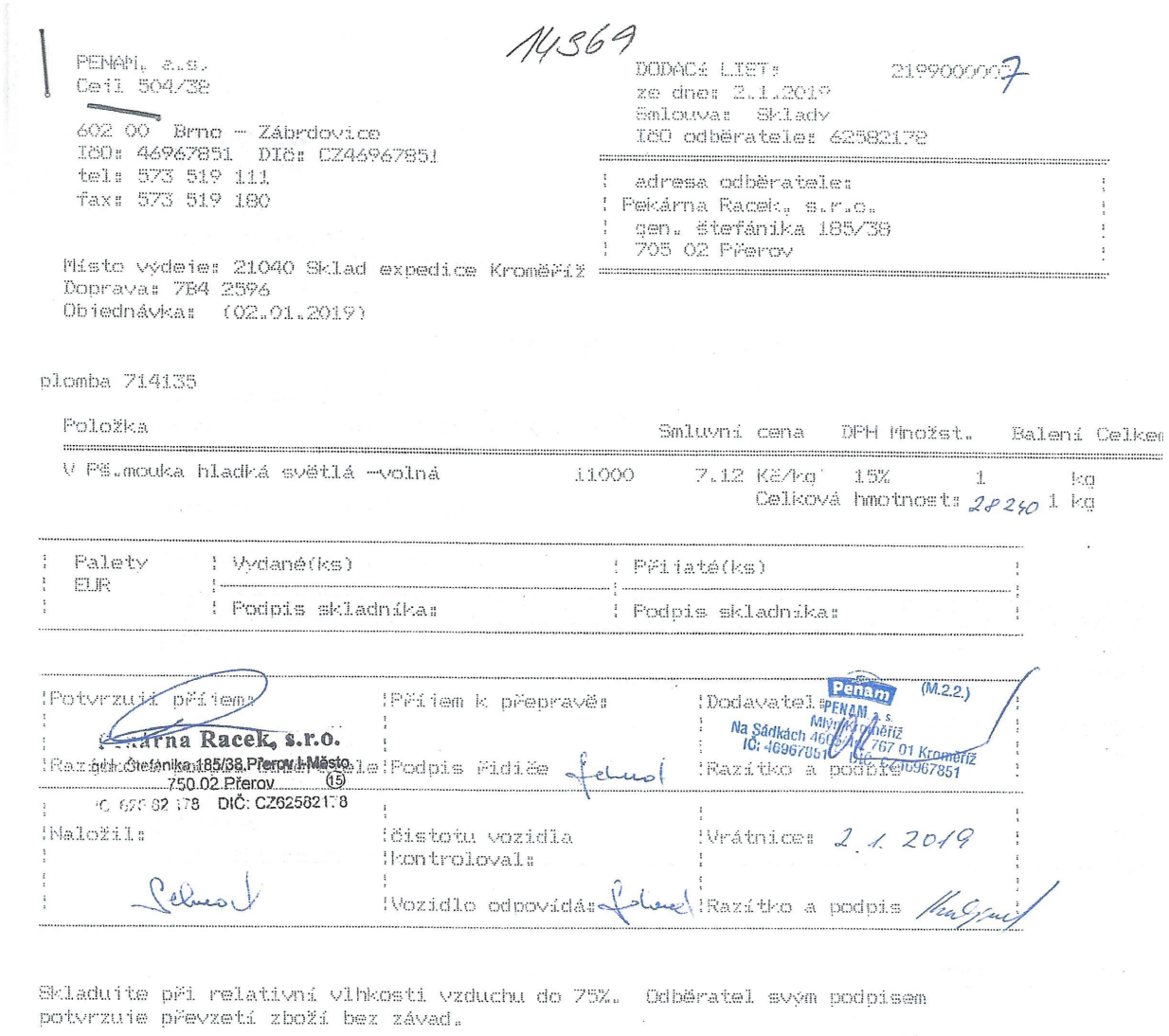
Dalšími výpočty se zjistí hodnota **bobtnacího indexu (G)**, který závisí na tažnosti těsta a hodnota **alveografické energie (W)**, která charakterizuje pekařskou sílu mouky (Příhoda et al. 2003; Dostál et al. 2013).

3.9 Doprava mouky z mlýna do sila pekárny

Mouka je ve mlýně finálním produktem a do sila pekárny se nejčastěji dopravuje nákladními auty, kde je volně ložená v cisternách. Jedná se o speciální cisterny s pneumatickým vyprazdňováním a plněním sil. **Součástí každé dodávky mouky je dodací list** (viz obr. č. 2), **protokol o jakosti mouky** (tzv. rozborový list – viz obr. č. 3) **a alveogram** (Dostál et al. 2013).

Při příjmu mouky se nejprve na mostní váze zváží automobilová cisterna s moukou (brutto hmotnost), po vyprázdnění cisterny – přefoukání do sila se zjistí (tara hmotnost) a z toho rozdílu se vypočítá čistá hmotnost (netto hmotnost) a vytiskne se **vážní lístek** (výdejka), kterou dostane odběratel (viz obr. č. 4) (Dostál et al. 2013).

Obr. č. 2 Dodací list pšeničné mouky hladké pekařské Speciál (T 512)



PENAM, a.s.
Cejl 504/32

602 00 Brno - Zábrdovice
IČO: 46967851 DIČ: CZ46967851
tel: 573 519 111
fax: 573 519 180

14369

DODACÍ LIST: 2199000007
ze dne: 2.1.2019
Smlouva: Sklady
IČO odběratele: 62582178

adresa odběratele:
Pekárna Racek, s.r.o.
gen. Štefánika 185/38
705 02 Přerov

Místo výdeje: 21040 Sklad expedice Kroměříž
Doprava: 7B4 2596
Objednávka: (02.01.2019)

plomba 714135

Položka		Smluvní cena	DPH	Množst.	Balení	Celke
V PS.mouka hladká světlá -volná	11000	7.12 Kč/kg	15%	1	kg	
		Celková hmotnost: 28240 1 kg				

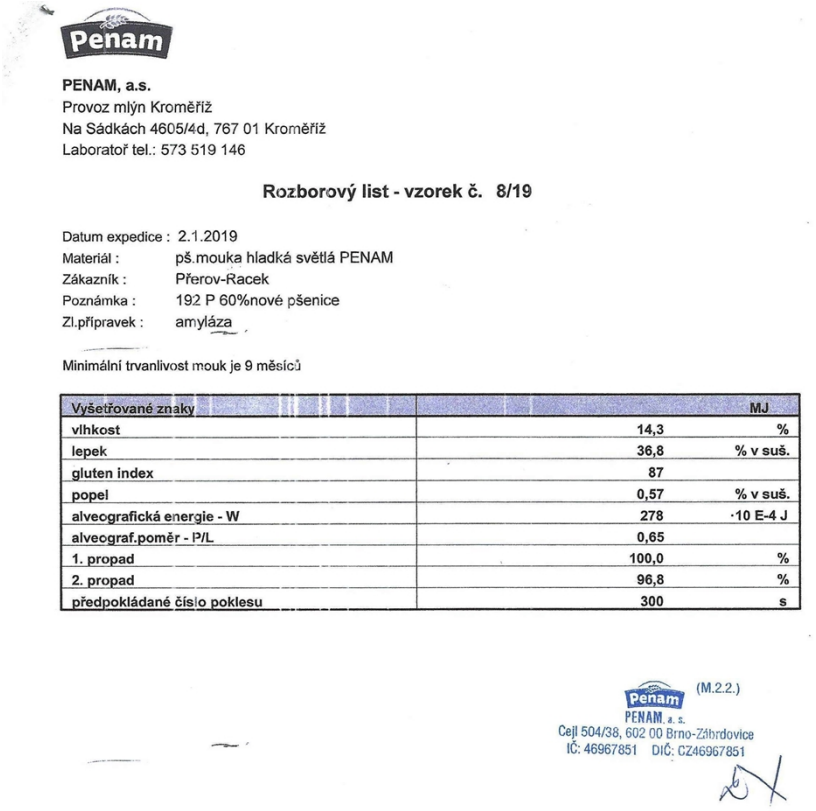
Palety EUR	Vydané(ks)	Přijaté(ks)
	Podpis skladníka:	Podpis skladníka:

Potvrzuji příjem:	Přijem k přepravě:	Dodavatel:
Pekárna Racek, s.r.o. Razítko a podpis: Štefánika 185/38, Přerov I-Město 750 02 Přerov (15)	Podpis řidiče	Razítko a podpis
IČ: 62582178 DIČ: CZ62582178		
Naložil:	Čistotu vozidla kontroloval:	Vrátnice: 2. 1. 2019
	Vozidlo odpovídá:	Razítko a podpis

PENAM a.s. Na Sádkách 461/6 767 01 Kroměříž IČ: 46967851 (M.2.2.)

Skladujte při relativní vlhkosti vzduchu do 75%. Odběratel svým podpisem potvrzuje převzetí zboží bez závad.

Obr. č. 3 Rozborový list pšeničné mouky hladké pekařské Speciál (T 512)



PENAM, a.s.
Provoz mlýn Kroměříž
Na Sádkách 4605/4d, 767 01 Kroměříž
Laboratoř tel.: 573 519 146

Rozborový list - vzorek č. 8/19

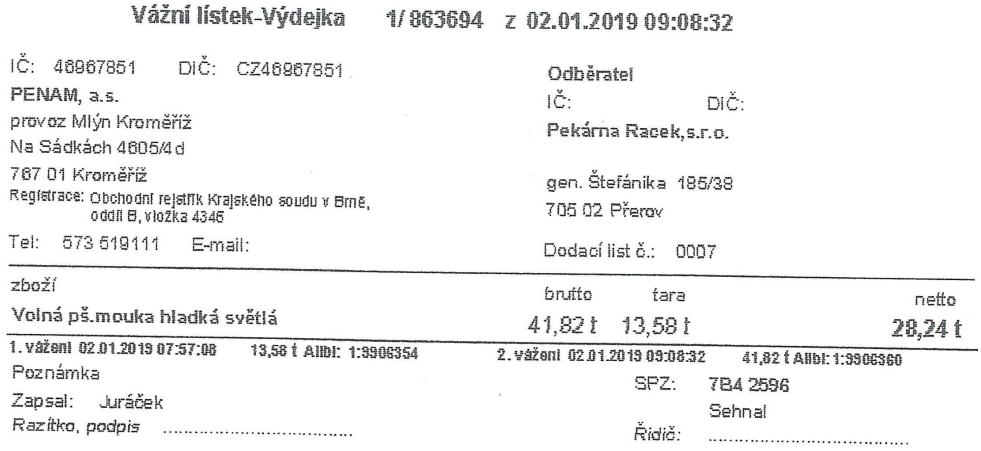
Datum expedice : 2.1.2019
Materiál : pš.mouka hladká světlá PENAM
Zákazník : Přerov-Racek
Poznámka : 192 P 60%nové pšenice
Zl.přípravek : amyláza

Minimální trvanlivost mouk je 9 měsíců

Vyšetřované znaky		MJ
vlhkost	14,3	%
lepek	36,8	% v suš.
gluten index	87	
popel	0,57	% v suš.
alveografická energie - W	278	·10 E-4 J
alveograf.poměr - P/L	0,65	
1. propad	100,0	%
2. propad	96,8	%
předpokládané číslo poklesu	300	s

Penam (M.2.2.)
PENAM, a. s.
Cejl 504/38, 602 00 Brno-Zábrdovice
IČ: 46967851 DIČ: CZ46967851

Obr. č. 4 Vážní lístek příjmu pšeničné mouky hladké pekařské Speciál (T 512)



Vážní lístek-Výdejka 1/ 863694 z 02.01.2019 09:08:32

IČ: 46967851 DIČ: CZ46967851
PENAM, a.s.
provoz Mlýn Kroměříž
Na Sádkách 4605/4 d
767 01 Kroměříž
Registrace: Obchodní rejstřík Krajského soudu v Brně, oddíl B, vložka 4346
Tel: 573 519111 E-mail:

Odběratel
IČ: DIČ:
Pekárna Racek,s.r.o.
gen. Štefánika 185/38
705 02 Přerov
Dodací list č.: 0007

zboží	brutto	tara	netto
Volná pš.mouka hladká světlá	41,82 t	13,58 t	28,24 t

1. vážení 02.01.2019 07:57:08 13,58 t Alibi: 1:3906354
2. vážení 02.01.2019 09:08:32 41,82 t Alibi: 1:3906360

Poznámka
Zapsal: Juráček
Razítko, podpis .....

SPZ: 7B4 2596
Sehnal
Řidič: .....

3.10 Zrání mouk

Čerstvě namletá mouka nevykazuje příliš vhodné parametry, neboť lepek z této mouky nebývá dostatečně tažný a snadno se trhá. Při zadělání se vytváří lepkavé těsto špatných fyzikálních vlastností a mouka má menší vaznost. Pekařský výrobek upečený z takové mouky je rozplývavý, nízký, s trhlinami v kůrce a malého objemu. Po určité době se však jakost mouky znatelně zlepší, kdy obecně platí, že slabší mouky vyžadují delší skladování, aby lepek dosáhnul svých optimálních vlastností. Doba zrání závisí také na stupni vymletí, na teplotě skladování a na vlhkosti (Příhoda et al. 2003; Dostál et al. 2013).

Velkou roli při zrání mouk má intenzivní provzdušňování mouky v sile pomocí fluidního lože, kdy dochází k oxidaci volných – SH skupin a tvorbě disulfidických můstků, které zpevňují lepek, zvyšují jeho vaznost a stabilitu v těstě. Těchto vazeb však v lepku není mnoha, ale mají zásadní význam pro jeho zpevňování a výsledný tvar pekařského výrobku.

V průmyslových větších **pekárnách obvykle mouky v silech zrají jeden až dva týdny**, avšak existují i pekárny, které mají od mlýnů dodávanou mouku na míru a nenechávají ji odložet vůbec. Mouky na míru se ve mlýně připravují přímo mícháním jednotlivých odrůd obilí s určitými vlastnostmi pro pekařské mouky nebo se míchají, až umleté mouky popř. se dále upravují dle požadavku odběratele (Dostál et al. 2013).

3.10.1 Hlavní vlivy působící při skladování mouky

Vlhkost je jedním z nejdůležitějších faktorů při skladování mouky, poněvadž ovlivňuje biochemické a mikrobiologické procesy. Mouka je silně hygroskopická a tudíž se její vlhkost mění v závislosti na počáteční vlhkosti mouky, relativní vlhkosti vzduchu skladovacího prostoru, teplotě a způsobu uskladnění mouky (Příhoda et al. 2003; Dostál et al. 2013).

Vlhkost mouky smí být **nejvýše 15 %** a **nejvyšší relativní vlhkost 75 %**. Jestliže je relativní vlhkost vzduchu prostředí nižší než vlhkost mouky, mouka snižuje svoji vlhkost. Při překročení 15 % vlhkosti mouky, dochází vlivem mikroorganizmů k plesnivění a následně samozahřívání a destrukci mouky (Dostál et al. 2013).

3.11 Úprava mouky

V České republice je povoleno **mouky upravovat pomocí** přídatné látky **kyseliny askorbové (E300), která zpevňuje lepek**, čímž výrobky lépe drží tvar. Přídavek kyseliny askorbové rovněž zkracuje nebo zcela odstraňuje dobu zrání mouky (Dostál et al. 2013).

Kyselina askorbová se dávkuje v miligramech na jeden kilogram zpracované mouky. K dokonalému promísení se používají někdy premixy, což jsou směsi kyseliny s menším množstvím nosiče (mouky) následně přimíchané do konečného objemu mouky, aby se zajistilo dokonalé promísení kyseliny v mouce (Dostál et al. 2013).

Při míchání těst na jednotlivé výrobky se v praxi k základním surovinám přidávají zlepšující přípravky, které zlepšují kvalitu mouky (Příhoda et al. 2003).

3.12 Charakteristika akrylamidu

Akrylamid (amid kyseliny akrylové, prop-2-enamid) je organická sloučenina s nízkou molekulární hmotností a dobrou rozpustností ve vodě (Velíšek & Hajšlová 2009)

Akrylamid se tvoří v pečených, smažených a pražených potravinách bohatých na sacharidy, jejichž suroviny obsahují prekurzory akrylamidu např. obiloviny, brambory a kávová zrna. Jeho **intenzivní tvorba probíhá při teplotách nad 120 °C a nízké vlhkosti potraviny** (Friedman & Mottram 2005; Commission Regulation (EU) 2017/2158 of 20 November 2017).

Díky své jednoduché struktuře může v potravinách vznikat různými mechanismy, které zahrnují reakce sacharidů, proteinů, aminokyselin a lipidů (Friedman & Mottram 2005).

Tvorba akrylamidu v tepelně zpracovaných potravinách **závisí na obsahu redukujících sacharidů (glukózy) a aminokyseliny (asparaginu).** Jedná se o **soubor reakcí neenzymatického hnědnutí**, které jsou indikovány zvýšenou teplotou tzv. **Maillardova reakce**. Při této reakci vznikají hnědé pigmenty melanoidy a další senzoricky významné produkty včetně antimikrobiálních sloučenin působících proti lidským patogenům (Friedman 2003; Cwiková 2014; Commission Regulation (EU) 2017/2158 of 20 November 2017).

Meziproduktem v Maillardově reakci a při přímé dehydrataci cukrů (karamelizaci) je furanová sloučenina **5-hydroxymethylfurfural (HMF)**. Při karamelizaci za kyselých podmínek se může tvořit i při nízkých teplotách, avšak jeho koncentrace vzrůstají s rostoucí teplotou při tepelné úpravě nebo skladování. Kromě teploty je rychlost tvorby HMF v potravinách závislá na typu sacharidu, na vodní aktivitě a na koncentraci divalentních kationtů média. HMF přispívá k požadované barvě, chuti a vůni tepelně upravených potravin. Jelikož se jedná o tepelně indukovaný kontaminant, bylo prokázáno, že **zvýšením pH těsta dojde ke snížení hladiny HMF v pekařských výrobcích** (Capuano & Fogliano 2011).

3.13 Mechanismus tvorby akrylamidu

Akrylamid vzniká především v Maillardově reakci, kde jsou klíčovými prekurzory aminokyselina asparagin, od níž je odvozen skelet akrylamidu, **a redukující cukry** nebo různé karbonylové sloučeniny vzniklé ze sacharidů, **které umožňují dekarboxylaci asparaginu** (Friedman 2003)

Teplem indukované reakce aminů, aminokyselin, peptidů a bílkovin s redukujícími cukry a vitamínem C a chinony (enzymatické zhnědnutí katalyzované enzymem polyfenoloxidázou) způsobují zhoršení kvality potravin během skladování a zpracování. Tvorba toxických sloučenin může dále snížit nutriční hodnotu a bezpečnost potravin (Friedman 2003)

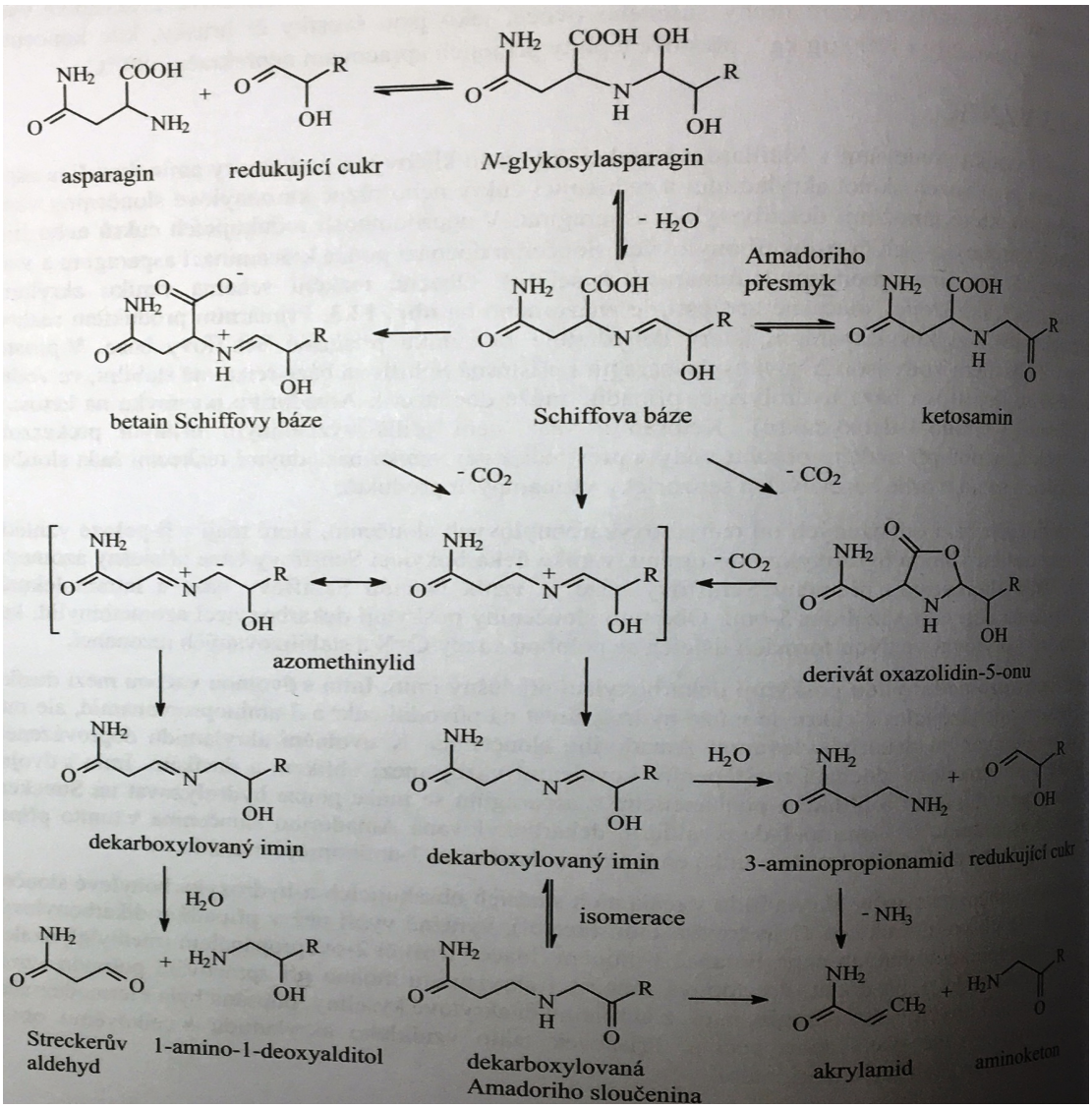
V nepřítomnosti redukujících cukrů nebo jiných α-hydroxykarbonylových či α-dikarbonylových sloučenin dochází pouze k deaminaci asparaginu a vzniká fumaramová kyselina (monoamid fumarové kyseliny). Primárním produktem reakce je karbinolamin *N*-glykosylasparagin, který dehydratuje za vzniku příslušné Schiffovy báze. V prostředí s nízkým obsahem vody jsou *N*-glykosylasparagin i příslušná Schiffova báze relativně stabilní, ve vodném prostředí se Schiffova báze hydrolyzuje, případně může docházet k Amadoriho přesmyku na ketosamin (oxoformu 1-amino-1-deoxycukru). **Ketosamin** však **není příliš významným přímým prekurzorem akrylamidu**, poněvadž při nízkém obsahu vody v prostředí, z něj následnými reakce i vzniká řada sloučenin, které se podílejí na tvorbě barevných a senzoricky významných produktů (Velíšek & Hajšlová 2009).

U Schiffových bází odvozených od α-hydroxykarbonylových sloučenin, které mají v β-poloze vzhledem k atomu dusíku volnou hydroxylovou skupinu, vzniká dekarboxylací Schiffovy báze příslušný azomethinylid (Velíšek & Hajšlová 2009).

Další alternativou přeměny Schiffovy báze je vznik betainu Schiffovy báze a intramolekulární cyklizace na derivát oxazolidin-5-onu. Obě tyto sloučeniny poskytují dekarboxylací azomethinylid, který se může vyskytovat ve dvou formách lišících se polohou vazby C=N. Obě formy azomethinylidu poskytují dekarboxylací příslušný imin. Imin s dvojnou vazbou mezi dusíkem a uhlíkem pocházejícím z cukru se může hydrolyzovat na původní cukr a 3-aminopropionamid, ale může také isomerovat na dekarboxylovanou Amadoriho sloučeninu. K uvolnění akrylamidu doprovázenému vznikem aminoketonu dochází rozštěpením kovalentní vazby mezi uhlíkem a dusíkem (Velíšek & Hajšlová 2009).

Imin s dvojnou vazbou mezi dusíkem a uhlíkem pocházejícím z asparaginu se může pouze hydrolyzovat na Streckerův aldehyd asparaginu a 1-amino-1-deoxyalditol. Další podíl akrylamidu vzniká enzymovou deaminací 3-aminopropionamidu (viz obr. č. 12). Obecně je **intenzita tvorby akrylamidu** v reakčních směsích obsahujících **α-hydroxykarbonylové sloučeniny** (glukóza, fruktóza) výrazně **vyšší než** v případě **α-dikarbonylových sloučenin** (butan-2,3-diol, 2-oxo-propanal) (Velíšek & Hajšlová 2009).

Obr. č. 5 Mechanismus tvorby akrylamidu v přítomnosti α-hydroxykarbonylových sloučenin (Velíšek & Hajšlová 2009).



3.13.1 Charakteristika asparaginu

Neesenciální aminokyselina asparagin byla poprvé izolována ze šťávy chřestu v roce 1806. Výběr odrůd s nízkým obsahem asparaginu a/nebo navržení podmínek pro hydrolýzu asparaginu na kyselinu asparagovou chemicky nebo enzymaticky pomocí enzymu asparaginázy či jinými amidázami před zpracováním potravin, může vést k produkci potravin s nízkým obsahem akrylamidu (Friedman 2003)

3.13.2 Deamidace asparaginu

Deamidace asparaginu může užitečným způsobem ke snížení tvorby akrylamidu v potravinách. Působením vyšší teploty nastává jednoduchá hydrolýza asparaginu na kyselinu asparagovou a amoniak, která je katalyzovaná kyselinou, zásadou nebo enzymem (asparagináza, amidáza). Mezi hlavní faktory ovlivňující deamidaci asparaginových zbytků vázaných na peptid a protein patří pH, ionty pufru, iontová síla a teplota (Friedman 2003)

3.14 Legislativní požadavky v oblasti sledování akrylamidu

Základním právním předpisem je **Nařízení Komise (EU) 2017/2158** ze dne 20. listopadu 2017, kterým se stanoví zmírňující opatření a porovnávací hodnoty pro snížení přítomnosti akrylamidu v potravinách, v platném znění. **Nařízení je platné od 11. dubna 2018** (Commission Regulation (EU) 2017/2158 of 20 November 2017; Acrylamide Toolbox 2019).

Dalšími důležitými právními předpisy jsou **Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 852/2004** ze dne 29. dubna 2004 o hygieně potravin, v platném znění (Regulation (EC) No 852/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004).

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 178/2002 ze dne 28. ledna 2002, kterým se stanoví obecné zásady a požadavky potravinového práva, zřizuje se Evropský úřad pro bezpečnost potravin a stanoví postupy týkající se bezpečnosti potravin, v platném znění (Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and of the Council of 28 January 2002).

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1169/2011 ze dne 25. října 2011, o poskytování informací o potravinách spotřebitelům, v platném znění (Regulation (EU) No 1169/2011 of the European Parliament and of the Council of 25 October 2011).

3.15 Výskyt akrylamidu v potravinách

Mezi **potraviny s nejvyšším obsahem akrylamidu patří smažené výrobky z brambor**, kde se koncentrace akrylamidu pohybují v rozmezí **od 55 $\mu g \cdot kg^{-1}$ do 5312 $\mu g \cdot kg^{-1}$**. Výsledný obsah akrylamidu v těchto výrobcích je hlavně ovlivněn konečnou fází zpracování, proto se u hranolek a chipsů doporučuje používat nižší teplotu smažení. Hotové výrobky mají mít světle zlatovou barvu, přičemž tmavě zbarvené kusy by měly být odstraněny (Cwiková 2014).

V pekařských výrobcích – **chlebu se akrylamid vyskytuje především v kůrce** a jeho obsah závisí zejména na druhu a stupni vymletí mouky, fermentaci, době a teplotě kvašení, použití kyseliny mléčné, době a teplotě pečení. Koncentrace akrylamidu v běžném pšenično-žitném chlebu se pohybují v intervalu **od 15 $\mu g \cdot kg^{-1}$ do 161 $\mu g \cdot kg^{-1}$,** zatímco **v žitném chlebu** byla koncentrace akrylamidu vyšší **od 68 $\mu g \cdot kg^{-1}$ do 205 $\mu g \cdot kg^{-1}$** (Cwiková 2014).

V pekařských výrobcích – **jemném a běžném pečivu se koncentrace akrylamidu** pohybují v rozmezí **od 20 $\mu g \cdot kg^{-1}$ do 100 $\mu g \cdot kg^{-1}$** (Cwiková 2014).

Specifickou oblastí je **výroba snídaňových cereálií**, které jsou vyráběny různými technologiemi, tudíž se v těchto výrobcích koncentrace akrylamidu pohybuje v rozmezí od **44 $\mu g \cdot kg^{-1}$ do 560 $\mu g \cdot kg^{-1}$** (Cwiková 2014).

V sušenkách závisí množství akrylamidu na použití kypřících látek, technologii zpracování a finální úpravě. Koncentrace akrylamidu v sušenkách se pohybují v rozmezí **od 44 $\mu g \cdot kg^{-1}$ do 121 $\mu g \cdot kg^{-1}$** (Cwiková 2014).

Množství akrylamidu **v kávě** závisí na druhu, podmínkách pražení, v případě rozpustné kávy i na podmínkách extrakce a sušení. Důležitým krokem je vytřídění nedozrálých plodů, které obsahují více volného asparaginu oproti zralému zrnu (Cwiková 2014).

V pražené zrnkové kávě se koncentrace akrylamidu pohybuje v rozmezí **od 40 $\mu g \cdot kg^{-1}$ do 400 $\mu g \cdot kg^{-1}$**, **v instantní kávě** cca **500 $\mu g \cdot kg^{-1}$** a **v pražených kávovinových směsí** může být koncentrace akrylamidu **až 4000 $\mu g \cdot kg^{-1}$** (Cwiková 2014).

Akrylamid se také vyskytuje v dětské výživě, kdy u jednotlivých druhů **sušených mlék** se jeho koncentrace pohybuje v rozmezí **3,21 $\mu g \cdot kg^{-1}$ – 9,06 $\mu g \cdot kg^{-1}$, u dětských příkrmů od 6,80 $\mu g \cdot kg^{-1}$ do 123,93 $\mu g \cdot kg^{-1}$** (Cwiková 2014).

Dětská výživa, která není na obilné bázi, **často obsahuje med, fruktózu nebo ovoce**, což jsou **složky zvyšující koncentraci akrylamidu** v konečném výrobku (Cwiková 2014).

Obsah akrylamidu v potravinách závisí na mnoha faktorech, především na obsahu redukujících cukrů, asparaginu a dalších volných aminokyselin ve výchozí surovině, způsobu výroby při zpracování nebo výrobě (teplota pečení, doba tepelného opracování), vodní aktivitě potraviny (a_w), hodnotě pH, použití přídatných látek v dané receptuře a podmínkách skladování (Tareke et al. 2002; Cwiková 2014)

3.16 Způsoby snížení množství akrylamidu v potravinách

Snížení tvorby akrylamidu lze docílit modifikací technologických podmínek či volbou méně rizikové kulinární úpravy, avšak výběr vhodné suroviny není jednoduchý, neboť hladiny prekurzorů akrylamidu v plodinách jsou závislé na příslušné odrůdě, pedologických a klimatických podmínkách dané lokality a též na podmínkách při skladování (Velíšek & Hajšlová 2009).

Pro snížení množství akrylamidu lze využít **fortifikaci surovin aminokyselinami např. glycinem**, který díky kompetici s argininem při Maillardově reakci snižuje celkový výtěžek akrylamidu. Další možnou využitelnou metodou při výrobě běžného a jemného pečiva či při výrobě sušenek je **použití přípravků s obsahem enzymu asparaginázy**, který efektivně **rozkládá klíčový prekurzor akrylamidu – asparagin** (Velíšek & Hajšlová 2009).

Významným kritériem hodnocení účinnosti opatření vedoucích ke zvýšení bezpečnosti potravin v oblasti akrylamidu, je posouzení jejich vlivu na senzorickou kvalitu vyráběných výrobků (Velíšek & Hajšlová 2009).

3.17 Karcinogenita akrylamidu

V roce 2015 přijal **Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA)** stanovisko o akrylamidu v potravinách, kde na základě studií na zvířatech **zjistil, že akrylamid v potravinách** potenciálně **zvyšuje riziko vzniku rakoviny** u spotřebitelů ve všech věkových skupinách. Vzhledem k tomu, že se akrylamid vyskytuje v celé řadě každodenně konzumovaných potravin, týká se tato obava všech spotřebitelů, avšak nejvíce ohroženou skupinou jsou děti, na základě své tělesné hmotnosti (Commission Regulation (EU) 2017/2158 of 20 November 2017; Acrylamide Toolbox 2019).

V organismu je akrylamid rychle absorbován a rovnoměrně distribuován. Primárními metabolity jsou konjugáty s glutathionem a produkt oxidace glycidamid. Akrylamid i glycidamid mohou tvořit adukty (organicky vázané halogeny) s makromolekulami např. hemoglobinem nebo deoxyribobukleonovou kyselinou (Velíšek & Hajšlová 2009).

Za karcinogenní a genotoxické účinky je zodpovědný hlavně glycidamid, který díky své epoxidové skupině vykazuje větší reaktivitu. V závislosti na těchto skutečnostech **je nezbytné, aby potravinářské podniky zajistily bezpečnost potravin a snížily přítomnost akrylamidu v potravinách tam, kde suroviny obsahují jeho prekurzory,** vhodným zmírňujícím opatřením např. úpravou a změnou technologických postupů a surovin, prováděním správné hygienické praxe a postupů založených na zásadách analýzy nebezpečí a kritických kontrolních bodů v rámci systému HACCP (Tareke et al. 2002); Commission Regulation (EU) 2017/2158 of 20 November 2017).

3.18 Porovnávací hodnoty pro přítomnost akrylamidu v potravinách

Porovnávací hodnoty jsou ukazatele využívající se k ověření účinnosti **zmírňujících opatření**. Tato opatření identifikují kroky zpracování potravin náchylné k tvorbě akrylamidu v potravinách a stanovují činnosti pro snížení množství akrylamidu bez nežádoucího ovlivnění kvality a mikrobiální bezpečnosti potravin (Commission Regulation (EU) 2017/2158 of 20 November 2017; Acrylamide Toolbox 2019).

Účinnost zmírňujících opatření při snižování obsahu akrylamidu by měla být **ověřena odběrem vzorků a jejich analýzou. Provozovatel potravinářského podniku**, což je fyzická nebo právnická osoba odpovědná za plnění požadavků potravinového práva v potravinářském podniku, který řídí, **zajistí, aby** z každého typu výrobku se stejnými nebo podobnými složkami **byl odebrán** reprezentativní **vzorek pro analýzu koncentrace akrylamidu** za účelem ověření zmírňujících opatření (Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and of the Council of 28 January 2002; Commission Regulation (EU) 2017/2158 of 20 November 2017; Acrylamide Toolbox 2019).

Vzorek musí být analyzován v akreditované laboratoři, která je v souladu s Mezinárodním harmonizovaným protokolem pro zkoušení odborné způsobilosti analytických laboratoří, vypracovaných pod záštitou IUPAC/ISO nebo AOAC a používá schválené analytické metody pro detekci a kvantifikaci. **Účelem zmírňujících opatření je, že množství akrylamidu je trvale nižší než porovnávací hodnota** (Commission Regulation (EU) 2017/2158 of 20 November 2017).

Vzhledem k tomu, že stanovení jednoho výrobku na koncentraci akrylamidu v akreditované laboratoři je poměrně finančně nákladné (cca 3000 Kč), **lze analýzu akrylamidu nahradit použitím kolorimetrické přístrojové techniky - měřením světelnosti a intenzity barvy výrobků,** za předpokladu, že mezi barvou výrobku a množstvím akrylamidu lze prokázat statistickou koleraci (Commission Regulation (EU) 2017/2158 of 20 November 2017).

Tab. č. 5 Porovnávací hodnoty pro přítomnost akrylamidu v potravinách dle čl. 1 odst.1 Nařízení Komise (EU) 2017/2158 (Commission Regulation (EU) 2017/2158 of 20 November 2017).

potravina	***porovnávací hodnota (µg/kg)***
hranolky	500
bramborové lupínky z čerstvých brambor a bramborového těsta bramborové krekry jiné bramborové výrobky z bramborového těsta	750
Měkký chléb	
pšeničný chléb	50
měkký chléb, jiný než pšeničný chléb	100
Snídaňové cereálie (kromě obilné kaše)	
a) výrobky z otrub a celozrnné cereálie, zrna pufovaná v pufovacím dělu	300
b) pšeničné a žitné výrobky	300
c) výrobky z kukuřice, ovsa, pšenice špaldy, ječmene a rýže	150
sušenky a oplatky	350
krekry s výjimkou bramborových krekrů	400
křupavý chléb	350
perník	800
výrobky podobné ostatním výrobkům této kategorie	300
pražená káva	400
instantní (rozpustná) káva	850
Náhražky kávy	
a) náhražky kávy výhradně z obilovin	500
b) náhražky kávy ze směsi obilovin a čekanky	2000
c) náhražky kávy výhradně z čekanky	4000
potraviny pro malé děti, obilné příkrmy pro kojence a malé děti, kromě sušenek a sucharů	40
sušenky a suchary pro kojence a malé děti	150

3.19 Zmírňující opatření pro snížení množství akrylamidu v chlebu, běžném a jemném pečivu

V rámci agronomie je nezbytné, aby byly uplatněny požadavky, jejichž účelem je předejít vysokým množstvím asparaginu v obilovinách. Při pěstování obilnin je důležité dodržovat správnou zemědělskou praxi, s ohledem na hnojení sírou a zajištění aplikace dusíku společně s fytosanitární praxí nezbytnou pro ochranu plodin proti houbovým chorobám (Velíšek & Hajšlová 2009; Commission Regulation (EU) 2017/2158 of 20 November 2017).

Převážná část zmírňujích opatření pro snížení množství akrylamidu v chlebu, běžném a jemném pečivu se týká provozovatelů potravinářských podniků (Commission Regulation (EU) 2017/2158 of 20 November 2017).

3.19.1 Povinnosti provozovatelů potravinářských podniků pro snížení množství akrylamidu v chlebu a běžném pečivu

- **Chléb a běžné pečivo péct do světlejší výsledné barvy** tak, aby se snížila tvorba akrylamidu.
- Při pečení chleba a běžného pečiva **zvolit** takovou **kombinaci teploty a času, které budou nejefektivnější pro zmírnění tvorby akrylamidu** při dosažení cílových vlastností daného pečiva.
- Poskytnout návod a pokyny k pečení pro chléb, který má být dopečen doma, v rozpékacích zařízeních, maloobchodních prodejnách nebo ve stravovacích zařízeních.
- Prodloužit dobu fermentace kvasu nebo droždí, s přihlédnutím k vyráběnému chlebu a technickým možnostem.
- **Upravit výrobní receptury tak, aby monosacharid fruktóza byl nahrazen glukózou,** zejména v recepturách obsahujících hydrogenuhličitan amonný (E503). Jedná se např. o nahrazení sirupu z invertního cukru a medu, který obsahuje vyšší množství fruktózy, glukózovým sirupem.
- **Snížit množství aminokyseliny asparaginu** při vyrábění výrobků s nízkým obsahem vlhkosti, **použitím enzymu asparaginázy**, jestliže je to možné s přihlédnutím k receptuře výrobku, jeho složkám a vlhkosti (Commission Regulation (EU) 2017/2158 of 20 November 2017).

3.19.2 Povinnosti provozovatelů potravinářských podniků pro snížení množství akrylamidu v jemném pečivu

- **Výrobky jemného pečiva péct do světlejší výsledné barvy** konečného výrobku s přihlédnutím k dosažení cílové kvality výrobků, požadované doby minimální trvanlivosti a právních předpisů v oblasti bezpečnosti potravin.
- Při pečení jemného pečiva **zvolit takovou kombinaci teploty a času, které budou nejefektivnější pro zmírnění tvorby akrylamidu** při dosažení požadovaných vlastností jemného pečiva.

- Při vývoji nových výrobků a posuzovaní jejich rizik na bezpečnost potravin, vzít v úvahu velikost a plochu konkrétního kusu výrobku, s přihlédnutím k tomu, že malá velikost výrobku potenciálně vede k vyšším množstvím akrylamidu z důvodu působení tepla.
- **Upravit výrobní receptury nahrazením fruktózy**, sirupů s obsahem fruktózy a medu, **glukózou nebo neredukujícími sacharidy** (např. sacharózou), zejména v recepturách, které obsahují hydrogenuhličitan amonný.
- **Za účelem snížení množství asparaginu a zmírnění potenciálu tvorby akrylamidu, použít asparganinázu.** Při tomto rozhodnutí, zohlednit skutečnost, jestli použití asparaginázy v recepturách s vysokým obsahem tuku, nízkou vlhkostí nebo vysokým pH má jen omezený nebo vůbec žádný účinek na množství akrylamidu.
- Zvýšit obsah vlhkosti v konečném výrobku s přihlédnutím k dosažení cílové kvality výrobků, požadované doby minimální trvanlivosti a právních předpisů v oblasti bezpečnosti potravin.
- Pokud to vlastnosti výrobků umožňují **zvážit částečné nahrazení pšeničné mouky, moukou z alternativních zrn** např. rýže, s přihlédnutím k tomu, že jakákoliv změna bude mít vliv na pečení a organoleptické vlastnosti výrobků. Jednotlivá zrna vykazují rozdílná množství asparaginu, kdy **nejvíce asparaginu obsahuje žito** a následně množství klesají u ovsa, pšenice, kukuřice až po **nejmenší množství, které obsahuje rýže.**
- U příslušných výrobků **zvážit snížení množství hydrogenuhličitanu amonného (E503)** nebo jeho úplné nebo částečné **nahrazení alternativními kypřícími látkami**, např. hydrogenuhličitanem sodným (E500) a okyselovadly nebo hydrogenuhličitanem sodným a dihydrogenfosforečnany sodným (E450) s organickými kyselinami nebo jejich draselnými variantami. V rámci tohoto zvažování zajistit, aby použití uvedených alternativních kypřících látek nemělo za následek organoleptické změny (chuť, vzhled, textura apod.) nebo aby se nezvýšil celkový obsah sodíku, což ovlivňuje totožnost výrobku a přijímání ze strany spotřebitelů.
- **Zvážit možnost do výrobního procesu přidat organické kyseliny nebo snížit hodnotu pH** v kombinaci s dalšími zmírňujícími opatřeními a přihlédnutím k organoleptickým změnám - méně hnědnutí či změna chuti (Commission Regulation (EU) 2017/2158 of 20 November 2017).

4 Metodika

V provozních podmínkách Pekárny Racek, s.r.o. v Přerově byly z dodavatelských listů dlouhodobě vyhodnoceny jakostní ukazatele mouky od různých dodavatelů a popsány analýzy technologických opatření při výrobě vybraných druhů pečiva. U těchto pekárenských výrobků ze skupin – chléb, běžné a jemné pečivo bylo provedeno detailní hodnocení barvy kůrky. Ve spolupráci se specializovanou firmou Anamet, s.r.o. byly pro měření barvy výrobků využity kolorimetrické přístroje chromametr CR-400 a chromametr CR-410. K hodnocení barevných odstínů byl zvolen kolorimetrický barevný prostor CIE L*a*b* a následně byly stanoveny kolorimetrické charakteristiky včetně vyhovujících a mezních hodnot.

V souvislosti s Nařízením Komise (EU) 2017/2158, kterým se stanoví zmírňující opatření a porovnávací hodnoty pro snížení přítomnosti akrylamidu v potravinách, v platném znění zajistit kontrolní stanovení obsahu akrylamidu. Obsah akrylamidu koreluje s intenzitou hnědého zabarvení kůrky. V závislosti na výsledcích navrhnout případná zmírňující opatření. Stanovení byla zaměřena jednak na druhy pekařských výrobků s velkou produkcí a dále na druhy výrobků se zvýšeným rizikem kolísání senzorických vlastností výrobků nebo většího výskytu vad. Byl vypracován popis vad u vybraných výrobků a také podrobný systém způsobu senzorického hodnocení, kdy jednotlivé stupně byly vyjádřeny bodově. Pro detailnější hodnocení barevné variability byla použita makovka, která se vyznačovala kolísavým odstínem hnědého odstínu kůrky.

4.1 Charakteristika společnosti Pekárna Racek, s.r.o.

Historie pekárny v Přerově spadá do roku 1965, kdy vznikla přebudováním původního objektu mydlárny Mader a patřila národnímu podniku Severomoravské pekárny a cukrárny. Při rekonstrukci tohoto objektu byla pekárna vybavena kontinuálními výrobníky kvasů a těst, děličkami, linkami na výrobu pečiva a třemi průběžnými pecemi. V areálu dvorní části pekárny bylo postaveno sedm sil na volně loženou mouku (Broncová 2001)

V současné době patří Pekárna Racek, s.r.o. mezi **středně velké pekárny a celkově zaměstnává 230 pracovníků,** včetně výrobních dělníků, expedientek, řidičů rozvozových vozidel, THP pracovníků a prodavaček na podnikových prodejnách. **Sortimentem vyráběných výrobků je výroba chleba, běžného pečiva** (rohlíky, veky, bagety), **jemného pečiva** (koláče, šátečky, makový závin, vánočky, koblihy), **strouhanky, knedlíků a lahůdkářských výrobků** (chlebíčky, majonézové a zeleninové saláty, pomazánky). Tímto bohatým sortimentem zásobuje velkou část oblasti Přerovska, Hranicka, Olomoucka a z části také oblast Zlínského kraje (Kroměříž a Bystřice pod Hostýnem).

Velkou výhodou společnosti Pekárna Racek, s.r.o je, že **veškeré své výrobky nabízí zákazníkům ve 26 podnikových prodejnách**, z nichž 13 prodejen se nachází v Přerově, 1 prodejna v Kroměříži a v Bystřici pod Hostýnem a další prodejna v Kojetíně. Zbývajících **10 prodejen se nachází na vesnicích, kde v rámci Programu obnovy venkova pomáhají zajistit obyvatelům těchto obcí dostupnost potravin a ostatního smíšeného zboží** na venkově (Pekárna Racek, s.r.o. 2019).

Jedná se o obce Osek nad Bečvou, Věrovany, Vlkoš, Výkleky, Kozlovice, Dluhonice, Žeravice, Křenovice, Křtomil a Krčmań.

Vzhledem k tomu, že si Pekárna Racek, s.r.o. zakládá na kvalitě svých vyráběných výrobků, vyvíjení nových výrobků a dodržování správné výrobní a hygienické praxe je kromě povinného systému HACCP navíc i **držitelem potravinářského standardu FSSC 22000**, jehož certifikát platí do 28. 3. 2022. Platnost tohoto certifikátu je tři roky kdy je každoročně ověřováno dozorovým auditem plnění stanovených požadavků a 1x za tři roky probíhá recertifikační audit pro obhájení a udržení certifikátu FSSC 22000 (Pekárna Racek, s.r.o. 2019)

4.1.1 Druhy mouk používané v provozních podmínkách Pekárny Racek, s.r.o.

V provozních podmínkách Pekárny Racek, s.r.o. se **pro výrobu běžného a jemného pečiva** využívá **mouka pšeničná hladká pekařská Speciál (T 512)** a **pro výrobu chleba pšeničná mouka chlebová (T 1050) a žitná chlebová mouka (T 930)**. Dodavateli těchto mouk jsou mlýn Kojetín a mlýn Kroměříž. Všechny tyto tři mouky jsou skladovány volně loženy v zásobních silech. **Silo č. 1, 2** se využívá pro pšeničnou mouku chlebovou **(T 1050)**. **Silo č. 3,4,5** pro pšeničnou hladkou mouku Speciál **(T 512)** a **silo č. 6,7** pro žitnou chlebovou mouku **(T 930)**. V těchto silech mouky zrají po dobu cca 7 až 14 dnů než se začnou zpracovávat.

Od stejných dodavatelů jsou dodávány i v menším množství využívané pytlované mouky. Pro výrobu houskových knedlíků je využívána **pšeničná hrubá mouka**, která je dodávána v 50 kg jutových pytlích. V menší míře je využívána **pšeničná mouka celozrnná** určená pro výrobu houskových knedlíků s celozrnnou moukou (dodávána v 25 kg papírových pytlích) a **žitná tmavá celozrnná hladká mouka T 1700** určená pro výrobu celozrnných chlebů, která je dodávána v 50 kg jutových pytlích.

Tab. č. 6 Interní požadavky na kvalitu nejvíce používaných mouk v provozních podmínkách Pekárny Racek, s.r.o.

typ mouky	***alveografický poměr P/L***	***alveografická tažnost L (mm)***	***alveografická energie W (J)***	***lepek (% v sušině)***	***popel (% v sušině)***	***číslo poklesu (s)***
T 512	0,7 - 1,0	80 - 120	180 - 250·10^{-4}	34 - 40	max. 0,55	200 - 300
T 1050	0,7 - 1,3	60 - 120	110 - 150·10^{-4}	35 - 43	max. 1,15	180 - 280
T 930	nestanoveno	nestanoveno	nestanoveno	nestanoveno	0,85 – 0,93	130 - 170

4.1.2 Parametry pečení nejvíce vyráběných pekařských výrobků v Pekárně Racek, s.r.o.

Tab. č. 7 Parametry pečení nejvíce vyráběných pekařských výrobků v Pekárně Racek, s.r.o.

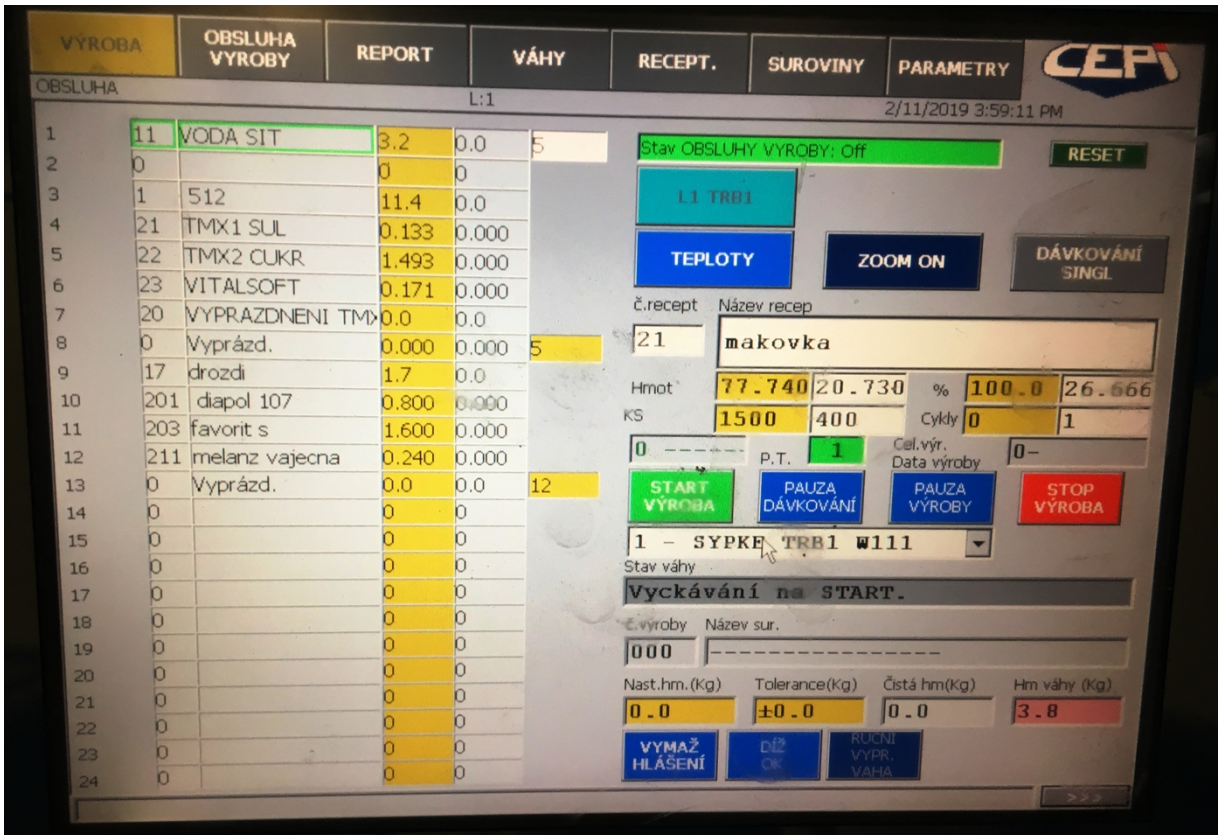
název výrobku	*hmotnost výrobku (g)*	*teplota pečení (°C)*		*doba pečení (min.)*	*typ pece, ve které se výrobek peče*
chléb konzumní pšeničnо-žitný	1200	zapékací	vypékací	47 - 54	etážová
		240 - 260	200 - 230		
chléb podmáslový	750	zapékací	vypékací	44 - 46	etážová
		240 - 260	200 - 230		
rohlík tukový	43	250 - 270		11 - 15	pásová
rohlík celozrnný	60	250 - 270		11 - 15	pásová
rohlík žitný	60	250 - 270		11 - 15	pásová
veka	400	245 - 255		19 - 20	rotační
makový závin	400	160 - 180		25 - 28	rotační
vánočka	400	160 - 180		30 - 40	rotační
svatební koláček	20	225 - 240		6 - 8	rotační
makovka	60	220 - 240		8 - 10	rotační

4.2 Výroba makovek v Pekárně Racek, s.r.o.

V provozních podmínkách Pekárny Racek, s.r.o. probíhá **první krok výroby makovek na jemné mísírně,** kde dochází k dávkování surovin a přípravě kynutého těsta. Na dávkovacím panelu displeje se navolí receptura č. 21 (makovky) a podle vytištěné výrobní receptury z programu ComStar se nastaví hmotnost těsta pro výrobu požadovaného množství makovek (viz obr. č. 4). Makovky o hmotnosti 60 g se vyrábějí každý výrobní den (od pondělí do soboty) v přibližném množství 400 ks denně.

Těsto pro výrobu makovek se skládá z pšeničné hladké mouky Speciál (T 512), tekutého pekařského droždí, vody, cukru krupice, jedlé soli, VitalSoftu JP (zlepšující přípravek pro jemné kynuté těsto), stolního margarínu Favoritu S (80%), Diapolu 107 (sladový zlepšující přípravek se sušeným mlékem a syrovátkou pro výrobu jemného pečiva) a vaječné melanže. **Automaticky se do díže nadávkuje** pšeničná hladká mouka Speciál (T 512), tekuté droždí, voda, cukr, sůl, VitalSoft JP **a poté se ručně do díže přidá** stolní margarín Favorit S (80%), Diapol 107 a vaječná melanž. **Po napuštění těchto surovin se díž přesune pod automatickou míchačku a zvolí se program č. 3, čímž se spustí míchání, které celkově trvá 480 s** (viz obr. č. 5). Nejprve probíhá pomalé pozvolné míchání po dobu 330 s. Po uplynutí této doby se zvýší rychlost míchání a ve zbývajícím čase 150 s dojde k dokonalému promíchání, tak aby vzniklo ideální těsto požadované kvality (viz obr. č. 6). **Vzniklé těsto nesmí být tuhé ani volné**, proto se v průběhu míchání musí těsto sledovat a v případě potřeby upravit jeho konzistence, a to tak, že se nalévacím otvorem do díže ručně naleje potřebné množství vody, které je do těsta zamícháno.

Obr. č. 6 Dávkovací panel pro napouštění surovin pro výrobu makovek



Obr. č. 7 Míchání těsta makovek v díži pod automatickou míchačkou

Obr. č. 8 Namíchané těsto makovek v díži

Namíchané těsto makovek se nožem rozřeže na menší kousky, tak aby jej bylo možné přenést na dřevěný stůl. Následně se těsto rozváží na požadovanou hmotnost presu 2,2 kg a ručně ztočí do tvaru bochánku (viz obr. č. 7). Vytvořený pres je pomocí válečku rozválen na kruhový tvar a poté vložen do ruční děličky, čímž vznikne 30 klonků (viz obr. č. 8).

Obr. č. 9 Ručně ztočený pres těsta makovek

Obr. č. 10 Ruční dělička pro získání 30 klonků

Získáné klonky jsou přesunuty na dřevěný stůl a po jednom vkládány do zásobníku rohlíkového stroje, který z nich vytvoří požadovaný tvar rohlíku. Tento rohlíkový tvar je ještě rukama rozválen a osazen na plech ve tvaru podkovy. Makovky se osazují na děrovaný plech po 12 ks, následně se mašlují vaječnou melanží a poté ručně sypou mákem (viz obr. č. 9).

Obr. č. 11 Makovky osazené na plechu před nakynutím

Plechy s makovkami se osazují ob jeden do vozů, kdy v jednom voze je 20 plechů, což odpovídá 240 ks makovek. Následně se vůz s makovkami přesune do STOP kynárny, která je nastavena na teplotu -8 °C a dochází zde k řízenému kynutí. Řízené kynutí probíhá v sedmi fázích celkově po dobu 9 hodin, v rozmezí teplot od -8 °C do + 35 °C. Po ukončení řízeného kynytí je vozík s makovkami vložen do rotační pece, kde dochází **k pečení makovek při teplotě 220 – 240 °C po dobu 8 - 10 minut.** Pečení veškerých vyráběných výrobků je v rámci systému HACCP **stanoveno jako kritický kontrolní bod (CCP)**, proto se hodnoty teploty a času monitorují a zapisují do řízených interních dokumentů.

Po upečení se plechy s makovkami nechají ve vozíku vychládnout (viz obr. č. 10, 11) a poté se makovky ručně skladají do přepravek po 20 ks. Jednotlivé přepravky s makovkami jsou předávány do expedice a následně řidičům, kteří výrobky rozvážejí na podnikové prodejny a do tržní sítě.

Obr. č. 12 Vozík s makovkami po upečení

Obr. č. 13 Plech s makovkami po upečení (intenzita barevného odstínu makovek)

4.3 Kolorimetrické hodnocení barvy pomocí barevného prostoru CIE L*a*b*

Barevný prostor CIE L*a*b* (CIELab) je jedním z nejčastěji používaných barevných prostorů pro měření barvy objektu v mnoha oborech. Tento rovnoměrný trojrozměrný barevný prostor byl definován v roce 1976 Mezinárodní komisí pro osvětlení (CIE). Charakterizuje barvu jako tři číselné hodnoty, **L* pro světelnost**, jestliže L*= 0 představuje nejtmavší černou barvu (0 %) a hodnota L*= 100 vyjadřuje nejjasnější bílou barvu (100 %). **Hodnota a*** představuje **zeleno-červenou složku**, kdy zelená složka je v záporném směru a červená složka v kladném směru. **Hodnota b*** představuje **modro-žlutou složku**, kdy modrá složka je v záporném směru a žlutá složka v kladném směru (viz obr. č. 13) (Konica Minolta 2006; Kopina 2019).

4.3.1 Kolorimetrické hodnocení barvy mouky pomocí barevného prostoru CIE L*a*b*

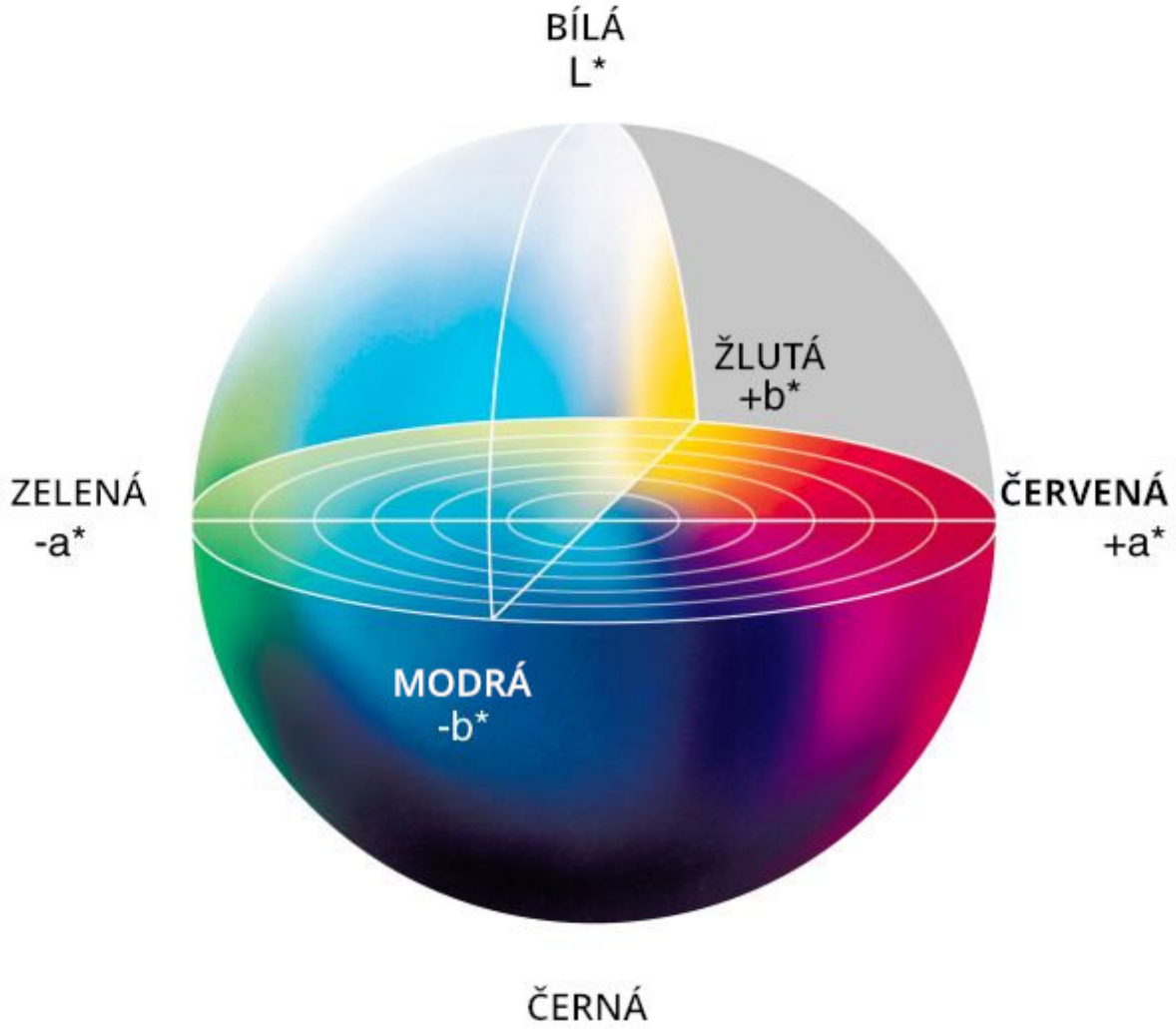
Barva mouky, která byla hodnocena pomocí barevného prostoru CIE L*a*b* je dána především kombinací světlosti a žlutosti: světlost je ovlivněna obsahem otrub, zatímco žlutost je ovlivněna obsahem karotenoidů v endospermu. Obsah karotenoidů a barva pšeničné mouky jsou ovlivněny přirozenými genotypovými vlastnostmi prostředí, tlakem při získávání zrna, mletí (Hidalgo et al. 2014).

Ve skutečnosti mají mlecí postupy a rychlosti extrakce silný vliv na několik složek, jako je například obsah popelovin, bílkovin, pigmentů a podíl poškozeného škrobu, které zase ovlivňují barvu. Dále také na velikost částic mouky, která souvisí s rozdíly v odrůdách pšenice, tvrdosti zrna a obsahu vlhkosti v zrnech při mletí (Hidalgo et al. 2014).

Mouky získané ze tří různých úrovní hnojení dusíkatým hnojivem (0, 40 a 80 kg/ha N) se v obsahu karotenoidů nelišily. U všech vzorků jednozrnné pšenice vykazovaly mouky s menší granulometrií (<80 μm) menší koncentraci karotenoidů než jiné velikosti. Tento efekt může být způsoben extra měkkou texturou zrn jednozrnné pšenice, která po mletí vede k přítomnosti významných množství částic malé velikosti (<80), tvořených zejména malými škrobovými granulemi. U všech vzorků vedlo zvýšení granulometrie mouky ke snížení světelnosti L* a naopak vzrostla hodnota žluté složky b*(Hidalgo et al. 2014).

Měřením pomocí kolorimetrů Minolta však nebyly zjištěny žádné významné korelace mezi obsahem karotenoidů a hodnotou červené složky a*. Obsah karotenoidů tedy nekoreluje s barevnými intenzitami (Hidalgo et al. 2014).

*Obr. č. 14 Znázornění barevného prostoru CIE L*a*b** (Kopina 2019)



4.3.2 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovek, chleba, běžného a jemného pečiva pomocí chromametru CR- 410 a CR- 400

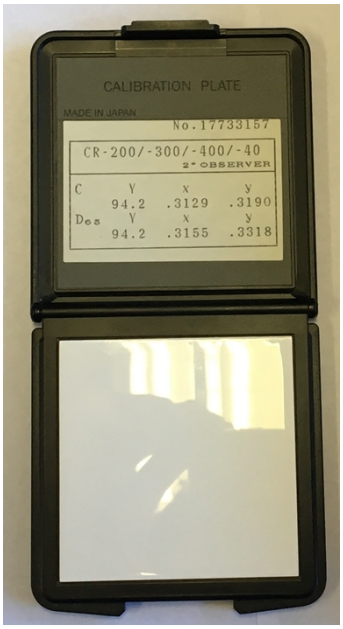
Pro kolorimetrické hodnocení byl využit chromametr CR-400 a chromametr CR-410, pomocí kterých byly měřeny hodnoty světelnosti a intenzity barevných odstínů kůrky makovek, chleba, běžného a jemného pečiva. **Chromametr CR-410** má měřící otvor o průměru 5 cm a měří barevné odstíny více prostorově (viz obr. č. 14), zatímco **chromametr CR-400** má průměr měřícího otvoru pouze 8 mm, čímž měří více bodově z menší plochy a je **nepatrně přesnější** (viz obr. č. 15).

Obr. č. 15 Chromametr CR-410

Obr. č. 16 Chromametr CR-400

Oba chromametry mají široké využití pro hodnocení barev a barevných odchylek v široké řadě průmyslových oblastí od potravin, surových materiálů až po farmaceutické a dermatologické aplikace. Před začátkem měření je nutné provést kalibraci chromametru pomocí bílého pole kalibrační destičky (calibration plate viz obr. č. 16). Měřící hlava chromametrů je vybavena displejem, funkčními tlačítky a pomocí kabelů se připojuje k počítači a **měření hodnot se zaznamenává v programu SpectraMagic NX**, který umožňuje získání hodnot L*a*b* (Anamet, s.r.o. 2019).

Obr. č. 17 Kalibrační destička



4.4 Senzorické hodnocení potravin

Senzorické hodnocení potravinářských výrobků je součástí posouzení celkové kvality potravin a provádí jej výrobce potravin, dozorový orgán (pro pekárny je to Státní zemědělská a potravinářská inspekce) a hlavně spotřebitel, který si dané výrobky kupuje.

Senzorické hodnocení potravin nachází uplatnění i při vývoji nových výrobků a výrobních postupů v potravinářství. Senzorická kvalita jednotlivých druhů potravin je ovlivňována recepturou, použitými surovinami, přídatnými látkami, technologickým postupem, obalem výrobku a také způsobem skladování (Ingr et al. 2007; Jarošová 2007).

Dle definice ČSN EN ISO 5492 Senzorická analýza - Slovník je senzorická analýza zkoušení organoleptických vlastností výrobků lidskými smysly (ČSN EN ISO 5492).

4.4.1 Senzorické hodnocení výrobků v provozních podmínkách Pekárny Racek, s.r.o.

Senzorické hodnocení chleba, běžného pečiva a jemného pečiva se provádí každý výrobní den na vyhrazeném a označeném místě v pekárně „Místo pro senzorické hodnocení výrobků“. Provádí jej seřizovač (osoba, která peče výrobky) následně mistr výroby a v pracovní dny technolog společně s vedoucím výroby a namátkově manažer kvality. **Každý výrobní den se zhodnotí 2 různé chleby, 2 různé výrobky běžného pečiva a 4 různé výrobky jemného pečiva**. Výrobky jsou vybírány tak, aby se během týdne všechny vystřídaly a zhodnotily.

Při senzorickém hodnocení se sledují vnější znaky, které jsou rozhodující pro spotřebitele a hodnotí se především zrakem (**objem výrobku, tvar a vzhled výrobku, barva a struktura kůrky**) a vnitřní znaky, což jsou vlastnosti střídy (**pórovitost, struktura, pevnost na řezu**), **vůně a chuť**. Tyto znaky jsou vyjádřeny bodově a do dokumentu Kompletní senzorické hodnocení prováděné komisi se zapisují hodnocené výrobky, jejich hmotnost a hodnoty 1 – 5 dle následujícího bodového hodnocení.

Tab. č. 8 Tabulka znaků a jejich parametrů pro senzorické hodnocení chleba, běžného, pečiva a jemného pečiva (Ingr et al. 2007; Šedivý et al. 2014; Šedivý et al. 2015; Šedivý et al. 2016).

znaky	***bodové hodnocení***				
	5	***4***	***3***	***2***	***1***
objem výrobku	odpovídající danému výrobku	přijatelný pro daný výrobek	nízký bez zásadních vad tvaru	objem vyhovující, ale tvar příliš nízký	neodpovídající danému výrobku (malý objem)
tvar a vzhled výrobku	pravidelný, dobře formovaný	nepravidelný, dobře formovaný	tvarové deformace bez prasklého povrchu	tvarové deformace s puklým povrchem	plochý, nepravidelný, deformovaný
barva kůrky	stejnoměrně zabarvená světle hnědá	nestejnoměrně zabarvená světlá	stejnoměrně zabarvená tmavě hnědá	nestejnoměrně zabarvená tmavě hnědá	nestejnoměrně zabarvená hnědočerná
struktura kůrky	křehká, celistvá	bez pravidelné parcelace	puchýřovitá	gumovitá	velmi tvrdá
pórovitost střídky	stejnoměrné póry s tenkou stěnou pórů	nestejnoměrné póry s tenkou stěnou pórů	nepravidelné póry s narušenou stěnou	nepřiměřená pórovitost	hrubá pórovitost
struktura střídky	stejnorodá, přiměřeně vlhká	stejnorodá, nepřiměřeně vlhká	nestejnorodá, vlhká	špatně propečená s trhlinami, vlhké jádro	Nepropečená, lepkavá, brouskovitá
pevnost na řezu	nelepivá, pružná, nesmí se drolit	nelepivá, méně pružná, nesmí se drolit	mírně lepivá, tužší, nesmí se drolit	lepivá, tužší, nesmí se drolit	lepivá, tuhá, drolí se
chuť	příjemná	dobrá	nevýrazná,	mdlá	nepřijatelná
vůně	příjemná, charakteristická pro daný druh	málo výrazná, pro daný druh	nevýrazná pro daný druh	neodpovídající pro daný druh	cizí pach

4.5 Popis nejčastějších vad u chlebů vyráběných v Pekárně Racek, s.r.o.

Mezi nejčastější vady vyráběného chleba v Pekárně Racek, s.r.o. patří **hluboké trhliny nebo jeho malý objem**. Nejčastější příčinou těchto jevů bývá příliš velké množství dodávané páry při zapékání, což je potřeba pravidelně kontrolovat. Další častou vadou je **spálená spodní kůrka**, kdy je ve spodní části etážové pece příliš vysoká teplota. Této vadě lze zabránit tak, že se sníží spodní teplota v peci a nenechávají se zbytečně dlouho nahřívat neosazené etáže (Šedivý et al. 2014).

4.6 Popis nejčastějších vad běžného pečiva vyráběných v Pekárně Racek, s.r.o.

Nejčastější vadou běžného pečiva vyráběného v Pekárně Racek, s.r.o. je **nízký objem rohlíků, raženek nebo pletýnek bez zásadních vad tvaru**. Příčina této vady je v tom, že těsto krátkou dobu zrálo a kynulo a v kynárně byla nízká teplota pod 25 °C. V menší míře vyskytující se vadou bývá puchýřovitá kůrka, jejíž příčina je v tom, že se těsto nedostačně prohněte (Šedivý et al. 2015).

4.7 Popis nejčastějších vad a příčin u jemného pečiva vyráběného v Pekárně Racek, s.r.o.

Mezi nejčastější vady jemného pečiva vyráběného v Pekárně Racek, s.r.o. patří **malý objem a nízká hmotnost**. Jedná se zejmená o croissanty, které jsou vyráběny z plundrového těsta a obvyklou příčinou této vadybývá mouka s nízkým obsahem lepku.

Další poměrně častou vadou **makových závinů bývá jejich deformovaný tvar**, způsobený vlivem špatného ručního osazení závinů na plechy, kdy při kynutí dojde k prasknutí tzv. šlusu (Šedivý et al. 2016).

5 Výsledky

V této kapitole jsou uvedeny výsledky parametrů pšeničné hladké mouky Speciál (T 512), která se v Pekárně Racek, s.r.o. využívá k pečení makovek, běžného pečiva, jemného pečiva a jako přídavek do Podmáslového chleba.

Následující část výsledků zahrnuje změřené hodnoty světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovek, chleba, běžného a jemného pečiva, které v Pekárně Racek, s.r.o. pečeny. **Kůrka makovek byla změřena** (zleva do prava) pomocí obou chromametrů **na začátku makovky, v 1/3, ve středu (1/2), ve 3/4 a na konci makovky (ve 3/3).** Z takto zjištěných hodnot byly vypočítány průměrné hodnoty a směrodatná odchylka.

Kůrka ostatních pekařských výrobků (konzumního chleba, podmáslového chleba, rohlíku tukového, celozrnného, žitného, veky, vánočky, makového závinu a svatebního koláčku) **byla** taktéž **změřena** (zleva do prava) pomocí obou chromametrů **na začátku výrobku, ve středu výrobku (1/2) a na konci výrobku (3/3)**. Z takto zjištěných hodnot byly vypočítány průměrné hodnoty a směrodatná odchylka.

Jelikož se jedná o nejvíce vyráběné výrobky v Pekárně Racek, s.r.o. byla u všech těchto pekařských výrobků včetně makovek udělána analýza stanovení koncentrace akrylamidu. Analýza byla provedena v akreditované laboratoři Vysoké školy chemicko-technologické v Praze (*viz Příloha č. I Ukázkový protokol stanovení koncentrace akrylamidu v makovkách vyráběných v Pekárně Racek, s.r.o.)*

5.1 Výsledky parametrů a reologických vlastností pšeničné hladké mouky Speciál (T 512) využívané v Pekárně Racek, s.r.o.

Tab. č. 9 Parametry a reologické vlastností pšeničné hladké mouky Speciál (T 512)

datum příjmu mouky	*dodavatel mouky (mlýn)*	*alveografický poměr P/L*	*alveografická tažnost L (mm)*	*alveografická energie W (J)*	*lepek (% v sušině)*	*popel (% v sušině)*	*číslo poklsu (s)*
2. 11. 2018	Kroměříž	0,72	109	$263 \cdot 10^{-4}$	36,7	0,60	448
12. 11. 2018	Kojetín	1,00	91	$295 \cdot 10^{-4}$	37,4	0,60	297
21. 11. 2018	Kroměříž	0,71	112	$273 \cdot 10^{-4}$	34,9	0,60	440
27. 11. 2018	Kojetín	1,05	94	$324 \cdot 10^{-4}$	41,9	0,59	298
4. 12. 2018	Kroměříž	0,85	95	$255 \cdot 10^{-4}$	35,2	0,54	300
12. 12. 2018	Kojetín	0,90	101	$310 \cdot 10^{-4}$	38,9	0,60	292
18. 12. 2018	Kroměříž	0,89	95	$268 \cdot 10^{-4}$	37,3	0,59	447
20. 12. 2018	Kroměříž	0,71	109	$272 \cdot 10^{-4}$	36,1	0,58	426
28. 12. 2018	Kroměříž	0,71	109	$272 \cdot 10^{-4}$	36,1	0,58	300
2. 1. 2019	Kroměříž	0,65	120	$278 \cdot 10^{-4}$	36,8	0,57	300
8. 1. 2019	Kojetín	0,71	113	$313 \cdot 10^{-4}$	37,7	0,59	297
16. 1. 2019	Kroměříž	0,63	120	$285 \cdot 10^{-4}$	35,4	0,51	300
30. 1. 2019	Kroměříž	0,71	104	$249 \cdot 10^{-4}$	33,1	0,56	300
31. 1. 2019	Kroměříž	0,71	104	$249 \cdot 10^{-4}$	33,1	0,56	300
12. 2. 2019	Kojetín	0,66	119	$289 \cdot 10^{-4}$	38,0	0,60	290

5.2 Výsledky měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovek pomocí chromametru CR- 410 a CR- 400

Tab. č. 10 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovky pomocí chromametru CR- 410

místo měření kůrky makovky	***datum pečení***	***hmotnost makovky (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	9. 11. 2018	62	50,78	14,60	28,55
1/3			49,56	12,57	26,15
1/2			51,83	14,35	30,26
3/4			48,40	14,29	27,78
3/3			48,91	14,95	28,41
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=49,90***	***Φ a*=14,15***	***Φ b*=28,23***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =1,40***	***σ =0,92***	***σ =1,48***

Tab. č. 11 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovky pomocí chromametru CR- 400

místo měření kůrky makovky	***datum pečení***	***hmotnost makovky (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	9. 11. 2018	62	49,96	14,56	35,89
1/3			47,56	12,72	31,01
1/2			52,53	13,46	34,63
3/4			47,14	14,23	31,86
3/3			49,50	14,04	33,96
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=49,34***	***Φ a*=13,80***	***Φ b*=33,47***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =2,16***	***σ =0,72***	***σ =2,01***

Tab. č. 12 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovky pomocí chromametru CR- 410

místo měření kůrky makovky	***datum pečení***	***hmotnost makovky (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	20. 11. 2018	59	43,89	11,08	29,24
1/3			48,66	11,02	24,86
1/2			47,16	11,83	24,80
3/4			46,92	12,54	25,48
3/3			47,01	11,05	29,12
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=46,73***	***Φ a*=11,50***	***Φ b*=26,70***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =1,74***	***σ =0,67***	***σ =2,28***

Tab. č. 13 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovky pomocí chromametru CR- 400

místo měření kůrky makovky	***datum pečení***	***hmotnost makovky (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	20. 11. 2018	59	43,07	13,15	29,79
1/3			52,38	12,42	33,54
1/2			50,02	13,38	34,78
3/4			52,52	13,15	35,92
3/3			49,14	12,96	33,35
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=49,43***	***Φ a*=13,01***	***Φ b*=33,48***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =3,84***	***σ =0,36***	***σ =2,31***

Tab. č. 14 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovky pomocí chromametru CR- 410

místo měření kůrky makovky	***datum pečení***	***hmotnost makovky (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	28. 11. 2018	61	43,31	9,66	16,74
1/3			44,24	12,04	21,23
1/2			50,05	13,33	29,64
3/4			47,20	12,55	25,93
3/3			45,92	11,00	20,03
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=46,14***	***Φ a*=11,72***	***Φ b*=22,71***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =2,65***	***σ =1,43***	***σ =5,08***

Tab. č. 15 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovky pomocí chromametru CR- 400

místo měření kůrky makovky	***datum pečení***	***hmotnost makovky (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	28. 11. 2018	61	41,76	7,65	21,56
1/3			42,84	11,70	28,82
1/2			51,64	12,87	36,19
3/4			50,00	12,08	32,52
3/3			40,21	9,11	21,38
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=45,29***	***Φ a*=10,68***	***Φ b*=28,09***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =5,17***	***σ =2,20***	***σ =6,58***

Tab. č. 16 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovky pomocí chromametru CR- 410

místo měření kůrky makovky	***datum pečení***	***hmotnost makovky (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	4. 12. 2018	60	46,90	13,01	23,06
1/3			45,72	13,19	24,19
1/2			45,88	14,35	26,05
3/4			46,13	14,50	25,24
3/3			45,05	13,32	21,41
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=45,94***	***Φ a*=13,67***	***Φ b*=23,99***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =0,67***	***σ =0,70***	***σ =1,83***

Tab. č. 17 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovky pomocí chromametru CR- 400

místo měření kůrky makovky	***datum pečení***	***hmotnost makovky (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	4. 12. 2018	60	47,05	11,92	28,90
1/3			47,46	13,80	31,26
1/2			47,51	14,79	33,90
3/4			46,82	13,78	30,54
3/3			46,60	13,56	30,25
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=47,09***	***Φ a*=13,57***	***Φ b*=30,97***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =0,40***	***σ =1,04***	***σ =1,85***

Tab. č. 18 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovky pomocí chromametru CR- 410

místo měření kůrky makovky	***datum pečení***	***hmotnost makovky (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	14. 12. 2018	58	43,45	10,64	23,47
1/3			46,50	15,00	25,72
1/2			49,17	15,22	28,81
3/4			45,76	13,94	25,54
3/3			44,22	13,99	23,97
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=45,82***	***Φ a*=13,76***	***Φ b*=25,50***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =2,23***	***σ =1,84***	***σ =2,09***

Tab. č. 19 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovky pomocí chromametru CR- 400

místo měření kůrky makovky	***datum pečení***	***hmotnost makovky (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	14. 12. 2018	58	44,66	16,39	30,56
1/3			45,50	14,30	29,76
1/2			48,61	15,61	34,53
3/4			49,10	14,62	33,90
3/3			44,56	13,82	28,73
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=46,49***	***Φ a*=14,95***	***Φ b*=31,50***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =2,20***	***σ =1,04***	***σ =2,58***

Tab. č. 20 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovky pomocí chromametru CR- 410

místo měření kůrky makovky	***datum pečení***	***hmotnost makovky (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	19. 12. 2018	63	45,39	13,67	25,41
1/3			48,55	11,53	26,80
1/2			46,41	11,16	21,93
3/4			48,19	12,08	26,24
3/3			47,33	13,11	25,99
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=47,17***	***Φ a*=12,31***	***Φ b*=25,27***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =1,30***	***σ =1,06***	***σ =1,93***

Tab. č. 21 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovky pomocí chromametru CR- 400

místo měření kůrky makovky	***datum pečení***	***hmotnost makovky (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	19. 12. 2018	63	45,95	13,91	26,03
1/3			49,27	11,98	27,75
1/2			47,43	11,36	22,39
3/4			48,71	12,42	26,66
3/3			47,79	13,55	26,37
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=47,83***	***Φ a*=12,64***	***Φ b*=25,84***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =1,28***	***σ =1,07***	***σ =2,03***

Tab. č. 22 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovky pomocí chromametru CR- 410

místo měření kůrky makovky	***datum pečení***	***hmotnost makovky (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	27. 12. 2018	60	49,44	13,65	26,26
1/3			52,50	15,49	32,46
1/2			48,46	13,35	27,39
3/4			47,45	12,51	24,78
3/3			52,57	13,20	29,52
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=50,08***	***Φ a*=13,64***	***Φ b*=28,08***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =2,35***	***σ =1,12***	***σ =3,00***

Tab. č. 23 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovky pomocí chromametru CR- 400

místo měření kůrky makovky	***datum pečení***	***hmotnost makovky (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	27. 12. 2018	60	48,86	13,33	35,77
1/3			48,67	15,02	36,07
1/2			52,28	12,76	34,88
3/4			52,59	14,86	37,10
3/3			50,63	12,17	33,24
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=50,61***	***Φ a*=13,63***	***Φ b*=35,41***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =1,84***	***σ =1,27***	***σ =1,45***

Tab. č. 24 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovky pomocí chromametru CR- 410

místo měření kůrky makovky	***datum pečení***	***hmotnost makovky (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	2. 1. 2019	61	48,27	12,90	26,62
1/3			50,24	12,56	26,94
1/2			53,68	13,51	32,11
3/4			48,58	11,57	26,89
3/3			49,04	11,87	25,23
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=49,96***	***Φ a*=12,48***	***Φ b*=27,56***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =2,21***	***σ =0,78***	***σ =2,64***

Tab. č. 25 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovky pomocí chromametru CR- 400

místo měření kůrky makovky	***datum pečení***	***hmotnost makovky (g)***	***hodnota L^****	***hodnota a^****	***hodnota b^****
začátek	2. 1. 2019	61	49,45	13,64	33,35
1/3			53,37	13,30	35,28
1/2			58,61	11,94	37,77
3/4			55,07	13,33	36,29
3/3			51,92	14,18	33,94
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L^*=53,68***	***Φ a^*=13,28***	***Φ b^*=35,33***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =3,44***	***σ =0,83***	***σ =1,78***

Tab. č. 26 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovky pomocí chromametru CR- 410

místo měření kůrky makovky	***datum pečení***	***hmotnost makovky (g)***	***hodnota L^****	***hodnota a^****	***hodnota b^****
začátek	8. 1. 2019	64	46,83	12,21	22,69
1/3			47,26	13,05	23,42
1/2			48,57	13,83	24,10
3/4			49,11	14,24	24,96
3/3			48,59	13,96	24,87
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L^*=48,07***	***Φ a^*=13,46***	***Φ b^*=24,01***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =0,97***	***σ =0,83***	***σ =0,97***

Tab. č. 27 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovky pomocí chromametru CR- 400

místo měření kůrky makovky	***datum pečení***	***hmotnost makovky (g)***	***hodnota L^****	***hodnota a^****	***hodnota b^****
začátek	8. 1. 2019	64	47,27	12,58	23,65
1/3			48,89	13,33	25,19
1/2			49,32	14,08	26,42
3/4			49,65	14,57	28,74
3/3			49,44	14,15	28,39
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L^*=48,91***	***Φ a^*=13,74***	***Φ b^*=26,48***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =0,96***	***σ =0,79***	***σ =2,15***

Tab. č. 28 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovky pomocí chromametru CR- 410

místo měření kůrky makovky	***datum pečení***	***hmotnost makovky (g)***	***hodnota L^****	***hodnota a^****	***hodnota b^****
začátek	11. 1. 2019	58	42,73	11,51	23,69
1/3			45,96	14,03	26,52
1/2			48,45	14,65	27,03
3/4			46,11	14,40	26,98
3/3			45,37	14,13	26,77
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L^*=45,72***	***Φ a^*=13,74***	***Φ b^*=26,20***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =2,04***	***σ =1,27***	***σ =1,42***

Tab. č. 29 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovky pomocí chromametru CR- 400

místo měření kůrky makovky	***datum pečení***	***hmotnost makovky (g)***	***hodnota L^****	***hodnota a^****	***hodnota b^****
začátek	11. 1. 2019	58	43,29	13,54	29,36
1/3			46,72	15,19	31,70
1/2			48,93	16,25	32,17
3/4			47,46	15,73	31,95
3/3			45,88	14,96	34,52
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L^*=46,46***	***Φ a^*=15,13***	***Φ b^*=31,94***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =2,09***	***σ =1,02***	***σ =1,83***

Tab. č. 30 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovky pomocí chromametru CR- 410

místo měření kůrky makovky	***datum pečení***	***hmotnost makovky (g)***	***hodnota L^****	***hodnota a^****	***hodnota b^****
začátek	17. 1. 2019	60	43,12	12,91	19,63
1/3			45,88	14,33	22,41
1/2			47,65	13,27	24,69
3/4			46,41	14,79	23,52
3/3			45,38	13,96	23,35
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L^*=45,69***	***Φ a^*=13,85***	***Φ b^*=22,72***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =1,67***	***σ =0,77***	***σ =1,91***

Tab. č. 31 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovky pomocí chromametru CR- 400

místo měření kůrky makovky	***datum pečení***	***hmotnost makovky (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	17. 1. 2019	60	44,74	10,56	23,44
1/3			47,39	12,75	24,26
1/2			51,22	13,80	27,95
3/4			47,03	12,27	28,18
3/3			46,55	12,14	26,61
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=47,39***	***Φ a*=12,30***	***Φ b*=26,09***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =2,37***	***σ =1,17***	***σ =2,15***

Tab. č. 32 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovky pomocí chromametru CR- 410

místo měření kůrky makovky	***datum pečení***	***hmotnost makovky (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	29. 1. 2019	60	49,66	12,37	23,96
1/3			47,30	9,39	21,28
1/2			48,23	9,12	21,52
3/4			48,89	13,04	26,90
3/3			49,37	11,78	23,32
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=48,69***	***Φ a*=11,14***	***Φ b*=23,40***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =0,95***	***σ =1,78***	***σ =2,27***

Tab. č. 33 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovky pomocí chromametru CR- 400

místo měření kůrky makovky	***datum pečení***	***hmotnost makovky (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	29. 1. 2019	60	48,25	13,76	33,89
1/3			53,10	10,39	30,09
1/2			46,10	5,75	20,15
3/4			52,44	13,73	34,81
3/3			46,81	11,85	30,98
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=49,34***	***Φ a*=11,10***	***Φ b*=29,98***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =3,23***	***σ =3,30***	***σ =5,84***

Tab. č. 34 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovky pomocí chromametru CR- 410

místo měření kůrky makovky	***datum pečení***	***hmotnost makovky (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	8. 2. 2019	59	49,57	13,58	26,59
1/3			49,05	12,90	26,26
1/2			57,07	13,50	34,31
3/4			49,55	14,70	28,26
3/3			50,32	11,67	16,93
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=51,11***	***Φ a*=13,27***	***Φ b*=26,47***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =3,36***	***σ =1,11***	***σ =6,24***

Tab. č. 35 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovky pomocí chromametru CR- 400

místo měření kůrky makovky	***datum pečení***	***hmotnost makovky (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	8. 2. 2019	59	52,90	14,65	37,72
1/3			51,38	14,11	35,18
1/2			58,24	11,82	38,58
3/4			51,57	14,38	35,86
3/3			50,40	14,84	35,57
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=52,90***	***Φ a*=13,96***	***Φ b*=36,58***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =3,12***	***σ =1,23***	***σ =1,48***

Tab. č. 36 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovky pomocí chromametru CR- 410

místo měření kůrky makovky	***datum pečení***	***hmotnost makovky (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	13. 2. 2019	63	55,16	8,63	25,47
1/3			50,53	8,53	21,80
1/2			55,53	11,40	31,38
3/4			54,75	9,83	28,67
3/3			53,02	9,82	26,09
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=53,80***	***Φ a*=9,64***	***Φ b*=26,58***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =2,06***	***σ =1,16***	***σ =3,59***

Tab. č. 37 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovky pomocí chromametru CR- 400

místo měření kůrky makovky	***datum pečení***	***hmotnost makovky (g)***	***hodnota L^****	***hodnota a^****	***hodnota b^****
začátek	13. 2. 2019	63	58,31	8,02	33,32
1/3			55,55	6,70	28,66
1/2			58,98	10,58	38,20
3/4			53,34	8,44	31,06
3/3			53,49	10,90	34,97
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L^*=55,93***	***Φ a^*=8,93***	***Φ b^*=33,24***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =2,64***	***σ =1,78***	***σ =3,65***

Tab. č. 38 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovky pomocí chromametru CR- 410

místo měření kůrky makovky	***datum pečení***	***hmotnost makovky (g)***	***hodnota L^****	***hodnota a^****	***hodnota b^****
začátek	21. 2. 2019	60	41,96	12,68	17,33
1/3			46,48	11,28	21,96
1/2			48,76	10,47	23,70
3/4			43,70	8,88	16,03
3/3			43,09	7,91	11,40
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L^*=44,80***	***Φ a^*=10,24***	***Φ b^*=18,08***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =2,77***	***σ =1,90***	***σ =4,90***

Tab. č. 39 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovky pomocí chromametru CR- 400

místo měření kůrky makovky	***datum pečení***	***hmotnost makovky (g)***	***hodnota L^****	***hodnota a^****	***hodnota b^****
začátek	21. 2. 2019	60	40,76	14,59	25,58
1/3			44,38	10,35	23,55
1/2			52,16	11,74	33,23
3/4			51,86	10,30	29,79
3/3			42,51	9,74	22,04
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L^*=46,33***	***Φ a^*=11,34***	***Φ b^*=26,84***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =5,34***	***σ =1,96***	***σ =4,61***

Tab. č. 40 Souhrnná tabulka zjištěných průměrných hodnot světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovek pomocí chromametru CR- 410

datum pečení	***Φ hodnota L****	***Φ hodnota a****	***Φ hodnota b****
9. 11. 2018	49,90	14,15	28,23
20. 11. 2018	46,73	11,50	26,70
28. 11. 2018	46,14	11,72	22,71
4. 12. 2018	45,94	13,67	23,99
14. 12. 2018	45,82	13,76	25,50
19. 12. 2018	47,17	12,31	25,27
27. 12. 2018	50,08	13,64	28,08
2. 1. 2019	49,96	12,48	27,56
8. 1. 2019	48,07	13,46	24,01
11. 1. 2019	45,72	13,74	26,20
17. 1. 2019	45,69	13,85	22,72
29. 1. 2019	48,69	11,14	23,40
8. 2. 2019	51,11	13,27	26,47
13. 2. 2019	53,80	9,64	26,58
21. 2. 2019	44,80	10,24	18,08
průměr všech hodnot	***Φ L**=47,97***	***Φ a**=12,57***	***Φ b**=25,03***

Kolorimetrickým měřením pomocí chromametru CR-410 bylo zjištěno, že průměrná hodnota světelnosti kůrky makovek byla 47,97. Průměrná hodnota intenzity červené barvy byla 12,57 a průměrná hodnota intenzity žluté barvy 25,03.

Tab. č. 41 Souhrnná tabulka zjištěných průměrných hodnot světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovek pomocí chromametru CR- 400

datum pečení	***Φ hodnota L****	***Φ hodnota a****	***Φ hodnota b****
9. 11. 2018	49,34	13,80	33,47
20. 11. 2018	49,43	13,01	33,48
28. 11. 2018	45,29	10,68	28,09
4. 12. 2018	47,09	13,57	30,97
14. 12. 2018	46,49	14,95	31,50
19. 12. 2018	47,83	12,64	25,84
27. 12. 2018	50,61	13,63	35,41
2. 1. 2019	53,68	13,28	35,33
8. 1. 2019	48,91	13,74	26,48
11. 1. 2019	46,46	15,13	31,94
17. 1. 2019	47,39	12,30	26,09
29. 1. 2019	49,34	11,10	29,98
8. 2. 2019	52,90	13,96	36,58
13. 2. 2019	55,93	8,93	33,24
21. 2. 2019	46,33	11,34	26,84
průměr všech hodnot	***Φ L*=49,13***	***Φ a*=12,80***	***Φ b*=31,02***

Kolorimetrickým měřením pomocí chromametru CR-400 bylo zjištěno, že průměrná hodnota světelnosti kůrky makovek byla 49,13. Průměrná hodnota intenzity červené barvy byla 12,80 a průměrná hodnota intenzity žluté barvy 31,02.

5.3 Výsledky měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky u nejvíce vyráběných pekařských výrobků pomocí chromametru CR-410 a CR- 400

Tab. č. 42 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky pšenično-žitného chleba pomocí chromametru CR- 410

místo měření kůrky chleba	***datum pečení***	***hmotnost chleba (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	5. 11. 2018	1192	40,36	12,22	18,29
1/2			46,89	13,08	22,92
3/3			45,81	13,17	22,12
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=44,35***	***Φ a*=12,82***	***Φ b*=21,11***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =3,50***	***σ =0,52***	***σ =2,47***

Tab. č. 43 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky pšenično-žitného chleba pomocí chromametru CR- 400

místo měření kůrky chleba	***datum pečení***	***hmotnost chleba (g)***	***hodnota L^****	***hodnota a^****	***hodnota b^****
začátek	5. 11. 2018	1192	42,41	11,26	27,62
1/2			44,80	13,51	25,23
3/3			43,56	12,40	23,56
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L^*=43,59***	***Φ a^*=12,39***	***Φ b^*=25,47***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =1,20***	***σ =1,13***	***σ =2,04***

Tab. č. 44 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky podmáslového chleba pomocí chromametru CR- 410

místo měření kůrky chleba	***datum pečení***	***hmotnost chleba (g)***	***hodnota L^****	***hodnota a^****	***hodnota b^****
začátek	16. 11. 2018	757	40,58	13,36	17,49
1/2			43,16	13,40	19,72
3/3			41,94	12,60	17,29
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L^*=41,89***	***Φ a^*=13,12***	***Φ b^*=18,17***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =1,29***	***σ =0,45***	***σ =1,35***

Tab. č. 45 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky podmáslového chleba pomocí chromametru CR- 400

místo měření kůrky chleba	***datum pečení***	***hmotnost chleba (g)***	***hodnota L^****	***hodnota a^****	***hodnota b^****
začátek	16. 11. 2018	757	36,69	13,63	19,51
1/2			40,43	14,05	24,04
3/3			37,56	13,27	20,05
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L^*=38,23***	***Φ a^*=13,65***	***Φ b^*=21,20***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =1,96***	***σ =0,39***	***σ =2,47***

Tab. č. 46 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky tukového rohlíku pomocí chromametru CR- 410

místo měření kůrky rohlíku	***datum pečení***	***hmotnost rohlíku (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	29. 11. 2018	43	56,81	9,07	27,54
1/2			56,40	9,53	28,36
3/3			60,87	7,28	25,65
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=58,03***	***Φ a*=8,63***	***Φ b*=27,18***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =2,47***	***σ =1,19***	***σ =1,39***

Tab. č. 47 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky tukového rohlíku pomocí chromametru CR- 400

místo měření kůrky rohlíku	***datum pečení***	***hmotnost rohlíku (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	29. 11. 2018	43	63,36	7,74	33,50
1/2			62,61	9,46	35,17
3/3			65,77	6,99	31,88
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=63,91***	***Φ a*=8,06***	***Φ b*=33,52***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =1,65***	***σ =1,27***	***σ =1,65***

Tab. č. 48 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky celozrnného rohlíku pomocí chromametru CR- 410

místo měření kůrky rohlíku	***datum pečení***	***hmotnost rohlíku (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	3. 12. 2018	60	56,32	9,00	25,92
1/2			56,13	8,25	25,55
3/3			58,92	7,95	25,25
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=57,12***	***Φ a*=8,40***	***Φ b*=25,57***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =1,56***	***σ =0,54***	***σ =0,34***

Tab. č. 49 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky celozrnného rohlíku pomocí chromametru CR- 400

místo měření kůrky rohlíku	***datum pečení***	***hmotnost rohlíku (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	3. 12. 2018	60	58,89	10,20	33,16
1/2			61,82	6,21	27,20
3/3			53,45	8,07	27,92
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=58,05***	***Φ a*=8,16***	***Φ b*=29,43***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =4,25***	***σ =2,00***	***σ =3,25***

Tab. č. 50 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky žitného rohlíku pomocí chromametru CR- 410

místo měření kůrky rohlíku	***datum pečení***	***hmotnost rohlíku (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	12. 12. 2018	65	49,21	7,37	19,33
1/2			47,31	7,27	20,18
3/3			48,47	6,54	14,11
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=48,33***	***Φ a*=7,06***	***Φ b*=17,87***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =0,96***	***σ =0,45***	***σ =3,29***

Tab. č. 51 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky žitného rohlíku pomocí chromametru CR- 400

místo měření kůrky rohlíku	***datum pečení***	***hmotnost rohlíku (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	12. 12. 2018	65	49,74	9,78	30,52
1/2			40,80	8,60	26,70
3/3			46,85	9,60	28,25
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=45,80***	***Φ a*=9,33***	***Φ b*=28,49***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =4,56***	***σ =0,64***	***σ =1,92***

Tab. č. 52 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky veky pomocí chromametru CR- 410

místo měření kůrky veky	***datum pečení***	***hmotnost veky (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	19. 12. 2018	410	62,05	11,24	34,96
1/2			61,64	11,09	35,77
3/3			58,76	12,57	34,22
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=60,82***	***Φ a*=11,63***	***Φ b*=34,98***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =1,79***	***σ =0,81***	***σ =0,78***

Tab. č. 53 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky veky pomocí chromametru CR- 400

místo měření kůrky veky	***datum pečení***	***hmotnost veky (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	19. 12. 2018	410	59,02	11,08	36,48
1/2			63,47	8,78	36,36
3/3			62,36	8,95	35,83
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=61,62***	***Φ a*=9,60***	***Φ b*=36,22***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =2,32***	***σ =1,28***	***σ =0,35***

Tab. č. 54 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makového závinu pomocí chromametru CR- 410

místo měření kůrky makového závinu	***datum pečení***	***hmotnost makového závinu (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	27. 12. 2018	428	40,61	15,42	22,15
1/2			44,54	16,96	27,13
3/3			41,74	16,42	24,07
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=42,30***	***Φ a*=16,27***	***Φ b*=24,45***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =2,02***	***σ =0,78***	***σ =2,51***

Tab. č. 55 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makového závinu pomocí chromametru CR- 400

místo měření kůrky makového závinu	***datum pečení***	***hmotnost makového závinu (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	27. 12. 2018	428	41,69	17,44	28,61
1/2			45,94	17,34	33,72
3/3			41,53	17,22	27,25
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=43,05***	***Φ a*=17,33***	***Φ b*=29,86***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =2,50***	***σ =0,11***	***σ =3,41***

Tab. č. 56 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky vánočky pomocí chromametru CR- 410

místo měření kůrky vánočky	***datum pečení***	***hmotnost vánočky (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	3. 1. 2019	415	41,59	16,53	25,89
1/2			46,39	14,40	30,00
3/3			43,73	15,91	27,64
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=43,90***	***Φ a*=15,61***	***Φ b*=27,84***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =2,40***	***σ =1,10***	***σ =2,06***

Tab. č. 57 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky vánočky pomocí chromametru CR- 400

místo měření kůrky vánočky	***datum pečení***	***hmotnost vánočky (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	3. 1. 2019	415	40,91	17,82	32,18
1/2			40,13	12,31	36,22
3/3			38,33	15,97	30,90
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=39,79***	***Φ a*=15,37***	***Φ b*=33,10***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =1,32***	***σ =2,80***	***σ =2,78***

Tab. č. 58 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky svatebního koláčku pomocí chromametru CR- 410

místo měření kůrky koláčku	***datum pečení***	***hmotnost koláčku (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	24. 1. 2019	23	67,45	5,86	25,82
1/2			70,61	2,01	20,76
3/3			67,13	6,49	20,08
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=68,40***	***Φ a*=4,79***	***Φ b*=22,22***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =1,92***	***σ =2,43***	***σ =3,14***

Tab. č. 59 Měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky svatebního koláčku pomocí chromametru CR- 400

místo měření kůrky koláčku	***datum pečení***	***hmotnost koláčku (g)***	***hodnota L****	***hodnota a****	***hodnota b****
začátek	24. 1. 2019	23	66,03	1,89	18,75
1/2			63,89	-0,83	16,44
3/3			67,29	-1,33	17,42
průměr zjištěných hodnot (Φ)			***Φ L*=65,74***	***Φ a*= -0,09***	***Φ b*=17,54***
směrodatná odchylka (***σ***)			***σ =1,72***	***σ =1,73***	***σ =1,16***

5.4 Výsledky stanovení koncentrace akrylamidu u nejvíce vyráběných pekařských výrobků v Pekárně Racek, s.r.o.

Tab. č. 60 Zjištěné hodnoty koncentrace akrylamidu u pekařských výrobků vyráběných v Pekárně Racek, s.r.o.

název výrobku	***hmotnost výrobku (g)***	***zjištěná koncentrace akrylamidu ve výrobku (*µg/kg)***	***porovnávací hodnota (*µg/kg)***
chléb konzumní pšenično-žitný	1192	< 30	100
chléb podmáslový	757	< 30	100
rohlík tukový	43	< 30	50
rohlík celozrnný	60	< 30	50
rohlík žitný	65	< 30	100
veka	410	< 30	300
makový závin	428	< 30	300
vánočka	415	< 30	300
svatební koláček	23	< 30	300
makovka	60	< 30	300

6 Diskuze

V této kapitole jsou analyzovány kvalitativní parametry dodávané pšeničné hladké mouky Speciál (T 512) a srovnány s interními požadavky na kvalitu, které Pekárna Racek, s.r.o. požaduje. Na základě těchto výsledků byly popsány analýzy technologických opatření, která jsou v provozních podmínkách Pekárny Racek, s.r.o. uplatňovány při výrobě nejvíce vyráběného chleba, běžného pečiva a jemného pečiva.

Následně byly popsány a zdůvodněny získané výsledky měření světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovek a ostatních nejvíce vyráběných pekařských výrobků včetně praktického využití v provozních podmínkách Pekárny Racek, s.r.o. Závěrem je zhodnocení analýzy těchto výrobků na stanovení koncentrace akrylamidu v akreditované laboratoři.

6.1.1 Analýza dodávané pšeničné hladké pekařské mouky Speciál (T 512)a následná technologická opatření v provozních podmínkách Pekárny Racek, s.r.o.

Veškerá dodávaná pšeničná hladká mouka pekařská Speciál (T 512) od obou dodavatelů vykazovala, vyhovují hodnotu alveografického poměru a odpovídala interním požadavkům na kvalitu při zpracování těsta.

Hodnoty alveografické tažnosti odpovídaly interním požadavkům na kvalitu, tudíž připravovaná těsta měla dobrou tažnost.

Téměř všechny mouky měly překročenou hodnotu alveografické energie než jsou interní požadavky Pekárny Racek, s.r.o. Jednalo se o silné mouky s průměrným až vyšším obsahem lepku, proto mouky zrály v sile pekárny pouze po dobu 8 dnů, kdy lepek dosáhl svých ideálních vlastností.

Mouky s datem příjmu 30. 1. a 31. 1. 2019 od dodavatele mlýnu Kroměříž obsahovaly nižší obsah lepku, proto do nich byl přidán vitální pšeničný lepek, který vyrábí společnost Ireks Enzyma, s.r.o (Ireks Enzyma, s.r.o. 2019)

Mouky, které byly dodány 2.11., 21.11., 18.12. a 20.12.2018 měly nízkou aktivitu α- amylázy (vyšší hodnotu čísla poklesu než jsou interní požadavky). Při přípravě těsta z těchto mouk byl při míchání do díže nebo kotlíku přidán zlepšující přípravek Aktual 0,7 % R, který vyrábí společnost Profimix Svijany, s.r.o. Pokud by se tento přípravek nepřidal, upečený výrobek by měl drobivou střídku a nízký objem (Profimix Svijany, s.r.o. 2019)

6.1.2 Analýza technologických opatření při výrobě chleba v provozních podmínkách Pekárny Racek, s.r.o.

Při výrobě klasického **konzumního pšenično-žitného chleba**, kde v provozních podmínkách Pekárny Racek, s.r.o. **tvoří poměr pšeničné chlebové mouky (60 %) a poměr žitné mouky (40 %)** je k základním surovinám (kvas, voda, sůl, pekařské droždí a kmín) přidáván **zlepšující přípravek FH Fresh**, který slouží k prodloužení čerstvosti vyráběného chleba.

Přípravek se dávkuje v množství 0,5 – 2 kg na 100 kg mouky a jeho složení je následující. Pšeničná mouka bobtnavá, zahušťovadlo (guma guar), pšeničná mouka, emulgátor (mono a diglyceridy mastných kyselin, bramborové vločky, regulátor kyselosti (uhličitany vápenaté), pšeničná mouka sladová, rostlinný tuk (palmový), sušená syrovátka, látka zlepšující mouku (kyselina askorbová) a enzymy. Dodavatelem tohoto přípravku je společnost Ireks Enzyma, s.r.o. (Ireks Enzyma, s.r.o. 2019)

Receptura pro **podmáslový chleba** se skládá z pšeničné chlebové mouky (T 1050), žitné mouky (T 930) a hladké pekařské pšeničné mouky Speciál (T 512), pekařského droždí, soli, vody, konzervační látky (kyseliny sorbové) a **podmáslové směsi, která v sobě obsahuje zlepšující přípravky**. Složení podmáslové směsi je následující. Bramborové vločky, pšeničná mouka, sušená syrovátka, podmáslí, rostlinný olej (palmový), glukózový sirup, směs koření, kyselina mléčná, pšeničný lepek, aroma, sušený pšeničný kvas (pšeničná mouka, kvásek), látka zlepšující mouku (kyselina askorbová), kvasnicový extrakt a enzymy.

Jelikož se tento chleba prodává nejen celý o hmotnosti 750 g, ale i krájený balený (hmotnost 375 g), je pouze **v období letních měsíců při přípravě těsta**, do něj **přidávána konzervační látka kyselina sorbová**, která zabraňuje rozvoji kvasinek, plísní a bakterií.

6.1.3 Analýza technologických opatření při výrobě běžného pečiva v provozních podmínkách Pekárny Racek, s.r.o.

Receptura běžného **tukového rohlíku** se skládá z hladké pekařské pšeničné mouky Speciál (T 512), vody, pekařského droždí, řepkového oleje, soli a zlepšujícího přípravku **Diapol – PX**, což je přípravek s vysokým obsahem sladu. Přípravek se dávkuje v množství 3 % na použitou mouku a jeho složení je následující. Pšeničná mouka, ječná sladová mouka, emulgátor (estery mono a diglyceridů mastných kyselin), glukóza, sacharóza, regulátor kyselosti (fosforečnany vápenaté), látka zlepšující mouku (kyselina askorbová) a enzymy. Dodavatelem tohoto přípravku je společnost Ireks Enzyma, s.r.o. (Ireks Enzyma, s.r.o. 2019)

Vzhledem k tomu, že rohlíky byly pečeny dne 29. 11. 2018 z mouky mlýna Kroměříž, která byla dodána dne 21. 11. 2018 a měla vysokou hodnotu čísla poklesu, **byl do receptury přidán zlepšující přípravek Aktual 0,7 % R**. Tento přípravek se skládá ze sacharózy, emulgátorů (mono a diglyceridy mastných kyselin, estery mono a diglyceridy mastných kyselin s kyselinou ovinnou a acetylvinnou), ječné sladové mouky, pšeničné mouky, enzymů (hydroláz) a látky zlepšující mouku (L-cystein).

Receptura pro výrobu **veky** se skládá z hladké pekařské pšeničné mouky Speciál (T 512), vody, stolního margarínu Unieco (80%), pekařského droždí, soli, cukru krupice a zlepšujících přípravků **Diapol – PX** a **Vitalsoft JP**. Přípravek Diapol – PX se do tohoto těsta dávkuje v množství 3 % na použitou mouku a přípravek Vitalsoft v množství 1 % na použitou mouku. Vitalsoft JP je přípravek určený pro jemné kynuté těsto a skládá se z těchto složek. Pšeničná mouka, emulgátor (stearoylaktylát sodný), pšeničná bobtnavá mouka, regulátor kyselosti (uhličitan vápenatý, fosforečnany vápenaté), zahušťovadlo (guma guar), rostlinný olej (řepkový), látka zlepšující mouku (kyselina askorbová) a enzymy. Dodavatelem tohoto přípravku je společnost Ireks Enzyma, s.r.o. (Ireks Enzyma, s.r.o. 2019).

6.1.4 Analýza technologických opatření při výrobě jemného pečiva v provozních podmínkách Pekárny Racek, s.r.o.

V roce 2018 proběhla u výrobku makový závin úprava receptury, ve které byl zvýšen podíl makové náplně z původních 34 % na 42 %. Pekárna Racek, s.r.o. jako jedna z mála pekáren v ČR si připravuje makovou náplň, mletím českého máku přímo v provozních podmínkách. Receptura pro výrobu **makového závinu** se skládá z těsta a makové náplně. Těsto se skládá z hladké pekařské pšeničné mouky Speciál (T 512), vody, cukru krupice, stolního margarínu Unieco (80%), pekařského droždí, soli, vaječné melanže, sušeného odstředěného mléka a zlepšujícího přípravku Vitalsoft JP. Maková náplně se skládá z máku modrého, vody, cukru krupice, strouhanky (vlastní výroba přímo v pekárně), jablečno-rybízové náplně, sušeného odstředěného mléka, tekuté pasty s příchutí citronu (citropasta) a vanilkového cukru.

Jelikož byl makový závin upečen dne 27. 12. 2018 z mouky, která byla dodána dne 18. 12. 2018 z mlýna Kroměříž a měla vysokou hodnotu čísla poklesu, **byl do receptury ještě přidán zlepšující přípravek Aktual 0,7 % R**.

6.2 Analýza získaných výsledků světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky makovek pomocí chromametru CR- 410 a CR- 400

6.2.1 Analýza výsledků získaných pomocí chromametru CR- 410

Pomocí kolorimetrického přístroje **chromametru CR-410** byla **nejnižší průměrná zjištěná hodnota světelnosti kůrky makovky Φ L^*= 44,80**. Jednalo se o makovku s hmotností 60 g, která byla upečená dne 21. 2. 2019 z pšeničné hladké mouky Speciál (T 512) od dodavatele mlýna Kojetín.

Nejnižší průměrnou hodnotu intenzity červené barvy Φ a^*= 9,64 měla kůrka makovky, která byla upečena dne 13. 2. 2019 od dodavatele mouky mlýna Kroměříž.

Nejnižší průměrnou hodnotu intenzity žluté barvy Φ b^*= 18,08 měla kůrka makovky, která byla upečena dne 21. 2. 2019 od dodavatele mouky mlýna Kojetín.

Nejvyšší průměrná zjištěná hodnota světelnosti kůrky makovek získaná pomocí **chromametru CR-410** dosahovala **Φ L^*= 53,80**. Jednalo se o makovku s hmotností 63 g, která byla upečená dne 13. 2. 2019 od dodavatele mouky mlýna Kroměříž.

Nejvyšší průměrnou hodnotu intenzity červené barvy Φ a^*= 14,15 měla kůrka makovky, která byla upečena dne 9. 11. 2018 od dodavatele mouky mlýna Kroměříž.

Nejvyšší průměrnou hodnotu intenzity žluté barvy Φ b^*= 28,23 měla rovněž kůrka makovky, která byla upečena dne 9. 11. 2018 ze stejné mouky od dodavatele mlýna Kroměříž.

6.2.2 Analýza výsledků získaných pomocí chromametru CR- 400

Kolorimetrickým přístrojem **chromametrem CR-400** byla **nejnižší zjištěná průměrná hodnota světelnosti kůrky makovky Φ L^*= 45,29**. Jednalo se o makovku s hmotností 61 g, která byla upečená dne 28. 11. 2018 z pšeničné hladké mouky Speciál (T 512) od dodavatele mlýna Kroměříž.

Nejnižší průměrnou hodnotu intenzity červené barvy Φ a^*= 8,93 měla kůrka makovky, která byla upečena dne 13. 2. 2019 od dodavatele mouky mlýna Kroměříž.

Nejnižší průměrnou hodnotu intenzity žluté barvy Φ b^*= 25,84 měla kůrka makovky, která byla upečena dne 19. 12. 2018 od dodavatele mouky mlýna Kojetín.

Nejvyšší průměrná zjištěná hodnota světelnosti kůrky makovek získaná pomocí **chromametru CR-400** dosahovala **Φ L^*= 55,93**. Jednalo se o makovku s hmotností 63 g, která byla upečená dne 13. 2. 2019 od dodavatele mouky mlýna Kroměříž.

Nejvyšší průměrnou hodnotu intenzity červené barvy Φ a^*= 15,13 měla kůrka makovky, která byla upečena dne 11. 1. 2019 od dodavatele mouky mlýna Kroměříž.

Nejvyšší průměrnou hodnotu intenzity žluté barvy Φ b^*= 36,58 měla kůrka makovky, která byla upečena dne 8. 2. 2019 od dodavatele mouky mlýna Kroměříž.

Z výše uvedených hodnot v tabulkách lze konstatovat, že hodnoty světelnosti v intervalu od 41,76 do 45,96 ukazují na místa kůrky makovky, kde nebyl mák. Z těchto hodnot lze určit, že **posyp mák zvyšuje hodnotu světelnosti včetně intenzity červené a žluté barvy**.

6.2.3 Porovnání výsledků získaných pomocí chromametru CR- 410 a CR-400

Výsledky kolorimetrického stanovení získané pomocí chromametru CR-400 jsou přesnější, neboť tento přístroj má průměr měřícího otvoru jen 8 mmm, čímž umožňuje kůrku makovky změřit z menší plochy.

6.2.4 Vyhovující a mezní hodnoty kolorimetrického stanovení kůrky makovek

Na základě provedených měření byly pro kůrku makovky vymezeny tyto intervaly vyhovujících a mezních hodnot.

Pro světelnost kůrky makovek byl vymezen interval vyhovujících hodnot od 44,80 do 55,93. Pro intenzitu červené barvy kůrky makovek od 8,93 do 15,13 a pro intenzitu žluté barvy od 18,08 do 36,58.

Hodnoty mimo výše uvedené intervaly s odchylkou do 10 % jsou považovány za mezní hodnoty kolorimetrického stanovení.

Důležitou roli na světelnost kůrky makovek, intenzitu červené a žluté barvy má rovněž to, jak jsou makovky namašlovány vaječnou melanží před nakynutím. Vlivem nedostatečného namašlování vaječnou melanží dojde po upečení k vzniku světle šedé kůrky. Naopak vlivem příliš velkého množství vaječné melanže, bude mít po upečení kůrka makovky tmavě hnědou barvu.

6.3 Diskuze získaných výsledků světelnosti a intenzity barevného odstínu kůrky u nejvíce vyráběných pekařských výrobků pomocí chromametru CR- 410 a CR- 400

6.3.1 Diskuze výsledků získaných pomocí chromametru CR- 410

Pomocí kolorimetrického přístroje **chromametru CR-410** byla **nejnižší průměrná hodnota světelnosti zjištěna u kůrky podmáslového chleba Φ L^*= 41,89**. Tento chleba o přesné hmotnosti 757 g byl upečen dne 16. 11. 2018 z **pšeničné mouky chlebové (T 1050)** od dodavatele mlýna Kroměříž a **žitné chlebové mouky (T 930)** z od dodavatele mlýna Kojetín.

Nejnižší průměrnou hodnotu intenzity červené barvy Φ a^*= 4,79 měla kůrka svatebního koláčku. Svatební koláček s přesnou hmotností 23 g byl upečen dne 24. 1. 2019 z pšeničné hladké mouky Speciál (T 512) od dodavatele mouky mlýn Kroměříž.

Nejnižší průměrnou hodnotu intenzity žluté barvy Φ b^*= 17,87 měla kůrka žitného rohlíku. Žitný rohlík o přesné hmotnosti 65 g byl upečen dne 12. 12. 2018 z Uni-žitné směsi, která obsahovala žitnou mouku a pšeničné hladké mouky Speciál (T 512). Výrobce Uni-žitné směsi je společnost Zeelandia a dodavatel mouky (T 512) pro tento výrobek mlýn Kroměříž.

Nejvyšší průměrná hodnota světelnosti byla zjištěna u kůrky svatebního koláčku **Φ L^*= 68,40**, který byl upečen dne 24. 1. 2019 o hmotností 23 g.

Nejvyšší průměrnou hodnotu intenzity červené barvy Φ a^*= 16,27 měla kůrka makového závinu. Makový závin s přesnou hmotností 428 g byl upečen dne 27. 12. 2018 z pšeničné hladké mouky Speciál (T 512) od dodavatele mouky mlýn Kroměříž.

Nejvyšší průměrnou hodnotu intenzity žluté barvy Φ b^*= 34,98 měla kůrka veky. Veka o přesné hmotnosti 410 g byla upečena dne 19. 12. 2018 z pšeničné hladké mouky Speciál (T 512) od dodavatele mouky mlýn Kojetín.

6.3.2 Diskuze výsledků získaných pomocí chromametru CR- 400

Kolorimetrickým přístrojem **chromametrem CR-400** byla **nejnižší průměrná hodnota světelnosti rovněž zjištěna u kůrky podmáslového chleba Φ L^*= 38,23**.

Nejnižší průměrnou hodnotu intenzity barvy Φ a^*= -0,09 měla kůrka svatebního koláčku. Jelikož se jedná o hodnotu, která je velice blízká nule, lze usoudit, že **výrobek vykazuje zcela nevnímatelný a neznatelný příspěvek v intenzitě zelené nebo červené barvy**. Tato nízká hodnota je způsobena tím, že velká část povrch kůrky svatebního koláčku je posypána drobenkou.

Nejnižší průměrnou hodnotu intenzity žluté barvy Φ b^*= 17,54 měla rovněž kůrka svatebního koláčku, který byl upečen dne 24. 1. 2019 o hmotností 23 g.

Nejvyšší průměrná hodnota světelnosti byla zjištěna též u kůrky svatebního koláčku **Φ L^*= 65,74**.

Nejvyšší průměrnou hodnotu intenzity červené barvy Φ a^*= 17,33 měla kůrka makového závinu.

Nejvyšší průměrnou hodnotu intenzity žluté barvy Φ b^*= 36,22 měla kůrka veky.

6.3.3 Vyhodnocení výsledků získaných pomocí chromametru CR- 410 a CR-400

Při porovnání naměřených hodnot bylo zjištěno, že měřením pomocí obou chromametrů byly získány u stejných výrobků nejvyšší hodnoty světelnosti, intenzity červené a intenzity žluté barvy. Výsledky kolorimetrického stanovení získané pomocí chromametru CR-400 jsou však nepatrně přesnější.

6.3.4 Vyhovující a mezní hodnoty kolorimetrického stanovení kůrky nejvíce vyráběných pekařských výrobků

Na základě provedených měření byly pro nejvíce vyráběné pekařské výrobky vymezeny tyto intervaly vyhovujících a mezních hodnot.

Pro světelnost **kůrky konzumního pšenično-žitného** a **podmáslového chleba** byl vymezen interval vyhovujících hodnot od 38,23 do 44,35. Pro intenzitu červené barvy kůrky těchto chlebů od 12,39 do 13,65 a pro intenzitu žluté barvy od 18,17 do 25,47.

Pro světelnost **kůrky tukového rohlíku a veky** byl vymezen interval vyhovujících hodnot od 58,03 do 63,91. Pro intenzitu červené barvy kůrky těchto výrobků z kategorie běžného pečiva od 8,06 do 11,63 a pro intenzitu žluté barvy od 27,18 do 36,22.

Pro světelnost **kůrky celozrnného rohlíku a žitného rohlíku** byl vymezen interval vyhovujících hodnot od 45,80 do 58,05. Pro intenzitu červené barvy kůrky těchto rohlíků od 7,06 do 9,33 a pro intenzitu žluté barvy od 17,87 do 29,43.

Pro světelnost **kůrky makového závinu, vánočky a svatebního koláčku** byl vymezen interval vyhovujících hodnot od 39,79 do 68,40. Pro intenzitu červené barvy kůrky těchto výrobků z kategorie jemného pečiva od 4,79 do 17,33 a pro intenzitu žluté barvy od 17,54 do 33,10.

6.4 Analýza výsledků stanovení koncentrace akrylamidu u nejvíce vyráběných pekařských výrobků v Pekárně Racek, s.r.o.

V akreditované laboratoři Vysoké školy chemicko-technologické v Praze byly **metodou kapalinové chromatografie s hmotnostní spektrometrií (LC/MS-MS) provedeny analýzy stanovení koncentrace akrylamidu** u nejvíce vyráběných pekařských výrobků z kategorie chleba, běžného a jemného pečiva. Jedná se o metodu, která využívá stanovení koncentrace akrylamidu na základě normy ČSN EN 16618 Analýza potravin – Stanovení akrylamidu v potravinách kapalinovou chromatografií s tandemovou hmotnostní spektrometrii (ČSN EN 16618. 2015)

Vzhledem k tomu, že **koncentrace akrylamidu u všech testovaných vzorků vyšla pod 30 µg/kg**, **což je méně než udávají porovnávací hodnoty v Nařízení Komise (EU) 2017/2158**, v platném znění, nebyly v Pekárně Racek, s.r.o. v souvislosti se snížením množství akrylamidu přijata žádná zvláštní zmírňující opatření. Jelikož cílem Pekárny Racek, s.r.o je udržení a zajištění kvality veškerých vyráběných výrobků, jsou výrobky pečeny tak, aby kůrky výrobků měly světle hnědou barvu a nebyly příliš tmavé až hnědočerné. Pokud se přesto takový neshodný výrobek upeče, je v rámci interního každodenního senzorického hodnocení vyřazen.

Stanovení koncentrace akrylamidu bylo pro Pekárnu Racek, s.r.o. fiinančně velmi nákladně, neboť celkové výdaje za stanovení 10 nejvíce vyráběných pekařských výrobků dosáhly částky 35 000 Kč. Z těchto důvodů proto Pekárna Racek, s.r.o. nebude v nejbližších letech toto stanovení v akreditované laboratoři provádět. Na základě interní porady managementu společnosti bude manažer kvality 1x ročně u vyráběných výrobků měřit pomocí chromametru CR-400 světelnost a intenzitu barevného odstínu. Takto získané výsledky vyhodnotí a porovná se zjištěnými vyhovujícími a mezními hodnotami získaných v rámci této diplomové práce.

7 Závěr

V diplomové práci byla popsána kolorimetrická metoda, která byla využita pro měření světelnosti a intenzity barvy kůrky u makovek a u nejvíce vyráběných pekařských výrobků v Pekárně Racek, s.r.o. Zjišťování těchto hodnot probíhalo pomocí dvou chromametrů CR- 410 a CR-400, kdy přesnější hodnoty poskytnul chromametr CR-400. Na základě provedených měření byly pro kůrky sledovaných výrobků určeny intervaly vyhovujících a mezních hodnot.

Pro světelnost **kůrky makovek** byl interval vyhovujících hodnot od 44,80 do 55,93. Pro intenzitu červené barvy kůrky od 8,93 do 15,13 a pro intenzitu žluté barvy od 18,08 do 36,58.

Pro světelnost **kůrky konzumního pšenično-žitného** a **podmáslového chleba** byl interval vyhovujících hodnot od 38,23 do 44,35. Pro intenzitu červené barvy kůrky těchto chlebů od 12,39 do 13,65 a pro intenzitu žluté barvy od 18,17 do 25,47.

Pro světelnost **kůrky tukového rohlíku a veky** byl interval vyhovujících hodnot od 58,03 do 63,91. Pro intenzitu červené barvy kůrky těchto pekařských výrobků od 8,06 do 11,63 a pro intenzitu žluté barvy od 27,18 do 36,22.

Pro světelnost **kůrky celozrnného rohlíku a žitného rohlíku** byl interval vyhovujících hodnot od 45,80 do 58,05. Pro intenzitu červené barvy kůrky těchto rohlíků od 7,06 do 9,33 a pro intenzitu žluté barvy od 17,87 do 29,43.

Pro světelnost **kůrky makového závinu, vánočky a svatebního koláčku** byl vymezen interval hodnot od 39,79 do 68,40. Pro intenzitu červené barvy kůrky těchto výrobků jemného pečiva od 4,79 do 17,33 a pro intenzitu žluté barvy od 17,54 do 33,10.

Hodnoty mimo výše uvedené intervaly s odchylkou do 10 % jsou považovány za mezní hodnoty kolorimetrického stanovení.

Výše uvedené výrobky byly rovněž analyzovány v akreditované laboratoři, za účelem zjištění koncentrace akrylamidu. Jelikož všechny výrobky vykazovaly hodnotu koncentrace akrylamidu **pod 30 µg/kg**, což je méně než udávají porovnávací hodnoty v Nařízení Komise (EU) 2017/2158, v platném znění, nebylo nutné zavést úpravu receptur a využívaných technologií. Nízké hodnoty koncentrace jsou dány tím, že se akrylamid vyskytuje pouze v kůrce vlivem vyšší teploty, při kterých se výrobky pečou, zatímco ve střídě se nenachází, v důsledku nižší teploty, vyšší vlhkostí a také tím, že byl analyzován celý výrobek zředěný větším objemem střídy.

Poněvadž stanovení jednoho pekařského výrobku na koncentraci akrylamidu v akreditované laboratoři je finančně velmi nákladné (3500 Kč), umožňuje Nařízení Komise (EU) 2017/2158, v platném znění nahradit analýzu akrylamidu použitím kolorimetrické přístrojové techniky - měřením světelnosti a intenzity barvy výrobků, čehož bude využito i v Pekárně Racek, s.r.o. Výsledky získane v rámci této diplomové práce, proto budou využity jako objektivní hodnoty pro interní analýzy výrobků v provozních podmínkách Pekárny Racek, s.r.o.

8 Literatura

Anamet, s.r.o. 2019. Anamet, s.r.o., Praha, Available from http://www.anamet.cz/(accessed February 2019).

Broncová D. 2001. Historie pekárenství v Českých zemích. Milpo Media s.r.o., Praha.

Bullock LM, Handu AP, Sagall S, Wasserman PA. 1992. Replacement of simple sugars in cookie dough. Food Technology **46**: 82-86.

Capuano E, Fogliano V. 2011. Acrylamide and 5-hydroxymethylfurfural (HMF): A review on metabolism, toxicity, occurrence in food and mitigation strategies. LWT- Food Science and Technology **44**: 793-810.

Commission Regulation (EU) 2017/2158 of 20 November 2017 establishing mitigation measures and benchmark levels for the reduction of the presence of acrylamide in food. Official Journal of the European Union.

Corol D, Ravel C, Rakszegi M, Charmet G, Bedo Z, Beale M, Shewry P, Ward J. 2016. H-NMR screening for the high-throughput determinativ of genotype and environmental effects on the content of asparagine in wheat grain. Plant Biotechnology Journal **14**: 128-139.

Cwikova O. 2014. Toxické účinky akrylamidu a jeho výskyt v potravinách. Chemické listy **108:** 205-210.

ČSN 46 1100-2. 2001. Obiloviny potravinářské – Část 2: Pšenice potravinářská. Český normalizační institut, Praha.

ČSN EN ISO 5492. 2009. Senzorická analýza – Slovník. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha.

ČSN EN 16618. 2015. Analýza potravin – Stanovení akrylamidu v potravinách kapalinovou chromatografiií s tandemovou hmotnostní spektrometrií (LC-ESI-MS-MS). Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha.

Dostál J, Kovaříková D, Martinek V. 2013. Pekařská technologie I. Suroviny. Pekař a cukrář s.r.o., Praha.

Food Drink Europe. 2019. Acrylamide Toolbox 2019, Food Drink Europe. Brussels. Available from https://www.fooddrinkeurope.eu/uploads/publications_documents/FoodDrinkEurope_Acrylamide_Toolbox_2019.pdf (accessed April 2019)

Friedman M, Mottram D. 2005. Chemistry and safety of akrylamide in food. Springer, Boston.

Friedman M. 2003. Chemistry, Biochemistry, and Safety of Acrylamide. Journal of Agricultural and Food Chemistry **51**: 4504-4526.

Hidalgo A, Fongaro L, Brandolini A. 2014. Wheat flour granulometry determines colour perception. Food Research International **64**: 363-370.

Ingr I, Pokorný J, Valentová H. 2007. Senzorická analýza potravin. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno.

Ireks Enzyma, s.r.o. 2019. Ireks Enzyma, s.r.o., Brno. Available from http://www.ireks-enzyma.cz/Cesky.htm (accessed April 2019).

Jarošová A. 2007. Senzorické hodnocení potravin. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno.

Kadlec P, Melzoch K, Voldřich M. 2012. Přehled tradičních potravinářských výrob. Key Publishing s.r.o., Ostrava.
Konica Minolta. 2006. Přesná komunikace o barvě. Pragolab, Praha.
Kopina 2019. Kopina. Olomouc. Available from https://kopina.cz/terminologie/36958/lab/(accessed March 2019).
Kulovaná A. 2002. Kvalita obilnin. Úroda, Praha. Available from https://www.uroda.cz/kvalita-obilnin/ (accessed January 2019).
Ministerstvo zemědělství. 1997. Vyhláška č. 333 ze dne 12. prosince 1997, kterou se provádí § 18 odst. 1 písm. a), b), g) a h) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta. Sbírka zákonů České republiky, 1997, částka 111. Česká republika.
Palík S, Burešová I, Edler S, Sedláčková I, Tichý F, Váňová M. 2009. Metodika pěstování ozimé pekárenské pšenice. Agrotest fyto, s.r.o., Kroměříž.
Pekárna Racek, s.r.o. 2019. Pekárna Racek s.r.o., Přerov. Available from http://www.pekarnaracek.cz/ (accessed April 2019).
Profimix Svijany, s.r.o. 2019. Pekařův mlýn, Příšovice. Available from http://www.pekaruvmlyn.cz/(accessed April 2019).
Příhoda J, Humpolíková P, Novotná D. 2003. Základy pekárenské technologie. Pekař a cukrář s.r.o., Praha.
Regulation (EC) No 852/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 on the hygiene of foodstuffs. Official Journal of the European Union.
Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and of the Council of 28 January 2002 laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety. Official Journal of the European Communities.
Regulation (EU) No 1169/2011 of the European Parliament and of the Council of 25 October 2011 on the provision of food information to consumers, amending Regulations (EC) No 1924/2006 and (EC) No 1925/2006 of the European Parliament and of the Council, and repealing Commission Directive 87/250/EEC, Council Directive 90/496/EEC, Commission Directive 1999/10/EC, Directive 2000/13/EC of the European Parliament and of the Council, Commission Directives 2002/67/EC and 2008/5/EC and Commission Regulation (EC) No 608/2004. Official Journal of the European Communities.
Šedivý P, Albrecht J. 2014. Pekařská technologie II. Výroba chleba. Pekař a cukrář s.r.o., Praha.
Šedivý P, Hanus M, Nováková E, Skřivan P. 2015. Pekařská technologie III. Výroba běžného pečiva. Pekař a cukrář s.r.o., Praha.
Šedivý P, Hanus M, Nováková E, Smrž R, Skřivan P. 2016. Pekařská technologie IV. Výroba jemného pečiva. Pekař a cukrář s.r.o., Praha.
Tareke E, Rydberg P, Karlsson P, Eriksson S, Tőrnqvist M. 2002. Analysis of acrylamide, a carcinogen formed in heated foodstuffs. Journal of Agricultural and Food Chemistry **50**: 4998-5006.
Velíšek J, Hajšlová J. 2009. Chemie potravin II. Ossis, Tábor.
Zigmundová V, Šottníková V, Hřivna L, Jůzl M, Nedomová Š, Maco R. 2017. Kvalita pšeničné mouky českých a zahraničních výrobců. Výživa a potraviny **6**: 160-164.

9 Samostatné přílohy

Příloha č. I Ukázkový protokol stanovení koncentrace akrylamidu v makovkách vyráběných v Pekárně Racek, s.r.o.

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze
Metrologická a zkušební laboratoř

zkušební laboratoř 1316.2 akreditovaná ČIA, dle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005

L 1316.2

Adresa: VŠCHT Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6 (tel.: +420 602833424; +420 220443184; http://uapv.vscht.cz/mzl)

Protokol o zkouškách ML: 287/19

Číslo tisku: 185/19

Zákazník:	Pekárna Racek, s.r.o. Gen. Štefánika 185/38 75002 Přerov Česká republika
Datum příjmu vzorků laboratoří:	4.2.2019
Objednávka:	1.2.2019
Označení vzorků zákazníkem:	Makovka 60 g 4 ks
Předmět zkoušení - popis vzorku:	Makovka obal: sáček polyethylenový (PE) stav: doručeno bez zjevného poškození množství: 240 g
Datum provedení zkoušek:	04.02.2019 - 12.02.2019
Místo provedení zkoušek:	prostory MZL VŠCHT, Technická 1903/3, 166 28 Praha 6 - Dejvice
Zkušební metody:	KM 12: LC-MS/MS

VÝSLEDKY ZKOUŠEK:

PROCESNÍ KONTAMINANTY POTRAVIN

Analyt	Výsledek*	Rozšířená nejistota	Jednotky	Zkušební metoda	Specifikace Poznámka
akrylamid	<30	-	µg/kg	KM 12	-

* pokud je před hodnotou znaménko "<" pak koncentrace je nižší nežli tato hodnota, tj. pod mezí stanovitelnosti (LOQ)

Uvedená rozšířená nejistota byla vypočtena s použitím koeficientem rozšíření k=2, což odpovídá hladině spolehlivosti přibližně 95 %. Při výpočtu a uvádění nejistot se postupuje podle dokumentu EA-4/16 a příručky Kvalimetrie 11 (EURACHEM CZ). Uváděné nejistoty nezahrnují nejistotu vzorkování. Pro posouzení shody s limitními hodnotami byly vzaty do úvahy nejistoty výsledků zkoušek podle Směrnice ILAC-G8.

Bez písemného souhlasu Metrologické a zkušební laboratoře nelze Protokol o zkouškách kopírovat jinak než celý.

Výsledky zkoušek se týkají pouze uvedeného zkušebního vzorku, jak byl laboratoří přijat. Protokol o zkouškách nenahrazuje žádné jiné právní dokumenty. Laboratoř nenese odpovědnost za informace dodané zákazníkem, pokud mohou mít vliv na platnost výsledků.

Protokol o zkouškách vystaven v Praze dne: 12.2.2019

Metrologická a zkušební laboratoř VŠCHT Praha 1316.2 Akreditovaná ČIA

prof. Ing. Jana Hajšlová, CSc., vedoucí laboratoře

Konec protokolu