

Monitoring kvality potravinářské pšenice v průběhu roku

Bc. Ladislava Kolouchová Dis.

**Diplomová práce
2013**



**Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická**

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav analýzy a chemie potravin

akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Bc. Ladislava KOLOUCHOVÁ, DiS.
Osobní číslo: T11529
Studijní program: N2901 Chemie a technologie potravin
Studijní obor: Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin
Forma studia: kombinovaná

Téma práce: Monitoring kvality potravinářské pšenice v průběhu roku.

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

- 1. Historie pěstování a mletí pšenice.**
- 2. Složení a kvalita pšeničného zrna.**
- 3. Kvalitativní ukazatele a jejich hodnoty dle nákupní PN normy.**

II. Praktická část

- 1. Charakteristika použité pšenice.**
- 2. Metodiky hodnocení kvality mouky.**
- 3. Diskuse výsledků s literaturou.**
- 4. Formulace závěrů.**

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. **BONJEAN, A. P., ANGUS, W. J.** The World Wheat Book I., INTERCEPT LTD, 1131 s., ISBN 1-898298-72-6
2. **PRUGAR, J., a kol.,** Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí, Výzkumný ústav pivovarnický a sladařský, a.s., Praha 2008, 327 s., ISBN 978-80-86576-28-2
3. **PŘÍHODA, J., HRUŠKOVÁ, M., SKŘIVAN P.** Hodnocení kvality, Mlýnářské noviny 2007, 187 s., ISBN 978-80-239-9475-9
4. **PŘÍHODA, J., SKŘIVAN, P., HRUŠKOVÁ, M.** Cereální chemie a technologie I, VŠCHT v Praze 2006, 187 s., ISBN 80-7080-530-7.
5. **VELÍŠEK, J.** Chemie potravin, Rozš. a preprac. 3. vyd., OSSIS Tábor 2009, 623 s., ISBN 978-80-86659-17-6

Vedoucí diplomové práce:

Mgr. Iva Burešová, Ph.D.

Ústav technologie potravin

Datum zadání diplomové práce:

11. února 2013

Termín odevzdání diplomové práce:

17. května 2013

Ve Zlíně dne 11. února 2013



doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 10.5.2018



.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpirá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá monitoringem kvality pšenice potravinářské v letech 2008–2011 zpracovávané ve mlýně Kroměříž. Teoretická část je zaměřena na historii pěstování pšenice, její zpracování a historii výrobního závodu. V teoretické části uveden popis morfologických a chemických vlastností pšeničného zrna. Praktická část je zaměřena na stanovení sledovaných vlastností v jednotlivých letech - obsahu dusíkatých látek, obsahu mokrého lepku v sušině, gluten indexu a Zelenyho testu a jejich srovnání v jednotlivých marketingových letech. Cílem práce byl monitoring změny kvality pšenice v průběhu marketingového roku.

Klíčová slova: pšenice potravinářská, dusíkaté látky, lepek v sušině, gluten index, Zelenyho test, mletí pšenice,

ABSTRACT

This thesis deals with monitoring of bread-making quality of wheat processed in Kroměříž mill in period 2008–2011. The theoretical part is focused on the history of wheat cultivation, processing and the history of mill situated in Kroměříž. The description of the morphological and chemical properties of wheat grain is a part of theoretical part too. The practical part is focused on the determination of wheat bread-making characteristics - content of crude protein, content of wet gluten, gluten index and Zeleny test. The aim of this thesis was monitoring of the changes of investigated parameters during the selected marketing periods.

Keywords: food wheat, crude protein, dry gluten, gluten index, Zeleny test, milling wheat,

Touto cestou bych ráda poděkovala vedoucí diplomové práce Mgr. Ivě Burešové, Ph.D. z Ústavu technologie potravin Fakulty technologické Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně za odborné vedení, cenné rady, připomínky a trpělivost při vypracování mé diplomové práce.

Poděkování patří také firmě PENAM, a.s., která mi umožnila analyzovat pšenici v podnikové laboratoři a použít laboratorních výsledků dosažených v průběhu čtyř let ve mlýně Kroměříž.

V neposlední řadě chci poděkovat své rodině a přátelům za podporu při studiu.

Motto: Kvalitní surovina je základem kvalitního výrobku

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné. Dále prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uvedena jako spoluautor.

Ve Zlíně 10. května 2013



.....
Podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 HISTORIE PĚSTOVÁNÍ A MLETÍ PŠENICE	12
1.1 HISTORIE PĚSTOVÁNÍ PŠENICE	12
1.2 VÝZNAM PŠENICE	12
1.3 HISTORIE ZPRACOVÁNÍ PŠENICE	13
1.4 HISTORIE MLÝNA KROMĚŘÍŽ	14
2 SLOŽENÍ A KVALITA PŠENIČNÉHO ZRNA	16
2.1 MORFOLOGICKÝ POPIS PŠENICE	16
2.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ PŠENIČNÉHO ZRNA	17
2.2.1 Sacharidy	18
2.2.1.1 Monosacharidy	19
2.2.1.2 Oligosacharidy	19
2.2.1.3 Polysacharidy	20
2.2.2 Proteiny	21
2.2.3 Minerálie	24
2.2.4 Lipidy	25
2.2.5 Vlákna	25
2.2.6 Vitaminy	25
3 KVALITATIVNÍ UKAZATELE A JEJICH HODNOTY DLE NÁKUPNÍ PODNIKOVÉ NORMY (PN)	27
3.1 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ KVALITATIVNÍCH PARAMETRŮ	28
3.1.1 Sensorické požadavky	28
3.1.2 Fyzikální a chemické požadavky	29
3.1.3 Hygienické a mikrobiologické požadavky	32
4 TECHNOLOGIE MLETÍ PŠENICE	35
4.1 PŘÍJEM PŠENICE	35
4.2 ČIŠTĚNÍ PŠENICE	36
4.3 MLETÍ PŠENICE	37
4.4 MÍCHÁNÍ MOUK A EXPEDICE	38
II PRAKTICKÁ ČÁST	40
5 CÍL PRÁCE	41
6 CHARAKTERISTIKA POUŽITÉ PŠENICE	42
6.1 SLEDOVANÉ PARAMETRY	42
7 METODIKA HODNOCENÍ KVALITY MOUKY	44

7.1	STANOVENÍ OBSAHU DUSÍKATÝCH LÁTEK (N-LÁTEK).....	44
7.2	STANOVENÍ OBSAHU MOKRÉHO LEPKU V SUŠINĚ	45
7.3	STANOVENÍ LEPKOVÉHO INDEXU – GLUTEN INDEXU	46
7.4	STANOVENÍ SEDIMENTAČNÍHO INDEXU – ZELENYHO TEST.....	46
8	VÝSLEDKY A DISKUSE	47
8.1	OBSAH DUSÍKATÝCH LÁTEK	47
8.2	OBSAH MOKRÉHO LEPKU V SUŠINĚ.....	50
8.3	OBSAH LEPKOVÉHO INDEXU–GLUTEN INDEXU.....	52
8.4	OBSAH SEDIMENTAČNÍHO INDEXU–ZELENYHO TESTU.....	55
8.5	VÝVOJ SLEDOVANÝCH PARAMETRŮ V PRŮBĚHU ROKU.....	58
	ZÁVĚR	61
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	63
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	69
	SEZNAM OBRÁZKŮ	70
	SEZNAM TABULEK.....	71

ÚVOD

Pšenice byla jednou z prvních domestikovaných rostlin a byla součástí lidské výživy po tisíciletí, pšenice byla historicky významnou surovinou a její význam pro lidstvo přetrval až do současnosti. V minulosti byla pšenice využívána především jako potravina pro lidskou výživu a krmivo pro hospodářská zvířata. V dnešní době je pšenice strategickou surovinou, je stále využívána pro lidskou výživu, krmivo pro zvířata, využívá se k průmyslovému zpracování a stala se i významným vývozním artiklem.

V ČR se spotřebuje kolem 1,2 miliónu tun potravinářské pšenice k mlýnskému zpracování. Pšeničná mouka je ze dvou třetin využívána na výrobu pečiva v pekárnách, zamrazovaného pečiva, výrobu oplatek, sušenek a výrobu snídanových cereálií. Zbytek mlýnské produkce je realizován ve spotřebitelském balení pro domácnosti.

Výroba pečiva v pekárnách má v ČR dlouholetou tradici a jako všechny obory i pekárenství se vyvíjí a směřuje k automatickému průmyslovému zpracování především při výrobě běžného pečiva. Průmyslová výroba vyžaduje mouky vyrovnané kvality v požadovaných jakostních parametrech, podmínkou je také dodržení požadavků legislativy na správnou provozní a výrobní praxi.

Požadavky zákazníků se zvyšují a je nutné dodávat pečivo ve stejné jakostní i smyslové kvalitě. Ze strany výrobců pečiva je kladen důraz na vyrovnanost kynutí těst, jejich pružnost, tažnost a u finálního výrobku je kladen důraz na objem pečiva, strukturu střídy, zachování čerstvosti. Tyto vlastnosti musí pečivu dodat mouka. Výrobci pšeničné mouky požadují po dodavatelích surovinu, která bude splňovat jakostní požadavky pekařů a navíc bude mít potřebné technologické vlastnosti. Pěstitelé pšenice žádají po šlechtitelích odrůdy, které splňují náročné požadavky mlynářů a navíc požadují, aby nové odrůdy pšenic byly zdravotně odolné, nepodléhaly výkyvům počasí, měly přijatelné agrotechnické požadavky a dávaly jistotu dobrého výnosu.

Diplomová práce je zaměřena na změny kvalitativních ukazatelů obsahu dusíkatých látek, obsahu mokrého lepku v sušině, gluten indexu a Zeleného testu v průběhu čtyř marketingových let 2008, 2009, 2010 a 2011 u potravinářských pšenic nakupovaných společností PENAM, a.s. do mlýna Kroměříž.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 HISTORIE PĚSTOVÁNÍ A MLETÍ PŠENICE

1.1 Historie pěstování pšenice

Podle archeologických nálezů začali lidé na Blízkém východě pěstovat rostliny v Neolitu, tj. přibližně mezi 10. a 9. tisíciletím př. n. l. Přechod k výrobě potravin urychlil vývoj lidské civilizace [1]. Lidstvo získává obiloviny cílevědomou činností z přírody, pšeničné zrna patří k nejstarším potravinovým zdrojům. K nejdéle pěstovaným kulturním rostlinám patří pšenice. Původní domovinou pšenice je jihozápadní Asie. Pěstování pšenice jednozrnky potvrdily nejstarší archeologické nálezy v Iránu datované kolem roku 6 500 př. n. l., z této oblasti byla pšenice importována a začala se pěstovat v 16. století v Americe a v 18. století v Austrálii [2,3].

Číňané považovali pšenici za zvláštní dar nebes, tato kulturní rostlina byla ve velké vážnosti také u Egyptanů, delta Nilu byla ve své době jedno velké pšeničné pole. Řekové pšenicí krmili koně a drůbež. Z dob starého Říma je znám popis dvou druhů pšenice [2,3].

Nejstarší archeologické nálezy z našeho území jsou z Neolitu asi 5 000 let př. n. l. Tyto nálezy dokládají, že Slované pěstovali jediný druh pšenice - pšenici obecnou, z ní byly v průběhu doby vyšlechtěny tisíce druhů a jejich počet se stále zvyšuje. Ostatní druhy pšenice jako jsou jednozrnka, dvouzrnka, špalda, pšenice polská a naduřelá se pěstují jen v omezené míře [1,4,5].

1.2 Význam pšenice

Pšenice setá (rod *Triticum*) je naší nejdůležitější obilninou. Ve světové produkci zaujímá vedle kukuřice a rýže největší osevní plochu, což je asi jedna třetina osevní plochy všech obilovin [5]. I v dnešní době jsou obiloviny jedním z nejdůležitějších donorů energie a proteinů. Pšeničná mouka je nenahraditelnou surovinou na výrobu kynutých pečárenských výrobků. Používá se na výrobu různých druhů pekařských, těstárenských, pečivárenských výrobků sušenek a oplatků, snídaňových cereálií a mnoha dalších výrobků. V současné době se zvyšuje také nepotravinářské využití pšenice. Pšeničné zrna je nedílnou součástí krmných směsí, je surovinou pro výrobu škrobu a ethanolu, může sloužit jako ekologické palivo [5,6]. Surovinou pro výrobu mouky na našem území je pšenice ozimá a pšenice jarní. Pšenice se také používá jako průmyslová surovina pro výrobu škrobu, lihu, piva a spe-

ciálních potravinářských výrobků. Krmná pšenice je důležitým sacharidovým krmivem pro hospodářská zvířata. Vedle přímého zkrmování pšenice se využívají i vedlejší mlýnské produkty - otruby, krmná mouka, klíčky. Tyto mlýnské krmné suroviny jsou přidávány do krmiv pro hospodářská zvířata. Pšeničná sláma je využívána jako stelivo pro hospodářská zvířata, nebo je přímo zaorána do půdy a slouží jako přírodní organické hnojivo. Dále se sláma využívá jako biopalivo [1,5,6].

1.3 Historie zpracování pšenice

Ve středověku byl na našem území používán k mletí pšeničného zrna ruční rotační mlýnek, jeho princip byl znám již od doby bronzové. Mlýnek byl složen ze dvou kruhových kamenů tzv. žernovů. Spodnímu kameni se říkalo ležák a vrchnímu běhoun. Průměr kamenů s otvorem ve středu mohl mít až 50 cm. Do středových otvorů se nasazovala dřevěná příčka, která sloužila k nastavení jemnosti mletí. Obilí se sypalo otvorem kolem příčky a propadávalo se na spodní žernov. Otáčením se zrno pšenice dostalo mezi třecí plochy mlecích kamenů a semílalo se. Za 20 minut se dal semlít 1 kg obilí [2,3,8].

Na Tibeře byl za císaře Augusta postaven první vodní mlýn. Vznik prvního vodního mlýna v Čechách není znám. První písemný záznam o větrném mlýně v Čechách je z roku 1277. Vodní mlýn na vrchní vodu byl vrcholem mlynářské mechaniky. Princip rotace kolem svislé osy umožnil nejen mletí, ale i pohon dalších strojů sloužících k broušení, válcování, lisování a mandlování [2,9].

Postupné vymílání tj. získávání čistší mouky opakovaným přemíláním meliva a jeho ručním proséváním na sítích různého provedení, je známo od 16. století. K účelu prosévání byly využívány i prosévací pytlíky s různě tkanou osnovou. Později tkané pytlíky nahradila žejbra - síta v rámech, která měla různou velikost ok a počet sít. Tato žejbrová síta byla později nahrazena hranolovými a následně rovinnými vysévači. Dosud jsou žejbra součástí reforem [2,9].

Výkon mlýna byl zvýšen zavedením parního stroje a především užitím elektrické energie. Vynálezem válcových stolic bylo dosahováno přesnějšího a efektivnějšího rozemílání zrní, zdokonalovaného postupnou automatizací mlecího procesu [3,9].

Rozvojem strojírenství a následnou automatizací byl technický rozvoj mlýnů znatelně ovlivněn. Mezinárodního věhlasu dosáhla ve své době česká firma Josef Prokop a synové

Pardubice. Pardubická firma se zabývala výrobou čistírenských a mlýnských strojů a zajišťovala i kompletní výstavbu mlýnů a turbín. Po roce 1948 firma nezvládla rozvoj mlýnského průmyslu a zaostala ve vývoji mlýnských strojů. V dnešní době jsou rekonstruované mlýny v ČR převážně vybaveny mlýnskou technologií od firmy Bühler, výroba mouk je řízena výpočetní technikou. Mlecí kapacita i automatizace celého mlecího procesu je v takových mlýnech nesrovnatelně větší. Provoz mlýna je optimálnější, přehlednější, efektivnější a odpovídá požadavkům na hygienickou nezávadnost výrobku [9,10].

1.4 Historie mlýna Kroměříž

Historické prameny uvádějí, že ve městě Kroměříž se za podzámeckou zahradou nacházel mlýn a byl poháněný vodou z řeky Moravy. Mlýn vyhořel a po požáru již nebyl znovu obnoven. Nový mlýn byl postaven v roce 1898 a měl výkon 140 tun za 24 hodin. Název nově vybudovaného mlýna byl První akciový cukrovar rolnický - Parní mlýn Kroměříž. Parní mlýn byl na tehdejší dobu plně automatizován a poháněn parním strojem. Mlýn však v roce 1924 částečně vyhořel, po požáru byl rekonstruován a znovu začal vyrábět. Zrekonstruovaný mlýn byl vybaven strojním zařízením firmy Josef Prokop a synové. Jeho výkon byl 70 tun pšenice a 30 tun žita za 24 hodin. Semelek mlýna byl omezen výší kontingentu 10 000 tun ročně. V roce 1950 přešel mlýn postupně do majetku Mlýnů a těstáren Pardubice. Semelek v roce 1955 dosahoval 25 000 tun ročně. V roce 1963 proběhla modernizace čistírny a výkon mlýna byl zvýšen na 50 000 tun ročně. V následujícím roce bylo rozhodnuto, že mlýn Kroměříž již nebude semílat žito, ale pouze pšenici a to výkonem 200 tun za 24 hodin. V sedmdesátých letech se stal mlýn Kroměříž součástí podniku Mlýnský průmysl Kyjov. Výroba malospotřebitelského balení byla spuštěna v roce 1971 a v roce 1978 byla balírna vybavena dvěma balíciemi poloautomaty. V roce 1989 byl mlýn privatizován a společnost nesla název Tritica spol. s r.o. Další rekonstrukci prodělal mlýn v roce 1996, během které byl vybaven strojním zařízením od firmy Bühler a byl plně automatizován. Celková denní kapacita mlýna je 220 tun za 24 hodin. Výroba je řízena počítačem. Modernizací byla zabezpečena vysoká kvalita výrobků. Další nemalé finanční prostředky firma investovala do mícháren mouk a skladových kapacit. Vybudována byla podjezdová sila na mouku v roce 1999, jejichž kapacita je 240 tun. Od 1. 1. 2000 se mlýn stal součástí firmy PENAM, a.s., která má své pobočky po celé Moravě. V roce 2002 byly vyměněny dřevěné zásobníky na mouku za kovové a zlepšil se systém míchání a homogenizace mouk. V roce 2007 byla

instalována automatická balička PBU 45 na spotřebitelská balení s kapacitou 75 taktů za minutu. V roce 2008 byly vybudovány nové plátěné zásobníky na balenou mouku a tím bylo odstraněno veškeré dřevo z technologie výroby. V roce 2009 byly postaveny nové podjezdové zásobníky na krmiva. V roce 2012 byla zbudována nová hala, do které byl instalován robot na pytlování výrobků a paletizační linka na spotřebitelské balení. Tyto investice zabezpečily, aby hotový výrobek firmy PENAM, a.s. plně vyhovoval požadavkům zákazníka a splňoval všechny požadavky kladené na výrobky z hlediska kvality, hygieny a bezpečnosti produktu [7,9,12,13].

2 SLOŽENÍ A KVALITA PŠENIČNÉHO ZRNA

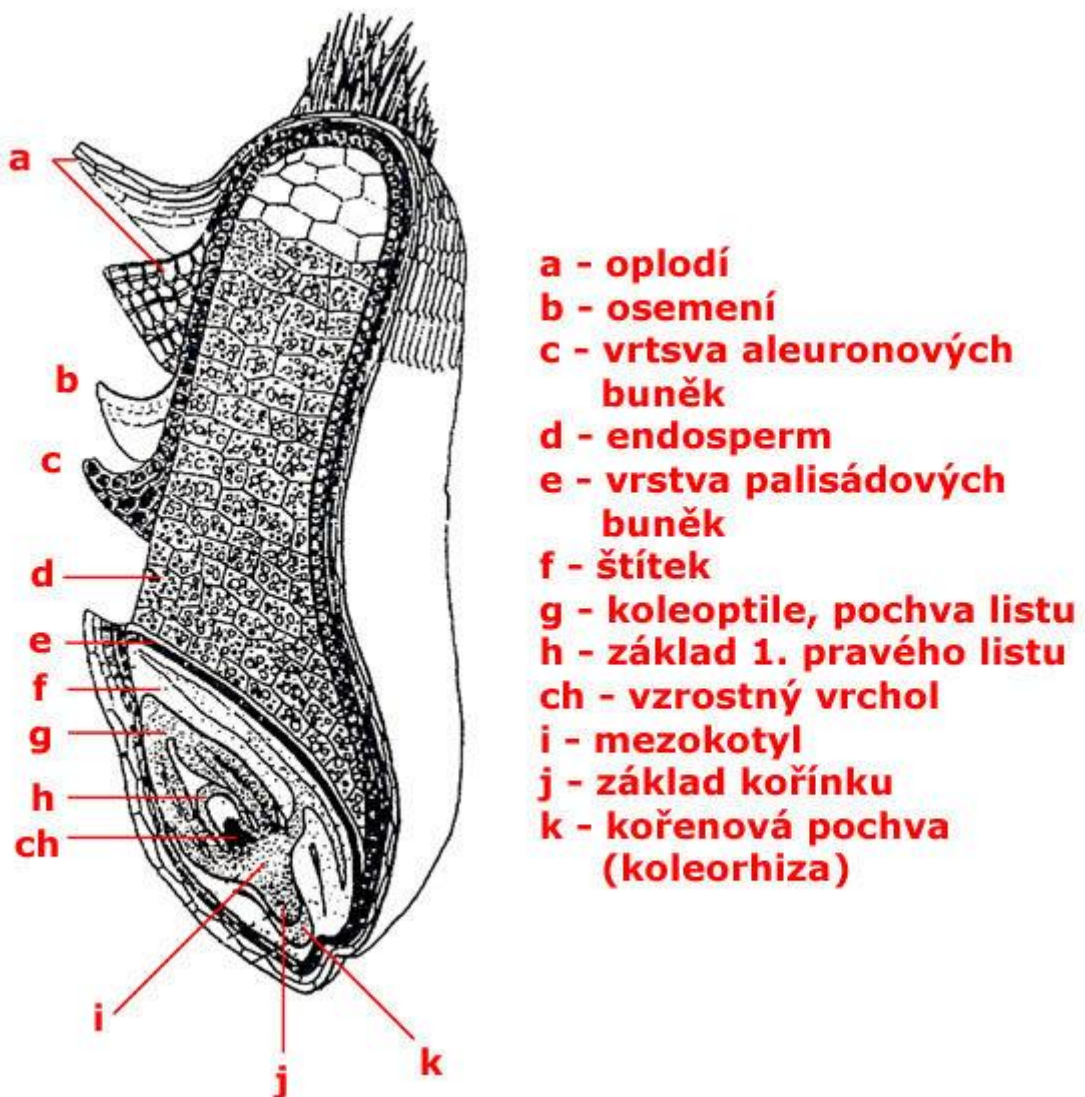
2.1 Morfologický popis pšenice

Morfologická skladba zrna všech obilovin je zhruba stejná. Zrna se liší především tvarem, velikostí a hmotnostním podílem jednotlivých vrstev [16]. Obilka se skládá z obalových vrstev, endospermu a klíčku. U jednotlivých odrůd pšenice je rozdílný hmotnostní podíl jednotlivých částí zrna a je závislý na odrůdě, hnojení, agrotechnice, půdních a klimatických podmínkách při pěstování [13,14].

Obalové vrstvy tvoří 8–14 % hmotnosti zrna. Obalové vrstvy se skládají z oplodí a osemení. Oplodí (perikarp) tvoří pokožka (epidermis), buňky podélné (epikarp), buňky příčné (mesokarp) a buňky hadicové (endokarp). Tyto nejvrchnější obalové vrstvy mají za úkol chránit zrno před mechanickým poškozením, krátkodobými účinky vody a škodlivých látek. Jsou proto tvořeny nerozpustnými a obtížně bobtnajícími materiály, především celulosou. Osemení (perisperm) je tvořeno vrstvou barevnou a hyalinní (skelnou). Tyto vrstvy určují vnější barevný vzhled zrna. Obsahují polysacharidické látky, které jsou schopné do jisté míry bobtnat a vázat vodu, čímž přispívají k udržování rovnováhy vlhkosti zrna. Všechny tyto obalové vrstvy tvoří houževnatou vrstvu, která při mletí zrna přechází do otrub [15,16].

Endosperm představuje 84–86 % hmotnosti zrna, je tvořen velkými hranolovitými buňkami a obsahuje především škrob a proteiny. Na rozhraní mezi obalovými vrstvami a endospermem je měkčí jednoduchá vrstva velkých buněk nazývaná aleuronová vrstva. Buňky aleuronové vrstvy obsahují vysoký podíl proteinů (cca 30 %), což je téměř trojnásobek obsahu endospermu. Tyto buňky mají vyšší obsah minerálních látek ze všech buněk zrna, proto při vymílání aleuronové vrstvy se výrazně zvyšuje obsah minerálií (popela) v mouce a mírně se také zvýší obsah proteinů [15,16].

Klíček tvoří nejmenší část obilky pouze 3 % hmotnosti pšeničného zrna. Klíček je oddělen od endospermu štítkem, který obsahuje 33 % proteinů. V klíčku je obsaženo mnoho živin, jelikož slouží jako zárodek nové rostliny (rostlinných pletiv a obilky), tyto živiny musí být pohotově k dispozici v době klíčení. Mimo jednoduchých sacharidů obsahuje klíček proteiny, aminokyseliny, vitaminy rozpustné ve vodě (hlavně vitamin B₁) a značné množství ve vodě nerozpustného vitamínu E. V klíčku jsou obsaženy rovněž lipidy [14,15,16].



Obr. 1. Anatomie obilky [17]

2.2 Chemické složení pšeničného zrna

Podíl hlavních chemických složek v jednotlivých částech zrna je velmi rozdílný. Poměr chemických složek závisí na odrůdě, klimatických podmínkách každého roku a lokalitě (především dešťové srážky, sluneční osvit, teplotní profil, nadmořská výška), kvalitě půdy a agrotechnice (zejména přihnojování a dodržení agrotechnických termínů) [15,16].

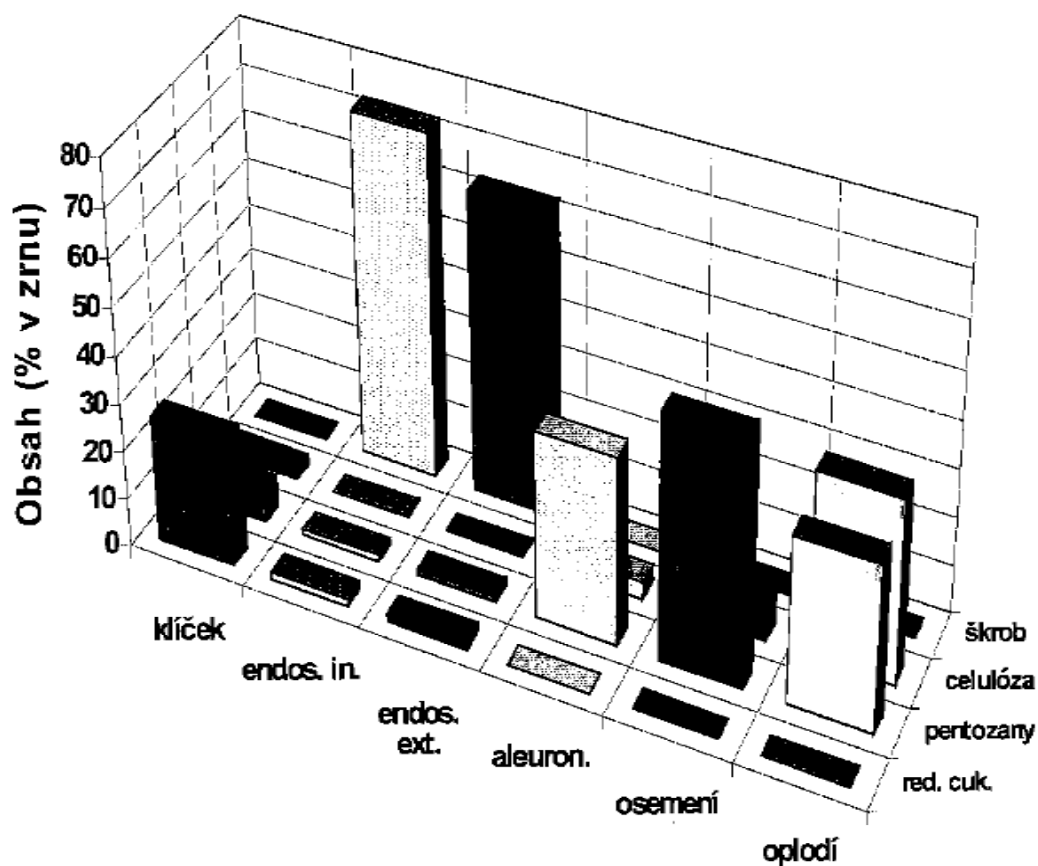
Základní složky ozimé pšenice:

- Sacharidy
- Proteiny

- Minerálie
- Lipidy
- Vlákna
- Vitaminy

2.2.1 Sacharidy

V obilném zrně lze nalézt různé druhy sacharidů od jednoduchých až po vysokomolekulární polysacharidy. Hmotnostní množství některých sacharidů dosahuje desítky procent, zatímco jiné jsou obsaženy v mikromnožství. Sacharidy tvoří nejpodstatnější podíl pšeničného zrna. Patří sem především škrob, celulóza, hemicelulózy, pentosany, slizy, monosacharidy, oligosacharidy. Sacharidy jsou součástí komplexů s lipidy a proteiny - glykolipidy a glykoproteidy [14,16].



Obr. 2. Obsah hlavních typů sacharidů v jednotlivých částech pšeničného zrna [14].

2.2.1.1 Monosacharidy

Monosacharidy jsou základní stavební jednotkou oligosacharidů a polysacharidů. Volně se vyskytují ve zralých pšeničných obilkách pouze v nepatrném množství a to především v klíčku. Monosacharidy vznikají v zelených rostlinách v procesu fotosyntézy, kdy dochází k jejich syntéze z oxidu uhličitého a vody, za současného uvolnění kyslíku. Sluneční záření poskytuje energii potřebnou k této reakci. Pšeničná mouka obsahuje maximálně 1–3 % monosacharidů. Nejčastěji zjišťované monosacharidy v % sušiny pšeničné mouky jsou glukosa 0,01–0,02 %, fruktosa 0,03–0,08 %. Kromě těchto monosacharidů se příležitostně vyskytují pentosy - arabinosa, xylosa, ribosa, dále v nepatrném množství jsou zastoupeny hexosy - galaktosa, manosa [14,15,16].

2.2.1.2 Oligosacharidy

V nepoškozeném, zralém a suchém zrně se oligosacharidy vyskytují v malém množství. Vyšší množství sacharosy je obsaženo v klíčku. Oligosacharidy jsou tvořeny molekulami monosacharidů a jsou vzájemně spojeny glykosidickými vazbami. Molekuly monosacharidů se vyskytují v cyklické formě a ke vzniku glykosidické vazby dochází kondenzací mezi –OH skupinou prvního uhlíku jedné glukosové jednotky s jednou z –OH skupin jiné jednotky monosacharidu. Vzniklá glykosidická vazba může být rozrušena hydrolyzou. Pro výslednou strukturu oligosacharidu je důležité, mezi kterými –OH skupinami reagujících monosacharidů glykosidická vazba vzniká a jaká je konfigurace uhlíku nesoucího hydroxyskupinu, která tvoří glykosidickou vazbu. Oligosacharidů existuje velké množství, pro pekařskou technologii jsou důležité především dva oligosacharidy a to **maltosa** (složená ze dvou molekul glukosy spojených vazbou α -1,4), **isomaltosa** (složená ze dvou molekul glukosy spojených vazbou α -1,6) [14,15,16].

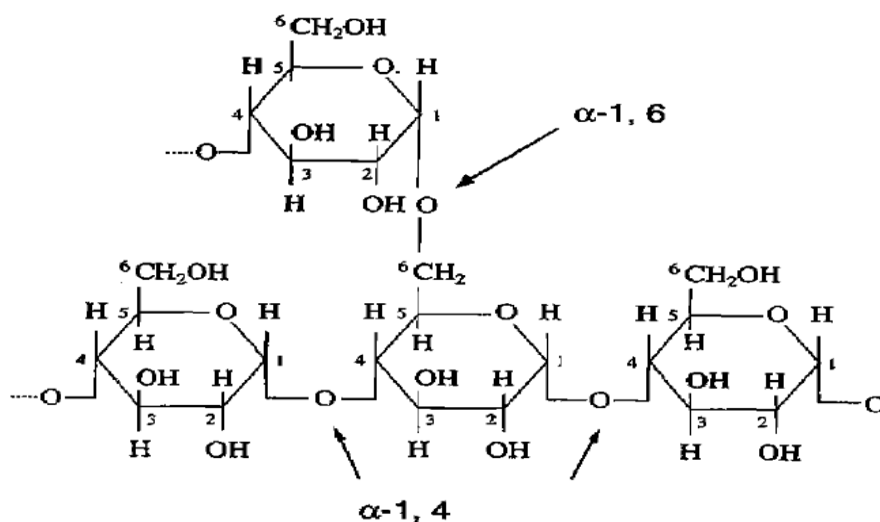
Maltosa vzniká jako produkt hydrolyzy škrobu a u narušeného škrobu se vyskytuje ve větší míře. K hydrolyze škrobu dochází často při předčasném klíčení zrna při deštivém a teplém počasí v období sklizně nebo při špatném skladování zrna. Vedle maltosy mohou jako výsledek velkého poškození škrobu být přítomny nízkomolekulární dextriny, které se podle své velikosti svými fyzikálními vlastnostmi více nebo méně blíží maltose. Vyšší obsah těchto dextrinů je příčinou nadměrné lepivosti těsta a snížení schopnosti škrobu trvale vázat vodu v pekařském výrobku. Toto má za následek ztrátu vláčnosti střídy pekařských výrobků až po krajní případy, kdy už se střída trhá a působí suchým dojmem [15,16].

2.2.1.3 Polysacharidy

Polysacharidy jsou z technologického hlediska vedle proteinů nejvýznamnější skupinou biopolymerů obilovin. Makromolekuly polysacharidů jsou v pšeničném zrně tvořeny většinou pouze jedním typem monosacharidů, méně často dvěma typy monosacharidů. Biochemická role polysacharidů v rostlině a v semenech se vymezuje na dvě základní funkce, funkci zásobní a stavební. Hlavním představitelem zásobních polysacharidů je **škrob**, který je zdrojem energie. Štěpením škrobu při metabolických procesech pokrývají rostliny značnou část svých energetických potřeb v období začátku růstu nové rostliny [14,15,16].

Škrob je obsažen v zrně pšenice v endospermu. Obsah škrobu kolísá podle odrůdy a je v rozmezí 60–75 % sušiny zrna. Škrob se skládá ze dvou frakcí **amylosy** a **amylopektinu**, tyto skupiny jsou tvořeny základními jednotkami glukosy. Uvádí se poměr obou frakcí 25 % amylosy a 75 % amylopektinu. Charakteristickými vlastnostmi těchto frakcí, které se využívají v pekařské technologii, je, že amylosa je rozpustná ve vodě za studena, a amylopektin pouze bobtná a není schopen vytvořit roztok [14,15,16].

V případě amylosy jsou molekuly glukosy spojeny téměř výhradně glykosidickou vazbou α -1,4, zatímco v amylopektinu se zakytují i glykosidické vazby α -1,6 (obr. č. 3).



Obr. 3. Znázornění glykosidických vazeb α -1,4 a α -1,6 [30].

Tyto vazby mají vliv na sekundární i terciární strukturu obou frakcí. Molekuly amylosy jsou lineárně řetězené molekuly glukosy a jsou prostorově tvarovány do šroubovice tzv. helixu. Helixy jsou dále uspořádány lineárně, zatímco molekuly amylopektinu jsou rozvětvené, k větvení řetězce dochází v místech výskytu vazby α -1,6. Předpokládá se, že vol-

né větve amylopektinu, kde se nachází obdobné lineárně spojené jednotky glukosy jako u amylosy, jsou také tvarovány do helixů [14,15].

Větším poškozením škrobové makromolekuly dojde k rozdělení vazeb mezi stavebními jednotkami monosacharidů a dojde k uvolnění vyššího množství redukujících sacharidů. Tento proces lze zjistit chemickými a fyzikálněchemickými metodami a na tomto principu je založeno stanovení poškození škrobu [15].

Polysacharidy obilných zrn se dělí zpravidla na škrob tzv. zásobní látky a skupinu neškrobových polysacharidů tzv. stavební látky. Stavební polysacharidy jsou základem buněčných stěn rostlin a tudíž nosnou kostrou rostlinných pletiv. Představitelem strukturních látek jsou **celulosa**, **hemicelulosa**, **lignin** aj. Tyto látky jsou většinou nerozpustné ve vodě, obtížně se rozpouštějí v kyselinách [9,15].

Homoglukan **celulosa** je vysokomolekulární polymer D–glukosových jednotek vázaných glykosidickými vazbami β –1,4. Celulosa tvoří velmi pevná vlákna, tvoří kostru rostliny a je součástí obalových vrstev semene, čímž chrání zrno pšenice proti mechanickému poškození, vlhkosti a nežádoucím mikroorganismům [15,16,19].

Hemicelulosa jsou v pšeničné mouce a jsou obsaženy v množství 1–3 %. Hemicelulosa jsou definovány jako ve vodě nerozpustné pentosany a jsou to necelulosové polysacharidy buněčných stěn rostlin, které vyplňují prostory mezi celulosovými vlákny [15,16,19].

Lignin se vyskytuje v pšeničném zrně v malém množství a to především ve stěnách lignifikovaných sekundárních buněk jako jsou aleuronové vrstvy a subaleuronové vrstvy buněk obilovin (otruby), které obsahují kolem 8 % ligninu [19].

2.2.2 Proteiny

Ze všech látek obsažených v pšeničném zrně mají největší význam proteiny a to z technologického, nutričního a krmivářského hlediska. V sušině pšeničného zrna kolísá jejich obsah od 8–20 %. V pšeničném zrně je zastoupeno všech 8 esenciálních aminokyselin: lysin 0,4 %, valin 0,5 %, leucin 0,8 %, isoleucin 0,4 %, fenylalanin 0,5 %, threonin 0,3 %, tryptofan 0,2 %. Množství proteinů je rozdílné v různých částech zrna, nejvyšší je v aleuronové vrstvě a v klíčku. Vyskytuje se ve formě metabolicky a geneticky důležitých látek jako jsou enzymy a nukleoproteiny. V endospermu ubývá obsah proteinů směrem do středu. Proteiny

endospermu přecházejí při technologickém zpracování do mouky a jsou hlavními nositeli technologických vlastností mouky [14,18].

Proteiny jsou biopolymery, jejich molekuly dosahují ohromných rozměrů. V přírodě existuje velký počet rozdílných proteinů, které se od sebe liší svými vlastnostmi a strukturou. Všechny proteiny jsou vystavěny shodným způsobem. Molekuly proteinu jsou tvořeny různě dlouhými řetězci aminokyselin spojených vzájemně peptidovou vazbou $-\text{CO}-\text{NH}-$ [15,18].

Nejčastěji se proteiny pšeničného zrna dělí podle rozpustnosti v různých rozpouštědlech.

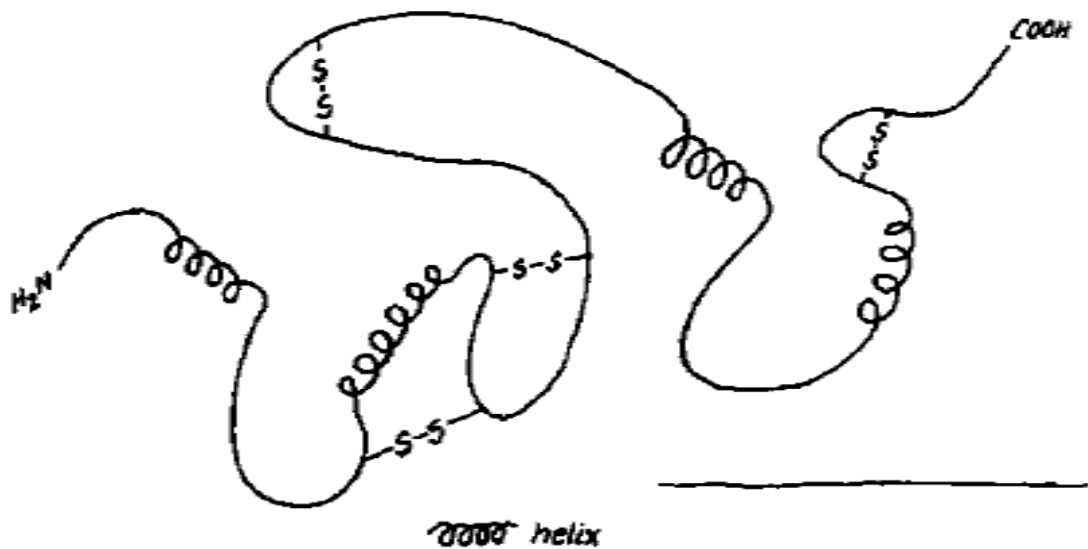
Na základě výše uvedeného se pšeničné proteiny dělí do čtyř skupin:

1. albuminy rozpustné ve vodě
2. globuliny rozpustné v roztocích solí
3. prolaminy rozpustné v 70% etanolu (u pšenice nazývané gliadiny)
4. gluteliny z části rozpustné ve zředěných roztocích kyselin a zásad (u pšenice nazývané gluteniny)

Albuminy a globuliny se označují jako proteiny rozpustné, gliadiny a gluteniny se označují jako proteiny lepku. Obsah lepkových proteinů činí přibližně 80 % z veškerých proteinů zrna a v těstě tvoří tažný a elastický hydratovaný gel složený ze dvou vysokomolekulárních podílů:

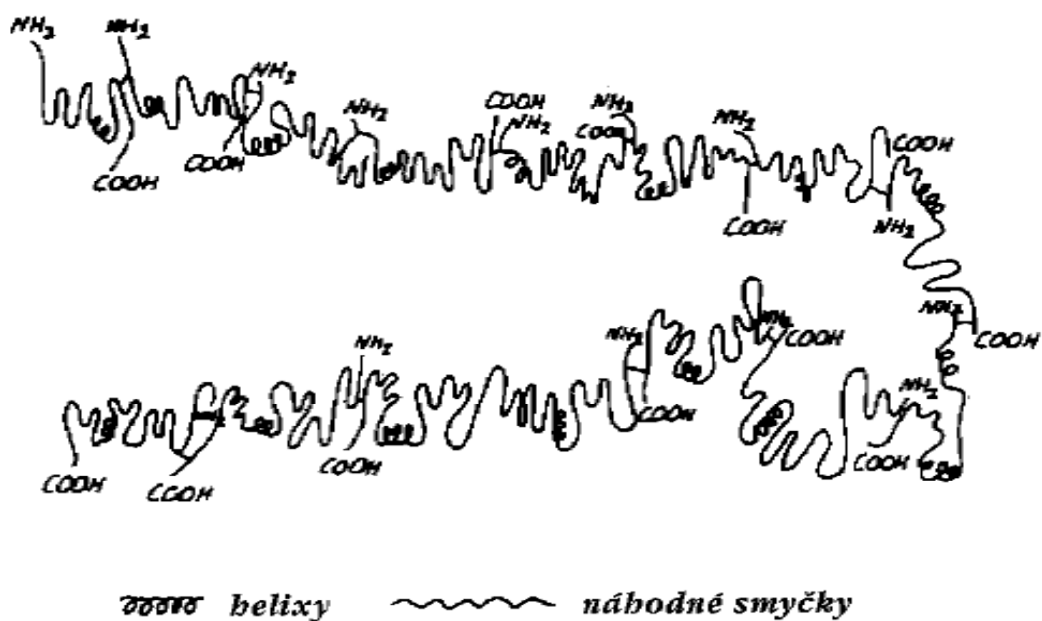
- gliadinu s nižší molekulovou hmotností (obvykle 60 – 80 kDa), který má charakter sirupovité hmoty a dodává lepkovému komplexu tažnost
- gluteninu s vysokomolekulární hmotností (obvykle 2 000 kDa), který má vláknitou strukturu a dodává lepkovému komplexu pružnost

Struktura gliadinu je na obr. 4. Předpokládá se, že gliadin je jeden spojitý řetězec proteinů, tvořený z části úseky helixů a z části náhodnými ohyby. Helixy jsou udržovány vodíkovými vazbami, kterých je velké množství, ale jednotlivě nemají velkou pevnost. Ohyby řetězce jsou drženy pevnými disulfidickými vazbami, které může vytvářet aminokyselina cystein, pokud se dostanou do blízkosti její dvě jednotky ať již v rámci jednoho řetězce nebo u dvou sousedních řetězců [15,16,18].



Obr. 4. Představa struktury gliadinu [14]

Glutenin je naopak uváděn jako složitý komplex tvořený mnoha řetězci různé velikosti. Struktura gluteninu je na obr. 5. Nízkomolekulární řetězce jsou uvnitř také udržovány disulfidickými vazbami, ale navenek jsou s ostatními řetězci spojeny kromě toho vodíkovými vazbami a udržovány hydrofobními silami. Vysokomolekulární složky jsou spojeny dvěma druhy disulfidických vazeb: intrařetězcové podobně jako gliadin a interřetězcové, které udržují pevnou a pružnou strukturu [14,16].



Obr. 5. Představa struktury gluteninu [14]

Pšeničné gliadiny a gluteniny bobtnají pouze omezeně, ale za současného přidání energie ve formě mechanické práce - hnětení těsta a za přítomnosti kyslíku vytvoří pevný, ale zároveň pružný gel, který se nazývá **lepek**. Pšeničná mouka je v podstatě rozemletý endosperm. Při smíchání mouky s vodou a vzájemném prohnětení dochází ke vzniku lepku a ten tvoří vlastní kostru těsta. Lepek dává pšeničnému těstu jedinečné vlastnosti tažnost a pružnost [15,16].

V pšeničném lepku existuje kromě chemických disulfidických vazeb v gluteninové makromolekule řada dalších vazeb. Nejpočetnější jsou vodíkové vazby mezi volnými skupinami bez nábojů ($-OH$, $-NH_2$), které jsou velmi slabé, ale vzhledem k jejich velkému počtu významně stabilizují strukturu v těstě. Zároveň tyto vazby umožňují poměrně snadnou mobilitu vazeb při vnějších působeních na těsto a při jeho tvorbě a zpracování. Dalším typem jsou vazby iontové mezi kyselými a zásaditými skupinami aminokyselin. Kyselé skupiny jsou u kyselin glutamové a asparagové, zásadité skupiny jsou u lysinu, histidinu, argininu a tryptofanu. Početně je iontových vazeb mnohem méně než vazeb vodíkových. Při přiblížení dvou sousedních hydrofobních řetězců aminokyselin se vytváří hydrofobní vazby na bázi Van der Waalsových sil. Těchto vazeb se mohou zúčastnit valin, leucin, isoleucin, alanin, tyrosin, fenylalanin, cystein, cystin, prolin, methionin a glycin. Taktéž tyto vazby nejsou pevné a jsou snadno mobilní. Za podmínky, že je protein ve vodě, uplatňují se hydrofilní síly, které může tvořit glutamin, asparagin, serin a threonin. Při vytváření terciární struktury pšeničných proteinů se v různém rozsahu uplatňují všechny uvedené síly, ale prvotně jsou prostorové možnosti vytvoření struktury určeny sekvencí jednotlivých aminokyselinových jednotek a jejich zastoupení v molekule. Vypraný lepek se skládá v průměru z 90 % proteinu, 8 % lipidů a 2 % sacharidů. Z ostatních obilovin podobný lepkový gel vyprat nelze [14,16,18].

2.2.3 Minerálie

Souhrnně se označují tyto látky jako „popel“, to znamená anorganický zbytek po spálení organického materiálu. Obsah popela se v celých zrnech pohybuje v rozmezí 1,25–2,5 % v závislosti na odrůdě, obsahu živin v půdě a podmínkách v průběhu vegetace. Koncentrace popela je nejvyšší v podobalových vrstvách a nejnižší v endospermu. Obsah popela vzrůstá se stupněm vymletí. Zrno obsahuje ve 100 g sušiny asi 450 mg fosforu, 380 mg draslíku, 160 mg síry, 140 mg hořčíku, 60 mg vápníku, 30 mg sodíku, 5 mg železa, 4,5 mg

manganu, 3 mg zinku, 2,5 mg bóru, 0,7 mg mědi, v nepatrných dávkách ještě další minerální prvky. Minoritní složky jsou kyselina fytová, cholin a kyselina para-aminobenzoová. V popelu se často objevují i minerální kontaminanty, zejména těžké kovy olovo, rtuť, kadmium [14,16,18].

2.2.4 Lipidy

Lipidy tvoří malý podíl obilného zrna 1,5–3 % hmotnosti zrna. Lipidy jsou obsaženy především v klíčku a aleuronové vrstvě. Lipidy chlebových obilovin jsou nažloutlé olejovité kapaliny, které obsahují nasycené mastné kyseliny v množství 18–25 %, kyselinu olejovou 16–18 %, kyselinu linolovou 48–57 % a kyselinu linolenovou cca 5 %. Lipidy obsažené v obilce nemají větší technologický význam (klíčky jsou před mletím odstraňovány). V případě nevhodného skladování, však může dojít k jejich hydrolyze a nežádoucímu zvyšování kyselosti mouky. Z fosfatidů jsou přítomny především fosfatidylcholin (lecitin) a fosfatidyletanolamin (kefalin). Štěpením fosfatidů se uvolňuje kyselina fosforečná a mastné kyseliny, což má také za následek zvýšení kyselosti. Oxidační změny lipidů pak způsobují nežádoucí zhoršení sensorických vlastností - žluknutí. I pro pekárenskou technologii jsou lipidy důležité. Nenasycené mastné kyseliny např. ovlivňují vzájemné přeměny disulfidických a sulfhydrylových skupin proteinů a tím i reologické vlastnosti těsta [14,15,18].

2.2.5 Vlákna

Vlákna je tvořena sacharidy, které jsou rezistentní k trávení a absorpci v lidském tenkém střevě s kompletní nebo částečnou fragmentací v tlustém střevě. Vlákna je tvořena polysacharidy, oligosacharidy, ligninem a příbuznými rostlinnými látkami. Rozděluje se na rozpustné a nerozpustné frakce. Rozpustné jsou celulosy, nerozpustné jsou hemicelulosy a lignin. Do rozpustných frakcí se zahrnuje pektin, rozpustné hemicelulosy, do nerozpustných frakcí zahrnujeme nestravitelné oligosacharidy, gummy a vosky, rostlinné slizy [15,18].

2.2.6 Vitaminy

V zrně pšenice potravinářské se vyskytují vitaminy důležité pro výživu člověka i hospodářských zvířat. Ve 100 g sušiny se obvykle nachází 0,45 mg thianinu, 0,15 mg riboflavinu, 5,0 mg niacinu, 1 mg kyseliny pantotenové, 0,4 mg pyridoxinu, 0,15 mg kyseliny listové, 0,015 mg biotinu, 3,0 mg tokoferolů, a 0,01 mg provitaminu A-karotenu. Podle

statistických údajů pokrývají cereálie (u nás především právě pšenice) denní potřebu thiaminu z 30 %, riboflavinu z 15 %, niacinu (kyseliny nikotinové a nikotinamidu) z 25 %. Endosperm je na vitaminy chudý. Vitaminy jsou v obilovinách soustředěny v klíčku a aleuronové vrstvě, protože však tyto části při mlýnském zpracování přecházejí do otrub a krmné mouky, jsou světlé mouky určené pro výživu člověka o vitaminový podíl ochuzené. Úbytek vitaminů může, dle stupně vymletí, představovat i více než polovinu původního obsahu těchto látek v zrně [16,18].

3 KVALITATIVNÍ UKAZATELE A JEJICH HODNOTY DLE NÁKUPNÍ PODNIKOVÉ NORMY (PN)

Kvalitativní ukazatele pro nákup pšenice k mlýnskému zpracování se odvíjí od požadavků odběratelů na mouku. Parametry pšenice se stanoví podle toho, pro jaký druh výrobku je surovina určena.

Pšenice z pohledu zpracovatele je vnímána jako surovina pro danou výrobní činnost. Dá se obecně říci, že v České republice je pšenice používána k těmto účelům:

- a) pšenice pro potravinářské účely
- b) pšenice pro krmné účely
- c) pšenice pro technické výroby

ad a) Pšenice pro potravinářské účely se mohou rozdělit podle zpracování mouky:

- pekařské zpracování - výroba kynutých těst
- pečivářské zpracování - výroba oplatků a sušenek
- těstářské zpracování - výroba těstovin
- výroba zmrazovaného pečiva

ad b) Pšenice pro krmné účely:

- výroba krmných směsí

ad c) Pšenice pro technické účely:

- výroba lihu
- výroba škrobu

Nákup pšenice potravinářské je prováděn dle legislativních požadavků ČSN 46 1100–2 (2001) a ČSN 46 1100–3 (2001). Dále podle požadovaných parametrů, které nejsou uvedeny v ČSN, ale jsou uvedeny v podnikové normě PN–M–51 (2012). Podniková norma rozděluje požadované kvalitativní parametry a jejich hodnoty do skupin A, B, C tak, aby výsledná zámelová směs namíchaná z nakoupené potravinářské pšenice měla optimální průměrné kvalitativní parametry, které odpovídají požadavkům na výrobek. Takto připravená zámelová směs zaručí po semletí požadované jakostní parametry mouk [20,21,22].

3.1 Základní rozdělení kvalitativních parametrů

Základní rozdělení parametrů na potravinářskou pšenici vychází z požadavku na zdravotní nezávadnost, technologickou jakost pro zpracování výrobcem a technologickou jakost dle požadavků odběratele na výsledný produkt. Jednotlivé požadavky na surovinu - pšenici potravinářskou jsou rozděleny do kategorií:

1. Senzorické požadavky
2. Fyzikálně chemické požadavky
3. Hygienické a mikrobiologické požadavky

3.1.1 Senzorické požadavky

Jednotlivé požadované znaky sensorických parametrů jsou charakterizovány následovně:

<i>požadavek</i>	-	parametr normy
<i>metodika</i>	-	uvedena metodika, dle které je parametr hodnocen
<i>četnost</i>	-	popis, jak často je jednotlivý parametr hodnocen
<i>popis</i>	-	stručný popis požadovaného výsledku sensorické zkoušky

Senzorickým parametrem je **barva**, která je stanovována dle metodiky ČSN 46 1011–2 (2001). Při příjmu suroviny se hodnotí každá dodávka, barva pšenice musí být nažloutlá, nesmí obsahovat zrna naplesnivělá a plesnivá, porostlá, s černou špičkou spálenou při sušení nebo jinak poškozená [20,22].

Pach je dalším sensorickým ukazatelem, hodnotí se dle ČSN 46 1011–2 (2001). Hodnotí se každá dodávka, která musí mít přirozený pach, bez cizích pachů, nesmí obsahovat hnilobný, plísňový, kvasný, zatuchlý, chemický, žluklý nebo kyselý zápach [20,22].

Smyslově se posuzuje **chut'** dle ČSN 46 1011–2 (2001), na chuť se kontroluje jednotlivá dodávka. Chuť má být bez cizí příchuti [20,22].

Výskyt **škůdců** je hodnocen dle ČSN 46 1011–3 (2001), surovina nesmí obsahovat škůdce v jakémkoli stadiu vývoje (živí či mrtví) [21,22].

Senzorické hodnocení provádí pracovník mlýna z odebraného vzorku. Pracovník je držitelem certifikátu o složení sensorických zkoušek. Žádný z výše uvedených znaků nesmí být při příjmu pšenice potravinářské porušen. Přijetím nevyhovující pšenice potravinářské by

došlo ke kontaminaci výrobku. Na hotový výrobek jsou kladeny stejné senzorické požadavky [22].

3.1.2 Fyzikální a chemické požadavky

Fyzikální a chemické vlastnosti se hodnotí u každé dodávky nebo z průměrného návozu za den. Jednotlivé parametry se hodnotí na laboratorních přístrojích. Laboratorní přístroje se pravidelně kalibrují na výsledky standardních metod a správnost jejich měření se ověřuje kruhovými testy.

Fyzikálně chemické parametry jsou u jednotlivých požadovaných znaků specifikovány následovně:

<i>požadavek</i>	-	parametr normy, jednotka
<i>metodika</i>	-	uvedena metodika, dle které je parametr hodnocen
<i>četnost</i>	-	popis, jak často je jednotlivý parametr hodnocen, pokud není uvedeno jinak, hodnotí se každá dodávka
<i>popis</i>	-	stručný popis parametru, důvod jeho sledování
<i>hodnoty</i>	-	popsány jsou minimální nebo maximální limity hodnot jednotlivých parametrů rozdělených podle kvalitativních skupin A, B nebo C, které jsou požadovány podnikovou normou.

Vzorkování (jako zrno) se provádí dle ČSN EN ISO 24 333 (2010), hodnotí se souhrnný vzorek pšenice odebraný z každé dodávky [22,23].

Příměsi se uvádějí v hmotnostních procentech a jsou stanovovány dle LM–M–4 (2010). Množství příměsí signalizuje stupeň znečištění přijímané suroviny. Toto znečištění je organického původu a ukazuje na množství poškozených zrn, které mohou být kontaminovány nebezpečnými mikroorganismy. Dále tento ukazatel hovoří o příměsích typu různých semen rostlin. Stanoveny jsou maximální hodnoty jednotlivých kategorií dle PN–M–51 (2012) A: 3,0 %; B: 3,0 %; C: 4,0 % [22,24].

Nečistoty se stanovují v hmotnostních procentech a hodnotí se podle LM–M–4 (2010). Úkolem tohoto parametru je odhalit anorganické a fyzikální znečištění vstupní suroviny. Tyto nečistoty jsou mechanicky odstraňovány v průběhu čištění vstupní suroviny, vzniklý

odpad tvoří ztrátu na výtěžnosti mlecího procesu pšeničného mlýna. Norma uvádí maximální hodnoty A: 0,3 %; B: 0,5 %; C: 0,5 % [22,24].

Vlhkost se stanovuje v hmotnostních procentech dle metodiky ČSN ISO 7700–1 (1993), ČSN EN ISO 712 (2010). Hodnocený parametr udává obsah vody v surovině. Je to ukazatel kvality suroviny a má také vliv na ekonomiku výroby. Vlhkost u suroviny nesmí být překročena z důvodu možnosti působení hnilobných mikroorganismů a vzniku plísní. Pokud je vstupní vlhkost suroviny vyšší, než 14,5 % musí být surovina zpracována co nejdříve, aby při skladování nedošlo ke kontaminaci suroviny plísněmi a aby nedošlo k pomnožení nežádoucích mikroorganismů. Vlhkost má vliv na výtěžnost mlýna, vysoká vlhkost zrna omezuje příjem technologické vlhkosti, výsledkem je špatná vymílatelnost a zvýšený popel ve finálním výrobku. Z ekonomického hlediska je vhodná vlhkost suroviny 12–13 %, tato vlhkost dovoluje surovinu maximálně nakropit z technologického hlediska a tím získat výstupní vlhkost na moukách kolem 14,5 %, což vyhovuje i zpracovatelům. Maximální hodnoty při příjmu jsou stanoveny A: 14 %; B: 14 %; C: 14,5 % [22,25,26].

Objemová hmotnost je stanovovaná v kilogramech na hektolitr, hodnocená dle ČSN EN ISO 7971–3 (2010). Objemová hmotnost v kilogramech na hektolitr je ukazatelem mlynářské jakosti v návaznosti na výtěžnost mouky a také ovlivňuje kvalitu výroby a ekonomiku výroby. Objemová hmotnost má vliv na výtěžnost, pod 74,0 kg/hl vznikají technologické problémy. Surovina obsahuje velké množství malých zrn a mlecí válce nepracují optimálně. Drobná zrna nejsou dostatečně na mlecích stolicích rozrušena a obsahují malé množství jádra. Uvedeny jsou minimální hodnoty podle PN pro jednotlivé skupiny A: 80,0 kg/hl; B: 78,0 kg/hl; C: 76,0 kg/hl [22,27].

Číslo poklesu se udává v sekundách a stanovuje se podle ČSN EN ISO 3093 (2011). Hodnocení čísla poklesu odhaluje poškození škrobu v endospermu pšeničného zrna hydrolytickými enzymy, syntetizovanými v zrně v důsledku startu procesu klíčení zrna v klasu, vlivem nadměrné vlhkosti při sklizni. Číslo poklesu závisí na činnosti alfa-amylasy, která svou činností způsobuje snížení viskozity suspenze šrotu. Zpravidla bývá poškozena i lepková struktura. Nízké číslo poklesu snižuje pekařskou kvalitu zeslabením pružnosti střídy pečiva. Číslo poklesu určuje kvalitu škrobu, díky jeho porušení dochází k následné roztekavosti v těstě. Limitující spodní hranice je pro samostatné zpracování 190 sekund, pro míchání je spodní hranice 140 sekund a horní hranice 350 sekund. Stanovené hranice hodnot dle PN jsou A: 350/230 s; B: 230/200 s; C: 200/170 s [22,28].

Dusíkaté látky jsou uváděné v hmotnostních procentech a jsou hodnoceny podle PN 252/95 (1995). Stoupající obsah dusíkatých látek má pozitivní vliv na vlastnosti těsta a objem pečiva. Mezi obsahem dusíkatých látek a kvalitou lepkového komplexu nemusí být vždy lineární závislost. Pokud není při výkupu hodnocena kvalita lepku, ale pouze obsah dusíkatých látek, jsou některé kvalitní potravinářské odrůdy pšenice poškozovány a naopak zvýhodňovány odrůdy, které mají vyšší obsah dusíkatých látek s nízkou potravinářskou kvalitou. Zpracovatelé pšenice potravinářské sledují obsah dusíkatých látek, ale více pozornosti věnují obsahu mokrého lepku jako takovému a jeho kvalitě. Minimální hodnoty A: 13 %; B: 12 %; C: 11 % [22,29,30].

Mokrý lepek v sušině se uvádí v hmotnostních procentech a stanovuje se podle ČSN 46 1011–9 (1998) ručně praný lepek, PN 235/93 (1993) pro lepek praný na přístroji Glutomatic. Sledovaný parametr lepek je kvalitativní ukazatel, který určuje množství mokrého lepku v surovině a vztah k objemové výtěžnosti chleba, rohlíků a soudržnost těstovin. Mokrý lepek je ve vodě nerozpustný podíl pšeničných proteinů získaných vypráním těsta připraveného ze šrotu a roztoku chloridu sodného a zbaveného přebytečné vody. Za mokrý lepek se považují všechny složky získané z prohněteného těsta jeho vypráním vodou. Uvedeny jsou minimální hodnoty mokrého lepku v sušině, první hodnota je pro ručně praný lepek, hodnota za lomítkem je pro lepek praný na přístroji glutomatic A: 28/31 %; B: 26/29 %; C: 23/26 % [22,31,32].

Gluten index je uváděn v hmotnostních procentech stanovovaný dle PN 235/93 (1993). Gluten index je kvalitativní indikátor, jenž určuje kvalitu lepku i vlastnosti těsta. Gluten index je měřítkem jakosti mokrého lepku, kterým se posuzuje, zda je lepek slabý, normální nebo silný. Nízké hodnoty poukazují na slabý lepek, který tvoří volné těsto, které nedrží tvar pečiva a roztéká se. Uvedeny jsou minimální hodnoty A: 70 %; B: 55 %; C: 40 % [22,31].

Zelenyho test se stanovuje v mililitrech, ukazatel je hodnocený podle PN 252/95 (1995). Tento ukazatel hodnotí kvalitu proteinů, konkrétně schopnosti lepkového komplexu zvětšovat svůj objem. Principem je bobtnání pšeničných proteinů v organické kyselině (mléčné, octové). Výrazně odrůdový znak, umožňuje zjistit odrůdy se špatnými viskoelastickými vlastnostmi lepkové proteiny, což se projeví při kynutí těsta. Nízké hodnoty Zelenyho testu signalizují malý objem pečiva. Pro mlynáře a pekaře sledovaný znak, pokud Zelenyho test klesne pod 30 ml, je vhodné provést pekařský pokus a ten stanoví, zda je pšenice použitel-

ná pro výrobu pekařské mouky. Požadovány jsou minimální hodnoty A: 40 ml; B: 35 ml; C: 30 ml [22,29].

Deformační energie uváděná v joulech, hodnocená podle metodiky ČSN EN ISO 27971 (2009). Četnost stanovení z průměru denního návozu. Deformační energie W , nízká a vysoká deformační energie v surovině se dá ovlivnit velmi málo a to jen chemicky. Je to velmi důležitý ukazatel pro tvorbu těsta především jeho struktury při procesu kynutí. Správné hodnoty je třeba docílit mícháním suroviny nebo výběrem vhodných odrůd. Optimální hodnoty deformační energie pro pekaře jsou 200–220 J a dobrá energie je i 190–230 J. Pod hodnotu 190 J je menší objem pečiva nad hodnotu 230 J je pečivo moc objemné. Výrobci sušenek a oplatků požadují mouky s deformační energií 90–140 J na výrobu oplatků a 140–190 J na výrobu sušenek. Pro pšenici potravinářskou jsou stanoveny tyto maximální a minimální hodnoty A: 250/220 J; B: 210/180 J; C: 170/150 J [22,33].

Poměrové číslo stanovované dle ČSN EN ISO 27971 (2009). Poměrové číslo P/L, nízké nebo vysoké poměrové číslo do 0,4 a nad 1,4 v pšenici se dá ovlivnit velmi málo a to jen chemickou cestou. Správné hodnoty lze docílit jen mícháním suroviny nebo nákupem vhodné odrůdy. Je to velmi důležitý ukazatel, který napovídá o tažnosti a pružnosti lepku. Čím větší je P/L, tím je lepek méně tažný a méně pružný. Pekaři požadují u mouky na kynutá těsta poměrové číslo v rozmezí 0,6–1,1. Pod 0,6 se těsto roztéká a nad 1,3 jsou těsta tuhá a špatně zpracovatelná. Výrobci sušenek a oplatků vyžadují poměrové číslo v rozmezí 0,35–0,55 na oplatky a v rozmezí 0,55–0,9 na sušenky. Uvedeno je minimální a maximální A: 0,45–1,0; B: 0,45–1,0; C: 0,45–1,2 [22,33].

3.1.3 Hygienické a mikrobiologické požadavky

Surovina musí odpovídat mikrobiologickým požadavkům dle vyhlášky MZd č. 305/2004 Sb., kterou se stanoví druhy kontaminujících a toxikologicky významných látek a jejich přípustné množství v potravinách, vyhlášece MZd č. 305/2004 Sb., kterou se stanoví druhy kontaminujících a toxikologicky významných látek a jejich přípustné množství v potravinách. Nařízení komise (ES) č. 1881/2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách. Dále musí splňovat Nařízení komise (ES) č. 420/2011, kterým se mění Nařízení (ES) č. 1881/2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách a nařízení komise (ES) č. 2073/2005, o mikrobiologických kritériích pro potraviny ve znění nařízení č.1441/2007/ES, Nařízení

365/2010/ES a nařízení 1086/2011/EU [34,35,36,37,38,39,40]. U mikrobiologických požadavků na nakupovanou surovinu je u jednotlivých požadovaných znaků uvedeno:

Tab. 1. Povolené hodnoty kontaminujících látek [22].

kontaminant	množství	hodnota	četnost zkoušek	metodika
kadmium	NPM mg/kg	0,1	1 x ročně	Akreditovaná laboratoř
olovo	NPM mg/kg	0,2		
<i>aflatoxiny B₁</i>	NPM mg/kg	0,002	1x ročně	Akreditovaná laboratoř
suma <i>aflatoxinů B₁, B₂, G₁, G₂</i>	NPM mg/kg	0,004		
<i>Zearalenon</i>	NPM mg/kg	0,075		
<i>Ochratoxin A</i>	NPM mg/kg	0,003		
<i>Deoxinivalenol (DON)</i>	NPM mg/kg	0,75		
GMO	Surovina pro výrobu - pšenice potravinářská nesmí obsahovat geneticky modifikované organismy			

NPM - nejvyšší přípustné množství kontaminující látky, při překročení je potravina a potravinová surovina vyloučena z oběhu.

NMH - nejvyšší mezní hodnota znamená nepřijatelně vysokou míru rizika ohrožení zdraví lidí, zdravotní závadnost nebo zkažení potravin a její nepoužitelnost pro účely lidské výživy. Překročení NMH znamená, že se jedná o potravinu zdravotně závadnou.

Rozbory u příjmu suroviny se provádí dle uvedených četností v tabulce 1. a 2. v akreditovaných laboratořích Odběr vzorků potravinářské pšenice pro analýzy kontaminujících látek se provádí jedenkrát ročně z průměrného denního návozu od jednotlivého dodavatele.

Stejný rozsah analyzovaných hodnot je požadován i od dodavatelů jedenkrát ročně z jednotlivých skladů. Dodavatelé suroviny musí deklarovat vhodnost suroviny pro výrobu mouky pro lidskou spotřebu a uvádět, jakými chemickými přípravky byla pšenice ošetřena v průběhu skladování. Dodavatelé jsou povinni deklarovat, zda je dodávaná surovina v ČR.

Tab. 2. Povolené hodnoty kontaminujících látek [22].

kontaminant	NMH na g (ml)	četnost zkoušek	metodika
<i>Bacillus cereus</i>	10^5	1x ročně	akreditovaná laboratoř
Koagulázopozitivní stafylokoky (<i>Staphylococcus aureus</i> a další druhy)	10^5		
Koliformní bakterie	10^3		
Plísně	10^4		

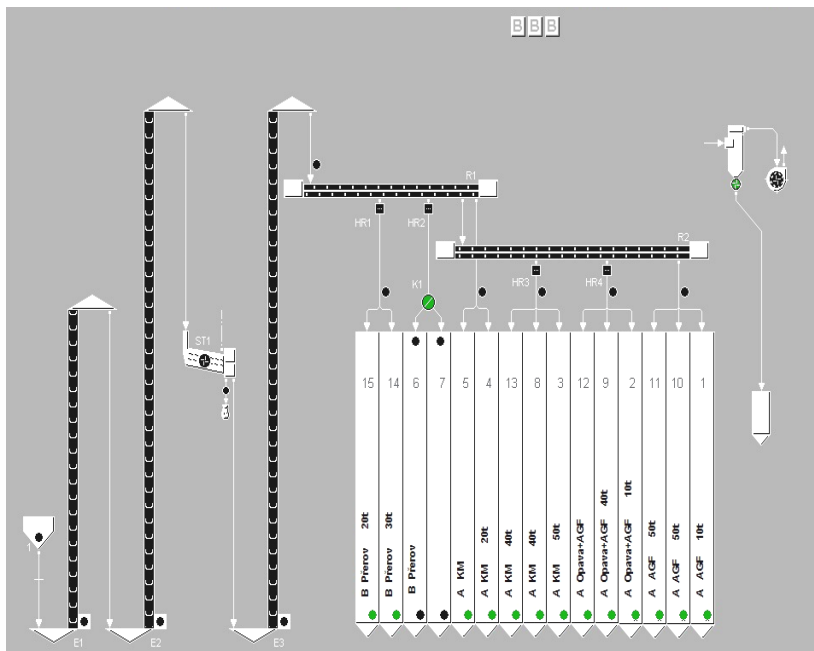
Potravinářská pšenice je použita do výroby pokud jsou splněny všechny požadavky, které zaručují, že výsledné mlýnské produkty budou odpovídat Zákonu č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích, v úplném znění Zákona č. 224/2008 Sb. v platném znění, Zákonu č. 91/1996 Sb., o krmivech, ve znění pozdějších předpisů v platném znění a Vyhlášce č. 333/1997 Sb., kterou se provádí § 18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta, ve znění pozdějších předpisů [41,42,43,44].

4 TECHNOLOGIE MLETÍ PŠENICE

Technologie zpracování zrna je tvořena několika standardními kroky, které se v principu ani během staletí nezměnily. Principem stále zůstává rozrušení obalové slupky zrna a prosévání rozemleté obilné hmoty na sítěch za přispění proudu vzduchu. Mlecí kameny nahradily mlecí válce ve válcových stolicích. Vývojem vědy a techniky se změnil používaný materiál, zvýšil se výkon, efektivita i kvalita mlecího procesu. Celý proces výrobního schématu se řídí vymílacím klíčem. Podle vymílacího klíče vyrábí mlýn příslušné množství jedlých produktů a určuje, jaká bude efektivita výroby [18]. Jednotlivá technologická schémata jsou na obrázcích č. 7. až 9. [45].

4.1 Příjem pšenice

Příjmu pšenice předchází kontrola hmotnosti suroviny na mostní váze. Příjem pšenice je soubor operací, které mají za úkol prověřit, zda přijímaná surovina odpovídá požadovaným smyslovým, fyzikálně-chemickým parametrům dle podnikové normy, mikrobiologickým a chemickým parametrům. Po laboratorní kontrole je surovina vysypána do příjmového koše, předčištěna v černé čistírně na síťovém třídíči, zbavena hrubých nečistot a uskladněna do sil [6,46,47].



Obr. 6. Technologické schéma příjmu potravinářské pšenice [45]

4.2 Čištění pšenice

Čištění se skládá z úkonů, které mají zbavit surovinu hrubých nečistot a kaménků. Z masy zrna jsou oddělena semena různých druhů rostlin, úlomky zrn a seschlá zrna. Částečné opracování povrchu zrna vede k jeho očištění a snížení rizika pomnožení škodlivých mikroorganismů při odležení. Kombistroj provádí odstranění hrubých a jemných nečistot, kaménků za pomoci proudícího vzduchu soustavou kovových sít s otvory různých tvarů a velikostí. Triér odstraňuje zlomky pšenice a semena různých druhů rostlin pomocí profilovaných důlků v obvodovém plášti. Odstředivou silou jsou ve vykulovači vráceny do toku materiálu zpracovatelné zlomky. Na odíračce se provádí povrchové opracování zrna pomocí rotoru, dochází ke snížení mikrobiálních zárodků na povrchu obilky. Aspirační skříň odstraní nečistoty proudícím vzduchem a prach z povrchové vrstvy obilky [46,48,49].

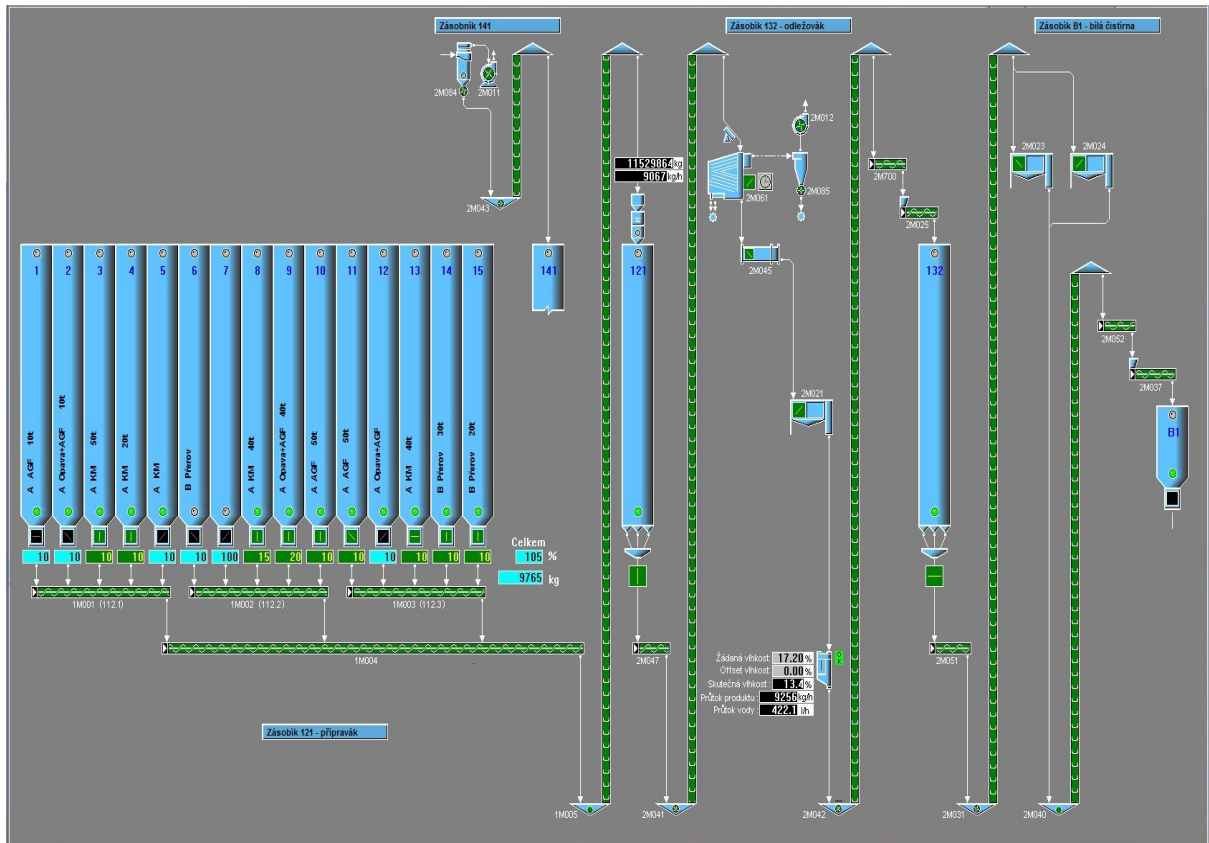
První stupeň nakrápění

Následné technologické kroky mají za cíl zapracovat do suroviny požadované množství technologické vody a odležení suroviny z důvodu technologické přípravy na mletí. Aquatron s rotametrem zajišťuje přidání stanoveného množství vody dle požadované vstupní technologické vlhkosti suroviny do dalšího výrobního procesu. V mixeru ve šneku je zapracovávána voda do povrchové vrstvy obilky. Odležení se provádí v odležovacím zásobníku cca 6–8 hodin za tuto dobu dojde k dosažení optimálního rozložení vody v obilce [6,47,48].

Druhý stupeň čištění

Nakropené zrna je v následujících operacích čištěno, povrchu obilky je zbaven pomnožených sporulujících mikroorganismů na odíračce, dále jsou odstraňovány případné feromagnetické částičky na magnetu, prach je odstraněn v aspirační skříni proudícím vzduchem [47,49].

Technologické operace probíhající těsně před mlecím procesem jsou nakrápění na technologickou vlhkost, odležení cca 20 minut k dosažení rovnoměrného prostupu vody do obalové vrstvy a vážení k zjištění hmotnosti suroviny před vstupem do vlastního mlecího procesu [46,48].

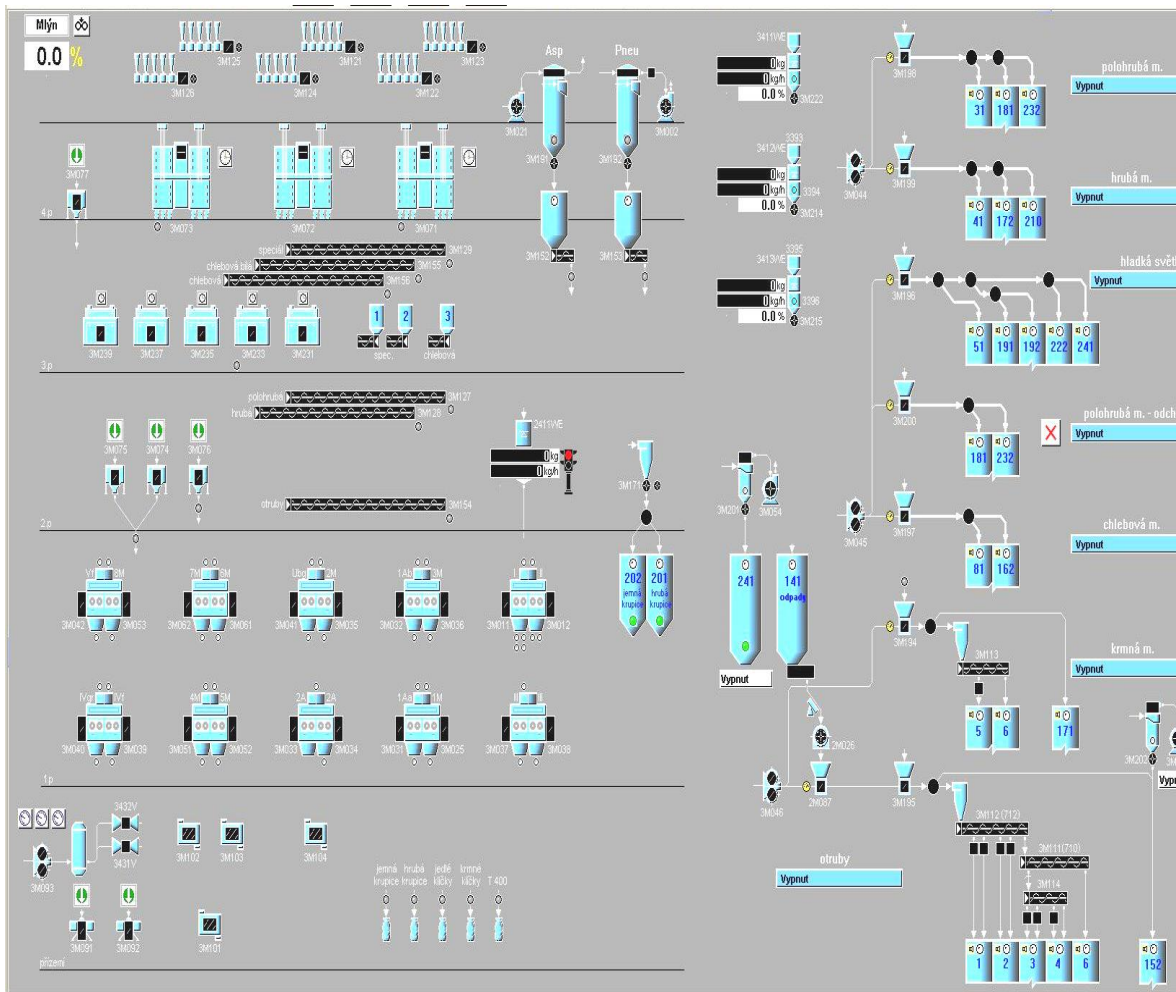


Obr. 7. Technologické schéma čítení potravinářské pšenice [45]

4.3 Mletí pšenice

Cílem mletí pšenice je zpracování připravené suroviny, její rozemletí a roztřídění na jednotlivé druhy mouk a jejich transport do zásobníků na uskladnění. Nejzákladnější stroje mlýnského procesu jsou válcové stolice, vysévače a čističky krupic. Válcové stolice rozemílají zrno, dělí se na šrotové, lušticí a vymílací pasáže. U jednotlivých pasáží záleží na poloze válců, jejich povrchu (hladké, rýhované) a přítlaku válců, délka válců je dána výkonem mlýna, počtem pasáží, požadavky na výrobky [6,18]. Rovinné vysévače třídí melivo na souboru sít, kde dochází k třídění meliva na jednotlivé frakce mouk a šrotů. Třídění na sítích je zajišťováno otáčivým pohybem stroje, síta jsou seřazena od nejhrubší po nejjemnější, vysévací plocha je daná výkonem mlýna a požadavky na jednotlivé druhy mouk. Funkcí čističky krupic je čištění krupic, roztřídění a separace drobných částecek slupky. Čistička krupic se skládá ze tří řad sít s kmitavým pohybem, kterými prostupuje vzduch. Vytloukačky slouží k vytloukání otrub, je to doplňkový stroj, na kterém dochází k oddělení zbytku endospermu od obalové vrstvy. Kontrolním úsekem v mlecím procesu jsou výtěž-

nostní váhy, které zjišťují hmotnost jednotlivých druhů výrobků v časovém úseku, výsledkem je kontrola efektivity vymílacího procesu [46,48,49].

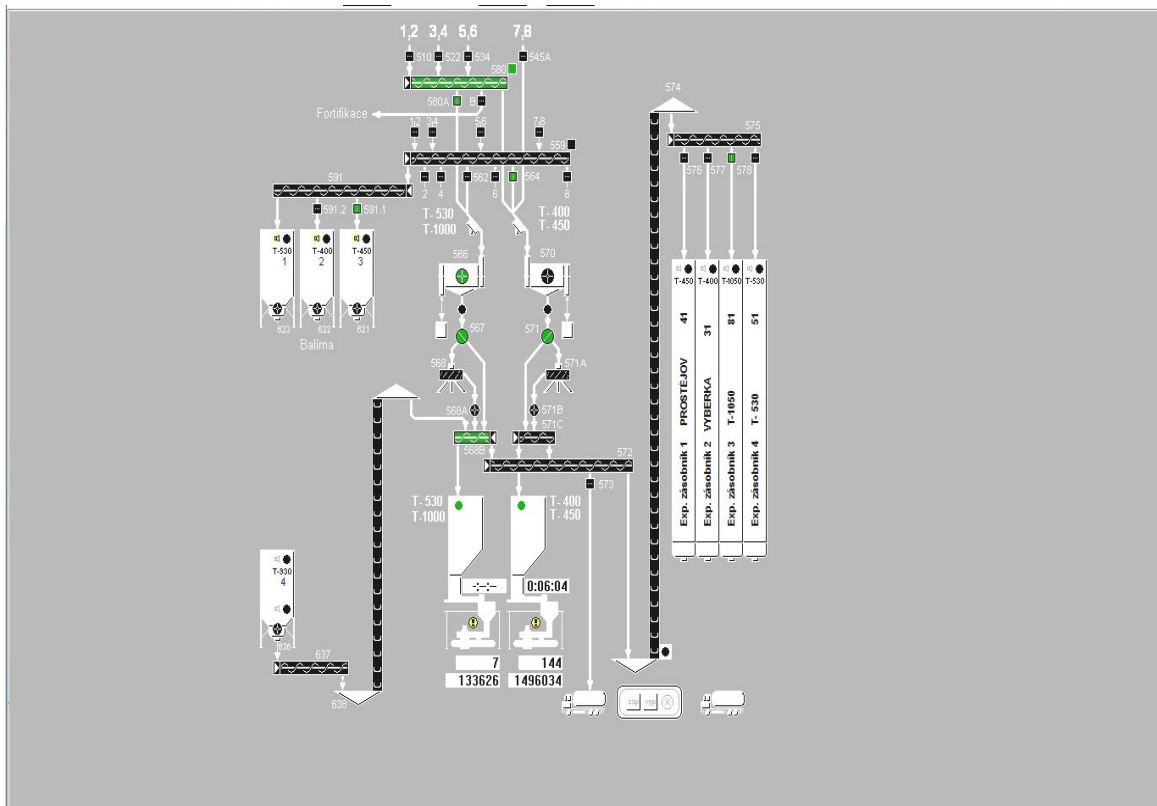


Obr. 8. Technologické schéma mletí potravinářské pšenice [45]

4.4 Míchání mouk a expedice

Míchání mouky zahrnuje procesy homogenizace mouky a provádění kontroly kvality hotových výrobků. Kontroluje se také případná přítomnost feromagnetických příměsí, cizích předmětů a škůdců. Zjišťuje se zdravotní nezávadnost produktu. V míchačkách se docílí homogenizace jednotlivých produktů na požadovanou kvalitu, vytvoření dané šarže výrobku [47]. Míchačka je kovový zásobník s vibračním dnem. Transport mouk do expedičních zásobníků je prováděn přes kontrolní strojní zařízení - magnet, který slouží k zachycení kovových částic, prosévačku, kde dochází k zachycení a odstranění případných nečistot, entolet, ve kterém se odstředivou silou zničí možné zárodky škůdců. Po výstupní labora-

tomní kontrole kvality mouk dle PN nebo specifikace zákazníka je výrobek expedován [6,48].



Obr. 9. Technologické schéma míchání a expedice pšeničných mouk [45]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍL PRÁCE

Cílem práce bylo:

- vypracovat literární rešerši,
- zanalyzovat výsledky rozborů mouk ve firemní databázi,
- provést rozbor pšenice ze sklizně 2011/2012,
- výsledky vyhodnotit a konfrontovat s literárními údaji,
- vypracovat závěry diplomové práce.

6 CHARAKTERISTIKA POUŽITÉ PŠENICE

Každá dodávka pšenice potravinářské byla při příjmu suroviny podrobena kvalitativní vstupní kontrole podle podnikové normy. Nejdříve se hodnotily smyslové parametry suroviny. Pokud měla dodávka nepřírozený pach, nepřírozenou vůni anebo obsahovala živé či mrtvé škůdce, byla vrácena dodavateli. Jestliže byly uvedené smyslové požadavky vstupní kontroly splněny, pokračovalo se ve stanovení fyzikálně-chemických parametrů dle příslušných metodik stanovení. Po vyhodnocení jednotlivých měření byla dodávka zatříděna do kvalitativní skupiny. Surovina byla zařazena do kvalitativní skupiny B nebo C, jestliže alespoň jeden parametr byl v rozmezí hodnot skupin B, C. Pokud byly všechny hodnocené parametry ve skupině A, byla dodávka potravinářské pšenice klasifikována jako A. Pšenice byla uskladněna do příslušného sila, které bylo vyčleněno pro daného dodavatele a stanovenou kvalitativní skupinu.

Na základě požadavku výroby byla stanovena kvalita zámelové směsi a byl určen poměr tažení z jednotlivých sil. Z takto připravené zámelové směsi potravinářské pšenice byla ve mlýně namleta mouka požadovaných vlastností. Pokud mlýn nevyráběl speciální výrobky jako mouky na zamrazované pečivo, mouky na výrobu sušenek nebo oplatkové mouky byl požadavek na zámelovou směs v průběhu roku stabilní.

Hodnocení kvality zámelové směsi před vstupem do mlecího procesu bylo prováděno dvakrát denně, ráno v sedm hodin a odpoledne ve třináct hodin. Stanovené hodnoty byly zaznamenávány v laboratoři.

6.1 Sledované parametry

Ze sledovaných ukazatelů zámelové směsi byly pro monitoring kvality potravinářské pšenice v průběhu roku vybrány kvalitativní parametry:

- množství dusíkatých látek v procentech
- množství lepku v sušině v procentech
- stanovení gluten indexu v procentech
- stanovení Zeleného testu v mililitrech

Všechny uvedené kvalitativní parametry byly sledovány v průběhu čtyř marketingových let. Sledované období monitoringu potravinářské pšenice bylo rozděleno podle data sklizně,

začátek sledovaného období byl od 1. 9. daného roku do 30. 8. následujícího roku. V uvedeném období byl předpoklad zpracování potravinářské pšenice ze sklizně daného marketingového roku. Hodnocení uvedených veličin probíhalo v letech 2008/2009, 2009/2010, 2010/2011 a 2011/2012.

7 METODIKA HODNOCENÍ KVALITY MOUKY

Vzorkování pšenice potravinářské bylo provedeno dle ČSN EN ISO 24 333 (2010). Odběr potravinářské pšenice se prováděl podle podnikové normy pomocí tyčového vzorkovače. Odebraný souhrnný vzorek byl promíchán a nasypan po celé délce násypky do příhradového děliče. Ze dvou spodních propadů se oddělily dva dílčí vzorky o velikosti cca 1–1,5 kg. První vydělený dílčí vzorek byl použit k analýze a druhý dílčí vzorek byl uložen do archivu [23]. Pro všechny metodiky stanovení bylo nutné laboratorní vzorek obilí semlít na laboratorním mlýnku Perten Instruments LM 3100. Obilí bylo semleto na laboratorním mlýnku (kladívkový šrotovník) podle návodu k obsluze. Laboratorní mlýnek byl vybaven sítím s otvory 0,8 mm. Před dalším testováním bylo celé melivo (šrot) důkladně promícháno.

7.1 Stanovení obsahu dusíkatých látek (N-látek)

Stanovení obsahu N-látek bylo provedeno na Inframatiku 8600 (obr. 10.). Stanovení bylo provedeno dle PN 252/95 (1995) pro stanovení metodou NIR spektroskopie.

Výsledek byl průměrem dvou stanovení a byl uváděn zaokrouhleně na jedno desetinné místo [29,51].



Obr. 10. Inframatic 8600 - vlastní foto

7.2 Stanovení obsahu mokrého lepku v sušině

Za standardních podmínek bylo z pšeničného šrotu a roztoku NaCl vytvořeno těsto, které bylo následně propíráno 2% roztokem NaCl. Vypraný lepek byl odstřeďován a zároveň protlačen speciálním sítem, byla sledována celková hmotnost mokrého lepku, který byl vyjádřen v procentech mokrého lepku ve stanovovaném vzorku. Stanovení bylo provedeno podle PN 235/93 (1993) na laboratorním přístroji Glutomatic Perten Instruments GL 2200 a na odstředivce Pertem Instruments 2015 (obr. 11.)



Obr. 11. Glutomatic Perten Instruments GL 2200 a odstředivka Pertem Instruments 2015

vlastní foto

Vyjádření výsledků, tj. podíl mokrého lepku, který zůstal na kovovém síť v kazetě odstředivky, byl definován jako lepkový index a byl vypočítán:

a) vypočítal se obsah mokrého lepku (d) v % = $(b \cdot 100) / n$

b - hmotnost vypraného lepku v gramech

n - navážka zkušební vzorku v gramech

b) vypočítal se obsah mokrého lepu v % v sušině = $(d \cdot 100) / (100 - c)$

d - obsah mokrého lepku v %

c - obsah vody (vlhkost) zkoušeného vzorku v %

Výsledek byl průměrem dvou stanovení, výsledek byl uveden zaokrouhleně na jedno desetinné místo [31].

7.3 Stanovení lepkového indexu – gluten indexu

Při stanovení lepkového indexu se vycházelo ze stanovení mokrého lepku, zjišťovala se hmotnost mokrého lepku zbylého na síti v kazetě odstředivky po odstředění. Stanovení se provádělo dle PN 235/93 (1993) a bylo provedeno na laboratorním přístroji Glutomatic Perten Instruments GL 2200 a na odstředivce Pertem Instruments 2015.

Výsledek byl vyjádřen v hmotnostních procentech.

Vyjádření výsledků lepkového indexu bylo vypočteno podle vzorce:

$$\text{Lepkový index} = (a \cdot 100) / b$$

a - hmotnost lepku, který zůstal na kovovém síti v kazetě odstředivky v gramech

b - celková hmotnost vypraného lepku v gramech

Výsledek byl průměrem dvou stanovení a byl zaokrouhlen na celé číslo [31].

7.4 Stanovení sedimentačního indexu – Zelenyho test

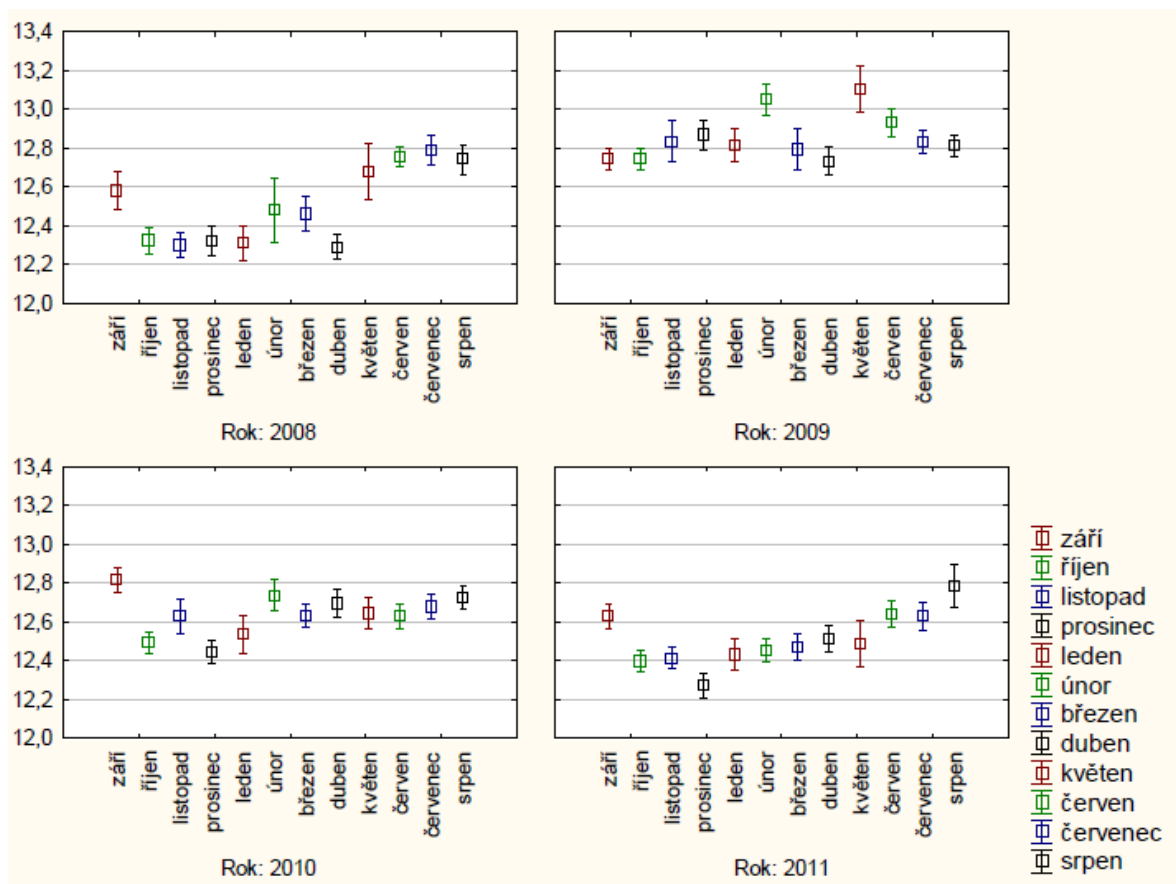
Stanovení Zelenyho testu bylo provedeno na přístroji Inframatic 8 600. Výsledkem stanovení byla hodnota udávající objem sedimentu vyjádřený v mililitrech, výsledná hodnota byla získána jako aritmetický průměr dvou stanovení, výsledek byl zaokrouhlen na celé číslo. Stanovení Zelenyho testu bylo provedeno podle PN 252/95 (1995) pro stanovení metodou NIR spektroskopie [29,51].

8 VÝSLEDKY A DISKUSE

8.1 Obsah dusíkatých látek

Ve sklizňovém roce 2008 se průměrné hodnoty dusíkatých látek pohybovaly v rozmezí 12,2–12,9 % (obr. 12). V měsících září až duben byly průměrné hodnoty dusíkatých látek v rozmezí 12,2–12,7 %. V měsících červen až srpen byly průměrné hodnoty dusíkatých látek (12,7–12,9 %) průkazně vyšší.

V průběhu marketingového roku 2009 byly průměrné hodnoty dusíkatých látek v rozmezí 12,7–13,2 %. Nejvyšší průměrné hodnoty byly průkazně nejvyšší v měsíci únoru a květnu. Mezi hodnotami obsahu dusíkatých látek ve zbývajících měsících nebyl průkazný rozdíl.



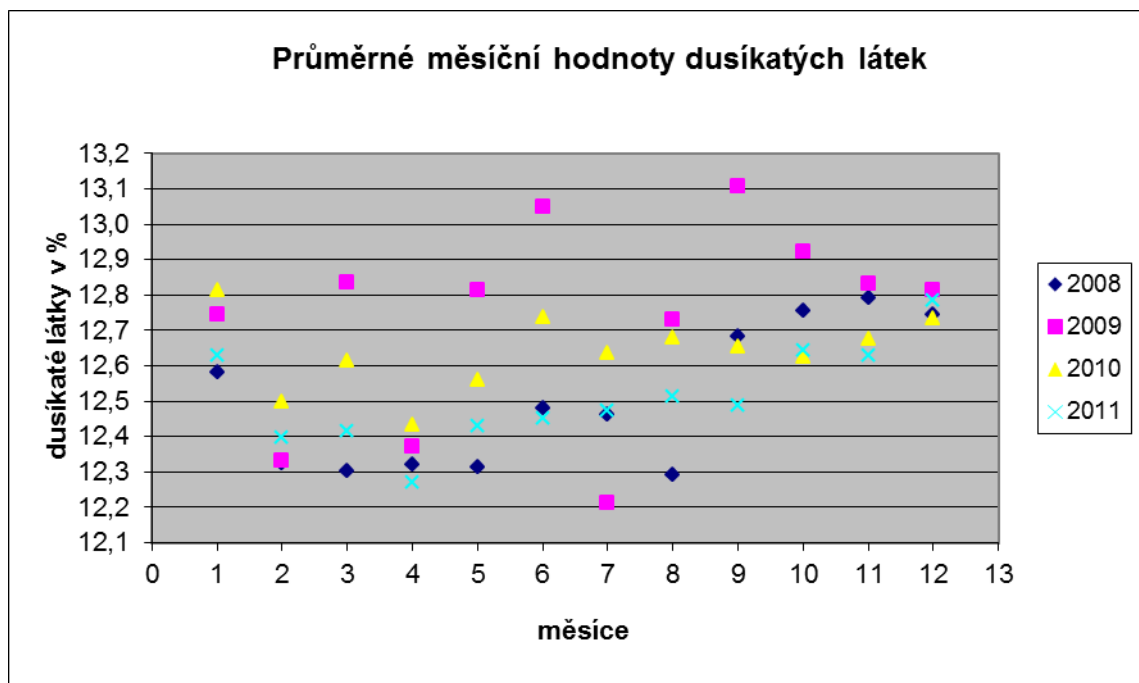
Obr. 12. Graf průměrných hodnot dusíkatých látek v letech 2008, 2009, 2010 a 2011

V marketingovém roce 2010 se analyzované hodnoty dusíkatých látek pohybovaly v rozmezí 12,4–12,9 %. Průkazně nejnižší hodnoty dusíkatých látek byly v prosinci 2010

(12,4%). V období únor až srpen se průměrné hodnoty dusíkatých látek pohybovaly v rozmezí 12,6–12,8 %, mezi hodnotami v tomto období nebyl průkazný rozdíl.

Ve sklizňovém roce 2011 byly průměrné měsíční hodnoty dusíkatých látek v rozmezí 12,2–12,9 %. Průkazně nejnižší hodnoty byly v měsíci prosinec (12,2 %). Hodnoty v měsíci srpnu byly průkazně nejvyšší (12,9 %).

Z naměřených hodnot dusíkatých látek v průběhu čtyř marketingových let 2008, 2009, 2010 a 2011 od měsíce září (1) do srpna (12) nebyla patrná žádná průkazná shoda. Naměřené hodnoty dusíkatých látek byly za jednotlivé měsíce průměrovány a výsledné průměry byly sestaveny do grafu (obr. 13).



Obr. 13. Graf průměrných měsíčních hodnot dusíkatých látek

V době počátku zpracování pšenice potravinářské po sklizni v měsíci září byl rozdíl mezi jednotlivými léty u dusíkatých látek 0,2 %, v následujícím měsíci došlo u průměrných měsíčních hodnot ve všech sledovaných obdobích k poklesu v průměru o 0,3 %. V měsíci listopadu byl rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší hodnotou jednotlivých měsíčních průměrů 0,5 %. V měsíci listopadu se rozdíl mezi jednotlivými průměry snižoval na 0,1 %. V měsících leden až květen byly naměřené průměrné rozdíly mezi měsíčními průměry 0,4–0,6 %. V měsících před sklizní se rozdíly mezi jednotlivými měsíčními průměry dusíkatých látek snižovaly, v měsíci srpnu se lišily pouze o 0,1 %.

Ve sledovaném období čtyř let byly nejrozkolísanější hodnoty dusíkatých látek v roce 2009 a naopak nejstabilnější průměrné hodnoty dusíkatých látek byly v roce 2010. Nejvyšší naměřené roční průměrné hodnoty dusíkatých látek 12,7 % byly v roce 2009 a nejnižší roční průměrné hodnoty 12,5 % byly v roce 2008 a 2011.

Srovnáním naměřených ročních hodnot dusíkatých látek ve mlýně Kroměříž s výsledky celostátního hodnocení sklizní v rámci monitoringu potravinářských pšeníc hodnocených společností Agrotest fyto, s.r.o. Kroměříž (tab. 3) bylo zjištěno, že roční průměrné hodnoty dusíkatých látek naměřené ve mlýně Kroměříž byly vyšší mimo rok 2010, což bylo pravděpodobně způsobeno vysokými srážkami v měsíci květnu [52,54]. Ve Zlínském kraji byly v roce 2011 zjištěné hodnoty v celostátním průzkumu 12,4 %, což byla o 0,1 % nižší hodnota než zjištěná ve mlýně [52].

Tab. 3. Průměrné roční hodnoty dusíkatých látek

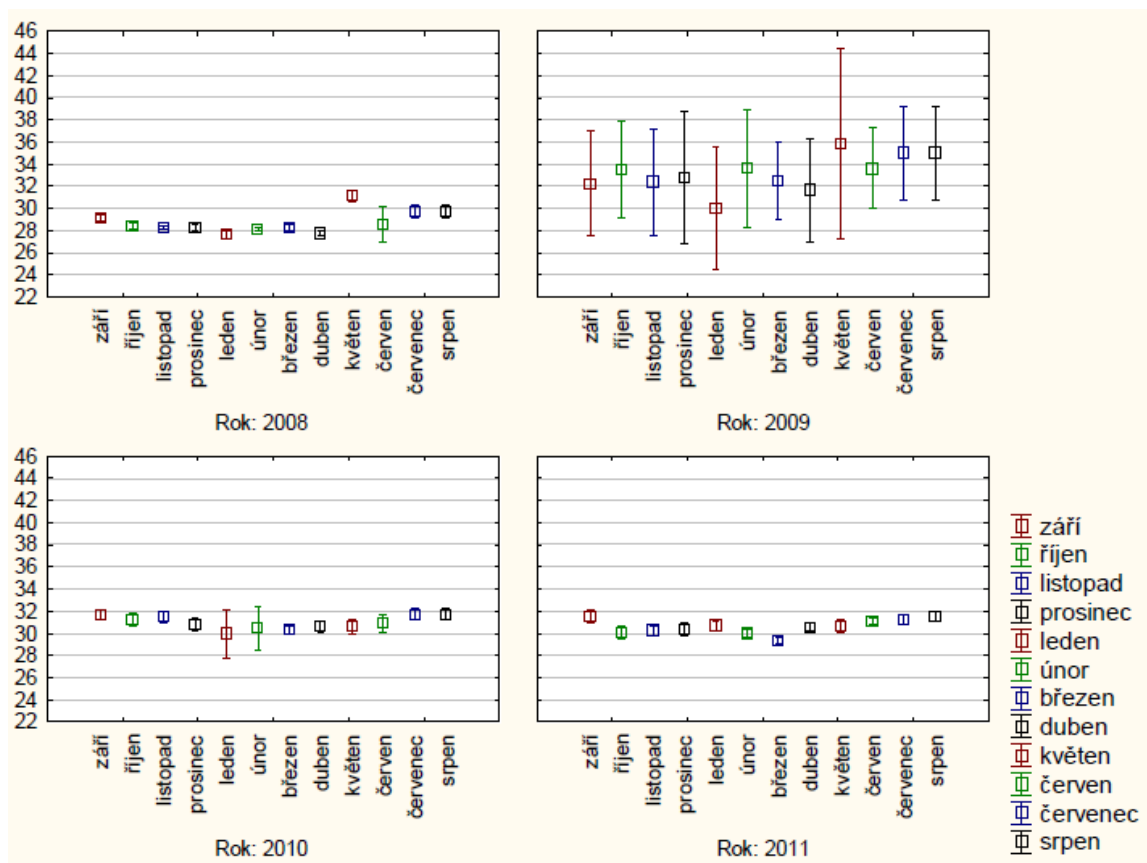
Rok	2008	2009	2010	2011
Mlýn Kroměříž skutečnost	12,5 %	12,7 %	12,6 %	12,5 %
Agrotest fyto Kroměříž	12,3 %	12,5 %	12,9 %	12,2 %

Obsah dusíkatých látek se významně podílel na zpracovatelských vlastnostech zrna. Pro pekárenský průmysl bylo rozhodující, že množství dusíkatých látek v obilce kladně korelovalo s množstvím lepkových proteinů, což ovlivňovalo fyzikální a chemické vlastnosti těsta a objem pečiva [53]. Sušina zrna určeného pro pekárenský průmysl by měla obsahovat alespoň 11,5 % (při použití koeficientu 5,7) dusíkatých látek (ČSN 46 1100– : 2001) [14]. Naměřené průměrné hodnoty dusíkatých látek ve mlýně Kroměříž překračovaly tyto hodnoty minimálně o 1 %. Srovnáním dosažených průměrných ročních hodnot dusíkatých látek s požadavky podnikové normy PN–M–51 [22] bylo zjištěno, že ani v jednom roce nebylo dosaženo maximální hodnoty 13 % pro kvalitativní skupinu A. Naměřené hodnoty potvrdily, že dodávaná surovina se v průměrných ročních hodnotách pohybovala v kvalitativní skupině B tj. v rozmezí 12–13 %.

8.2 Obsah mokrého lepku v sušině

V marketingovém roce 2008 se průměrné hodnoty mokrého lepku v sušině pohybovaly v rozmezí 27,5–31,8 % (obr. 14) v měsících září až dubnu se průměrné měsíční hodnoty průkazně pohybovaly v rozmezí 27,5–29,9 %. Průkazně nejvyšší naměřené hodnoty byly v měsíci květnu (31 %). Naměřené hodnoty v měsíci červenec a srpen (30 %) byly průkazně vyšší než naměřené hodnoty v měsících září až duben (27–29 %).

V marketingovém roce 2009 byly průkazně průměrné hodnoty mokrého lepku v sušině v rozmezí 24,2–44,2 %. Prokazatelně nejnižší hodnoty byly zjištěny v měsíci lednu (24,2 %) a prokazatelně nejvyšší hodnoty byly naměřeny v měsíci květnu (44,2 %). Mezi jednotlivými průměrnými hodnotami mokrého lepku v sušině v průběhu tohoto roku nebyly zjištěny prokazatelné rozdíly.



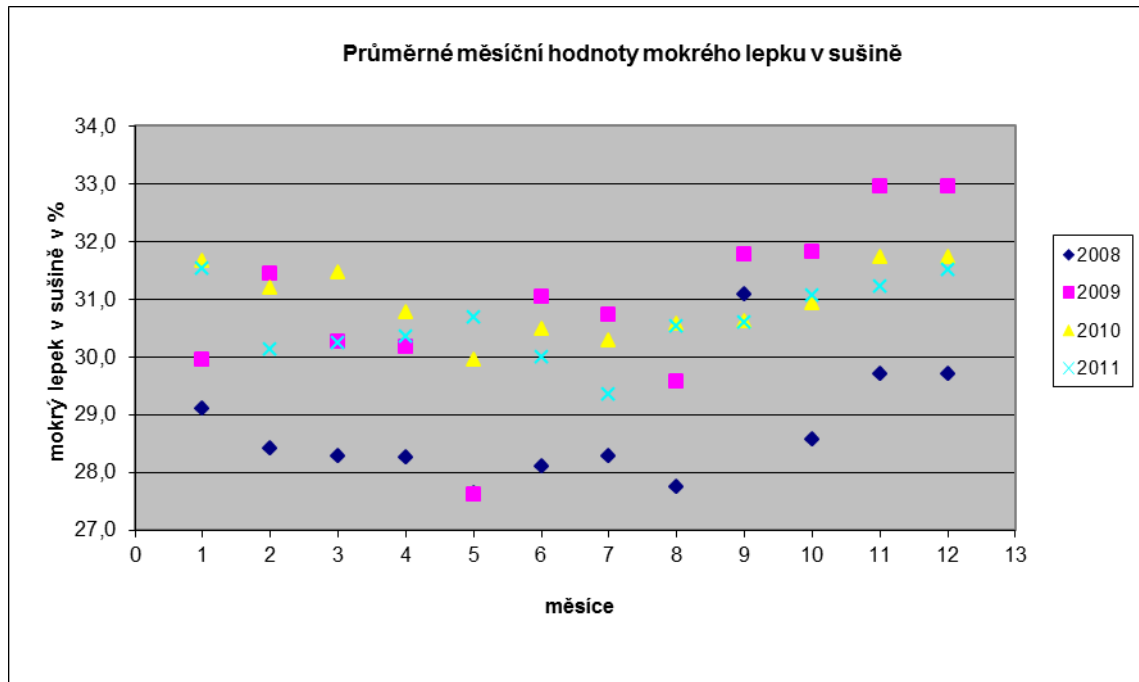
Obr. 14. Graf průměrných hodnot mokrého lepku v sušině v letech 2008, 2009, 2010

a 2011

Ve sklizňovém roce 2010 se výsledky průměrných hodnot mokrého lepku v sušině prokazatelně pohybovaly v rozmezí 27,8–32,1 % v průběhu celého marketingového roku.

V dalším roce se průměrné hodnoty mokrého lepku v sušině během celého marketingového roku prokazatelně pohybovaly v rozmezí 28,4–32 %.

Z uvedeného vyhodnocení naměřených hodnot mokrého lepku v sušině v průběhu čtyř sklizňových let 2008, 2009, 2010 a 2011 od září do srpna není patrná žádná průkazná shoda. Analyzované hodnoty mokrého lepku v sušině byly za jednotlivé měsíce zprůměrovány a výsledné hodnoty byly sestaveny do grafu (obr. 15).



Obr. 15. Graf průměrných měsíčních hodnot mokrého lepku v sušině

V měsíci září byl rozdíl mezi jednotlivými průměrnými hodnotami mokrého lepku v sušině 2,6 %. V následujících měsících průměrné hodnoty mokrého lepku v sušině klesaly až do prosince mimo měsíc říjen v roce 2009 a listopad v roce 2010. V měsících leden až červen byly průměrné měsíční hodnoty rozkolísány a zvyšovaly se v období od června do srpna. Rozdíl průměrných měsíčních hodnot mokrého lepku v sušině se pohyboval v rozmezí od 1,2 % až do 3,3 %. Největší propad průměrných hodnot mezi jednotlivými měsíci byl naměřen v měsíci lednu v roce 2009 a to o 0,7 % a největší nárůst průměrných měsíčních hodnot mokrého lepku v sušině byl mezi měsícem duben a květen v roce 2008 o 0,4 %. V porovnání průměrných měsíčních hodnot mokrého lepku v sušině ve sledovaných letech byly nejstabilnější průměrné hodnoty v roce 2010 a 2011, naproti tomu nejvíce nevyrovnané průměry mokrého lepku v sušině byly v roce 2009. Nejvyšší naměřené průměrné roční

hodnoty mokrého lepku v sušině byly v roce 2010 a to 31,0 % a nejnižší naměřené průměrné roční hodnoty 28,7 % byly v roce 2008.

Obsah mokrého lepku v sušině a jeho vlastnosti byly při posuzování pekárenské kvality pšenice a pšeničné mouky jedním z hlavních kritérií, především v pekárenské praxi. Tento znak byl významný z důvodu průkazného korelačního vztahu mezi obsahem lepku a objemem pečiva, korelační koeficient se udával 0,5–0,8 [14]. Požadované hodnoty mokrého lepku v sušině pro pekárny firmy PENAM, a.s. dle podnikových norem byly u pšeničné mouky polohrubé min. 26 % [55], u pšeničné mouky hladké světlé min. 28 % [56] a u pšeničné mouky hladké chlebové min. 29 % [57]. Naměřené průměrné roční hodnoty lepku v sušině (tab. 4) ve všech sledovaných obdobích splnily požadavky uvedených norem mimo rok 2008 pro mouku pšeničnou hladkou chlebovou. Vzniklá situace byla řešena přidáním zlepšujícího přípravku do těsta [6].

Tab. 4. Průměrné roční hodnoty lepku v sušině

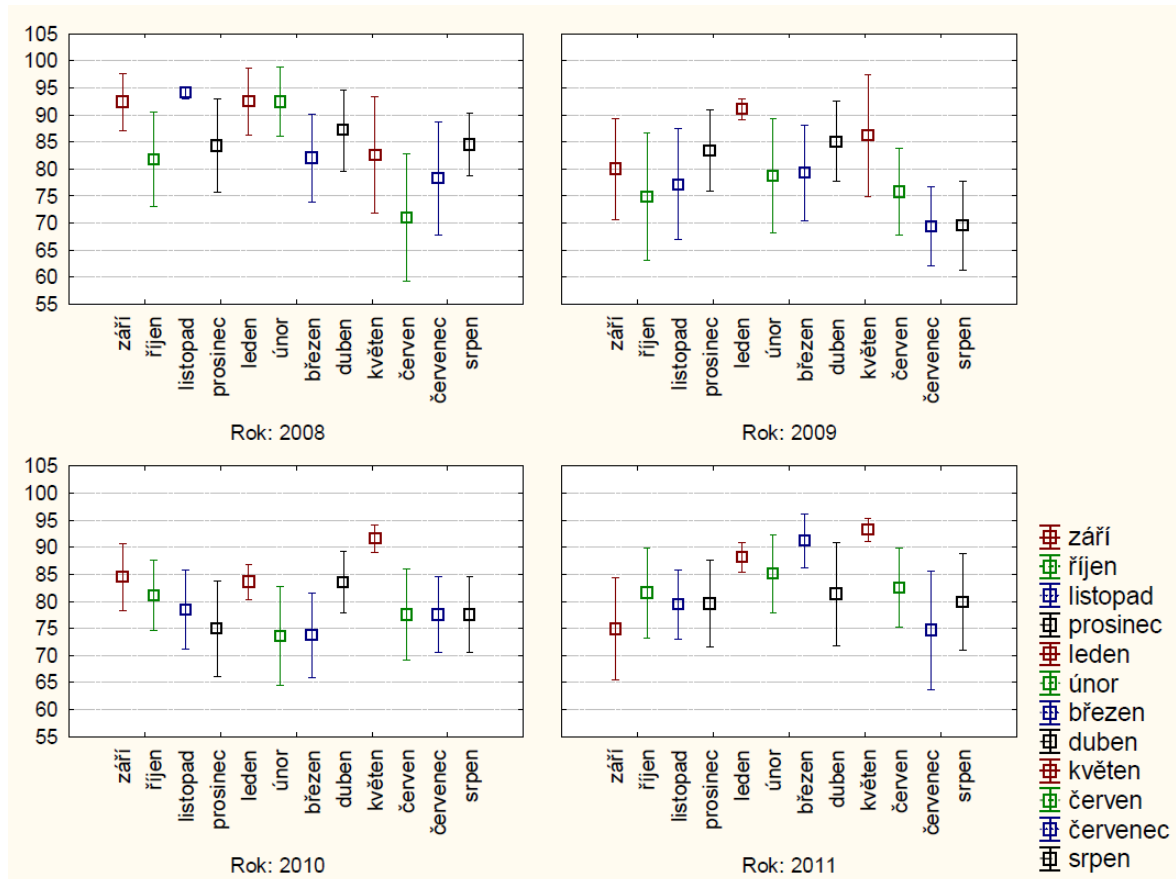
Rok	2008	2009	2010	2011
Mlýn Kroměříž skutečnost	28,7 %	30,9 %	31,0 %	30,6 %

Porovnáním dosažených průměrných ročních hodnot mokrého lepku v sušině s požadavky normy PN–M–51 [22] vyplynulo, že v roce 2008 byly průměrné roční hodnoty mokrého lepku v sušině shodné s kvalitativní skupinou C, v letech 2009 a 2011 dosahovaly průměrné roční hodnoty kvalitativní skupiny B a pouze v roce 2010 byly dosažené hodnoty na úrovni spodní hranice skupiny A [22]. Obsah mokrého lepku v sušině byl analyzován při vstupní kontrole ve mlýně, dodavatelé tento ukazatel kvality nepreferovali. Dodavatelé stanovovali obsah dusíkatých látek. Pro bezprostřední hodnocení kvality pšenice potravinářské byl stanovován obsah mokrého lepku v sušině, při jehož analýze bylo možné odhalit zhoršenou kvalitu lepkových proteinů [30].

8.3 Obsah lepkového indexu–gluten indexu

V marketingovém roce 2008 se průměrné hodnoty gluten indexu pohybovaly v rozmezí 59–98 % (obr. 16). Prokazatelně nejnižší hodnoty byly v měsíci červnu (59 %). Prokazatelně nejvyšší hodnota gluten indexu byla v měsících leden a únor (98%). Mezi hodnotami

gluten indexu v roce 2008 nebyl průkazný rozdíl. V průběhu marketingového roku 2009 byly průměrné hodnoty gluten indexu v rozsahu 69–97%. Mezi hodnotami gluten indexu, které byly naměřeny v roce 2009, nebyl průkazný rozdíl.

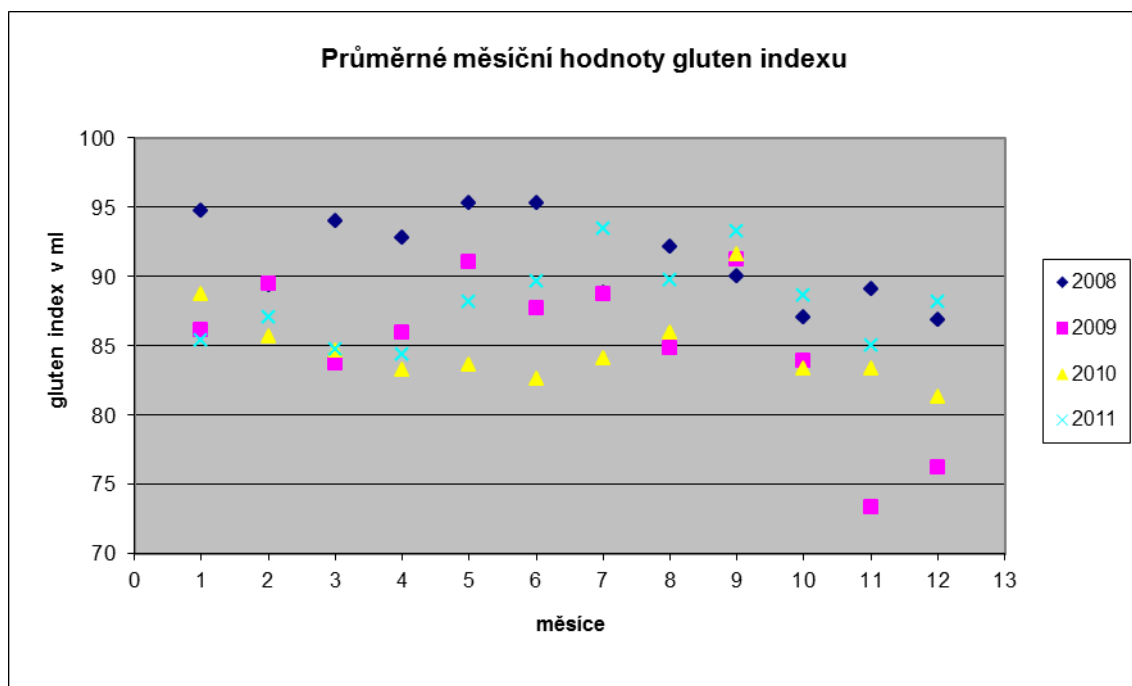


Obr. 16. Graf průměrných hodnot gluten indexu v letech 2008, 2009, 2010 a 2011

V marketingovém roce 2010 byly naměřené hodnoty gluten indexu v rozmezí 65–94%. Od měsíce září do prosince dochází prokazatelně k poklesu gluten indexu (90–66%). Prokazatelně nejvyšší hodnoty gluten indexu byly v měsíci květnu (94 %).

Ve sklizňovém roce 2011 byly průměrné hodnoty gluten indexu v rozsahu 64–96 %. Nejvyšší hodnoty byly naměřeny v měsíci květnu (96%) a nejnižší hodnoty byly analyzovány v měsíci červenci. Mezi hodnotami obsahu gluten indexu nebyly v jednotlivých měsících během roku zaznamenány průkazné rozdíly.

Z vyhodnocení dosažených hodnot gluten indexu v průběhu čtyř marketingových let 2008, 2009, 2010 a 2011 od září do srpna nebyla patrná žádná průkazná shoda. Naměřené hodnoty gluten indexu byly za jednotlivé měsíce průměrovány a z výsledných hodnot byl sestaven graf (obr. 17).



Obr. 17. Graf průměrných měsíčních hodnot gluten indexu

Průměrné měsíční hodnoty gluten indexu v průběhu sledovaných období nevykazovaly téměř žádné shodné charakteristiky. Nejvíce rozkolísány hodnoty gluten indexu byly v roce 2009 a nejméně rozdílné byly hodnoty v roce 2010. Největší meziměsíční pokles gluten indexu byl v roce 2009 mezi měsíci červen a červenec a to 10,6 ml. Nejvyšší průměrné roční hodnoty 91 ml byly naměřeny v roce 2008 a nejnižší průměrné roční hodnoty 85 ml byly naměřeny v letech 2009 a 2010.

Podle statistických hodnocení dosahovaly nejlepších výsledků objemu pečiva mouky s hodnotami gluten indexu v rozmezí 82–92 %. Hodnoty blízké 100 % a mírně pod 82 % poukázaly na mírně horší objemy pečiva a hodnoty pod 60 % ukázaly na velmi špatnou kvalitu lepku [30]. Požadovaná hodnota gluten indexu pro pekárny firmy PENAM, a.s. dle podnikových norem byla u pšeničné mouky polohrubé min. 70 % [55], u pšeničné mouky hladké světlé min. 60 % [56] a u pšeničné mouky hladké chlebové min. 60 % [57]. Analyzované průměrné roční hodnoty gluten indexu (tab. 5.) ve všech sledovaných obdobích splnily požadavky uvedených norem.

Tab. 5. Průměrné roční hodnoty gluten indexu

Rok	2008	2009	2010	2011
Mlýn Kroměříž skutečnost	91,3%	85,2 %	84,8 %	88,1 %

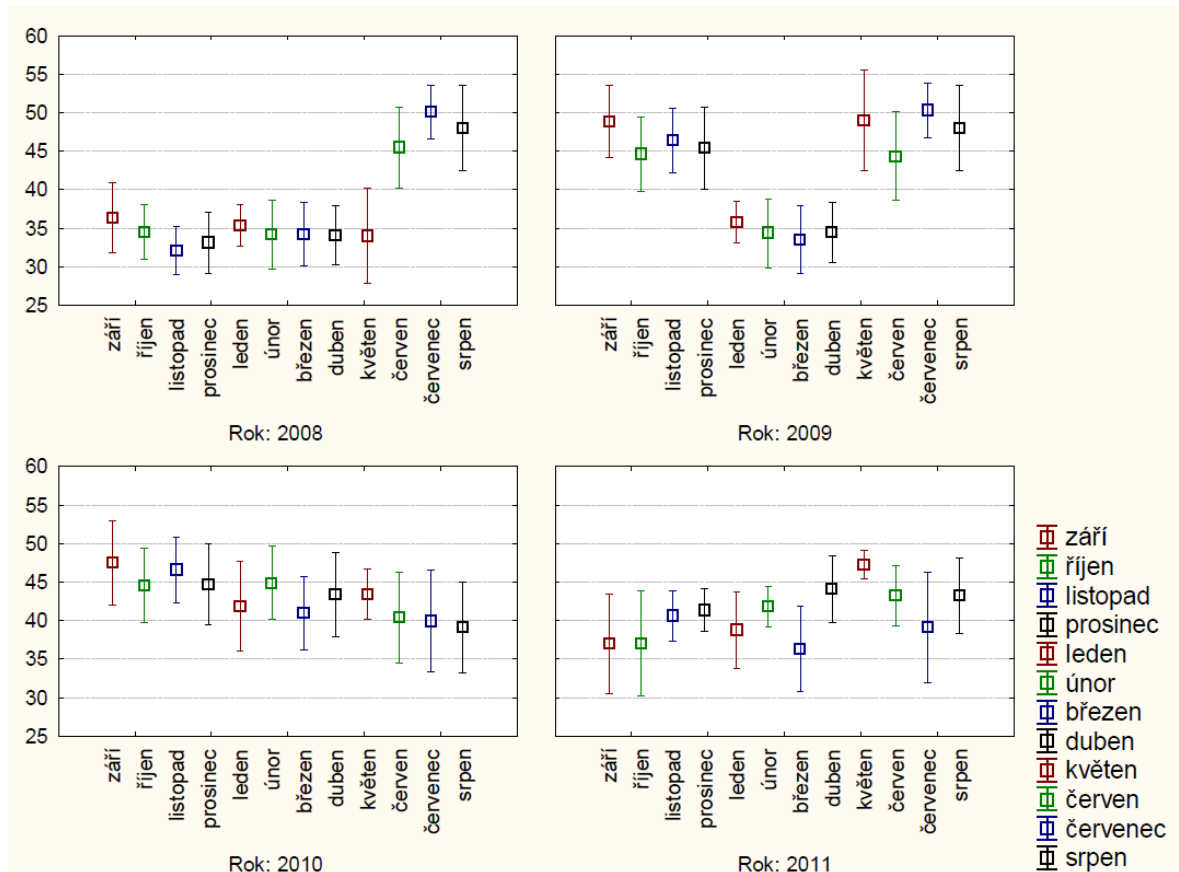
Porovnáním dosažených výsledků s podnikovou normou pro nákup suroviny bylo zjištěno, že zpracovávaná surovina v období čtyř let v parametru gluten indexu vždy přesahovala požadované kvalitativní parametry skupiny A v rozmezí 14,8–21,3 % [22].

8.4 Obsah sedimentačního indexu–Zelenyho testu

V marketingovém roce 2008 se průměrné hodnoty Zelenyho testu pohybovaly v rozmezí 34–50 ml, mezi průměrnými hodnotami tohoto parametru zjištěnými v září až květnu nebyl průkazný rozdíl a hodnoty se pohybovaly v rozmezí 23–41 ml. Průkazně vyšší průměrné hodnoty Zelenyho testu byly v roce 2008 zjištěny u vzorků v měsících červen až srpen, hodnoty se pohybovaly rozsahu 40–54 ml (obr. 18).

Obdobný trend zvýšení průměrných hodnot Zelenyho testu ke konci marketingového roku byl pozorován v roce 2009. Na rozdíl od roku 2008 však byly průkazně vyšší hodnoty Zelenyho testu v období září až prosinec (40–53 ml). V období leden až duben byly hodnoty Zelenyho testu průkazně nižší (25–38 ml), v měsících květen až srpen se hodnoty průkazně zvýšily a pohybovaly se v rozmezí 39–55 ml.

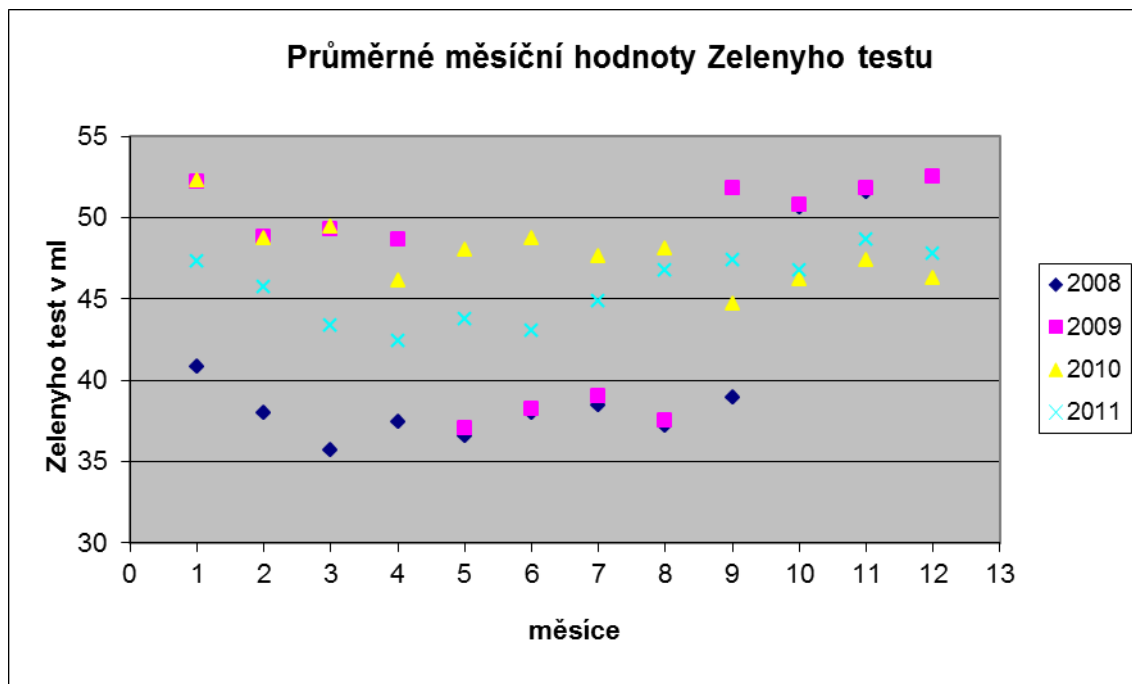
V marketingovém roce 2010 se průměrné hodnoty Zelenyho testu pohybovaly v rozmezí 33–53 ml. Průkazně nejvyšší hodnoty ZT byly zaznamenány v měsíci září (53 ml). Nejnižší hodnoty Zelenyho testu byly naměřeny v měsíci červenec a srpen (33 ml). Mezi analyzovanými hodnotami Zelenyho testu v jednotlivých měsících tohoto roku nebyl zaznamenán průkazný rozdíl.



Obr. 18. Graf průměrných hodnot Zeleného testu v letech 2008, 2009, 2010 a 2011

Z vyhodnocení naměřených hodnot Zeleného testu v průběhu čtyř sklizňových let 2008, 2009, 2010 a 2011 od měsíce září do měsíce srpna nebyla patrná žádná průkazná shoda. Naměřené hodnoty Zeleného testu byly za jednotlivé měsíce průměrovány a výsledné hodnoty byly sestaveny do grafu (obr. 19).

Průměrné hodnoty Zeleného testu se v posklizňových měsících září až listopad snižovaly. Od měsíce ledna až do měsíce dubna se průměrné měsíční hodnoty Zeleného testu v rozmezí 37–45 ml. V roce 2008 v měsíci květnu se prudce zvýšila průměrná naměřená hodnota Zeleného testu z 38 ml na 52 ml. Naopak v roce 2009 došlo k prudkému poklesu průměrných hodnot v měsíci lednu ze 49 ml na 37 ml, naproti tomu v měsíci květnu došlo k prudkému nárůstu průměrné hodnoty Zeleného testu na 53 ml.



Obr. 19. Graf průměrných měsíčních hodnot Zeleného testu

V roce 2008 byly nejvíce rozkolísány průměrné hodnoty Zeleného testu, nejvíce stabilní byly průměrné hodnoty v roce 2011. Nejnižší průměrné roční hodnoty Zeleného testu byly v roce 2008 činily 41 ml a nejvyšší průměrné roční hodnoty Zeleného testu 48 ml byly v roce 2010.

Porovnáním naměřených průměrných ročních hodnot Zeleného testu ve mlýně Kroměříž s výsledky celostátního hodnocení sklizní v rámci monitoringu potravinářských pšeníc hodnocených společnostmi Agrotest fyto, s.r.o. Kroměříž (tab. 6) bylo zjištěno, že roční průměrné hodnoty Zeleného testu naměřené ve mlýně Kroměříž byly vyšší ve všech sledovaných obdobích [52]. Ve Zlínském kraji byly v roce 2011 zjištěné hodnoty v celostátním průzkumu 43 ml, což byla o 3 ml nižší hodnota než zjištěná ve mlýně [52].

Tab. 6. Průměrné roční hodnoty Zeleného testu

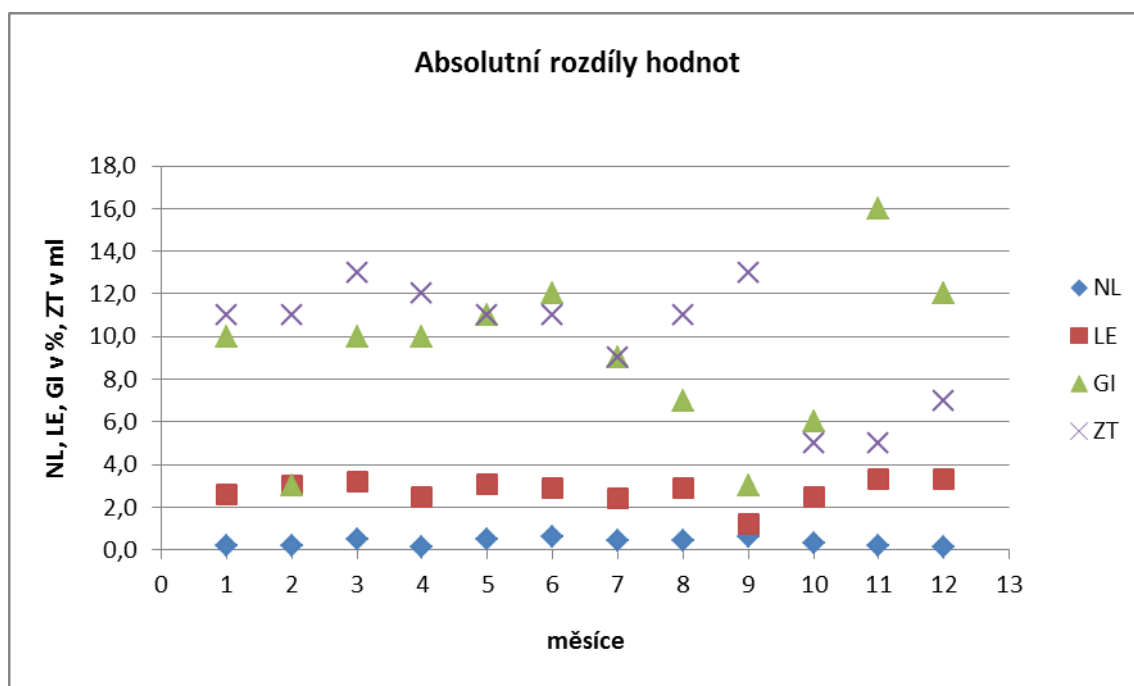
Rok	2008	2009	2010	2011
Mlýn Kroměříž skutečnost	41 ml	46 ml	48 ml	46 ml
Agrotest fyto Kroměříž	38 ml	43 ml	41 ml	45 ml

Průměrný Zelenýho test byl u analyzovaných vzorků o 11–18 ml vyšší, než požaduje (ČSN 46 1100–: 2001) [14] pro potravinářskou pšenici. Změřené průměrné roční hodnoty byly

ukazatelem dobré pekárenské kvality proteinů pšeničného zrna [53]. Dosažené průměrné hodnoty Zeleného testu ve mlýně Kroměříž překračovaly i požadavky podnikové normy PN–M–51 [37]. Ve sledovaném období všechny průměrné roční hodnoty přesahovaly stanovený limit 40 ml pro kvalitativní skupinu A [22].

8.5 Vývoj sledovaných parametrů v průběhu roku

Pro porovnání vývoje jednotlivých parametrů dusíkatých látek (NL), lepku v sušině (LE), gluten indexu (GI) a Zeleného testu (ZT) v marketingových lepek 2008, 2009, 2010 a 2011 v měsících od září (1) do srpna (12) bylo provedeno srovnání absolutních rozdílů mezi naměřenými průměrnými hodnotami, ze získaných hodnot byl sestaven graf (obr. 20).



Obr. 20. Graf absolutních rozdílů hodnot jednotlivých parametrů v letech 2008, 2009, 2010 a 2011

Absolutní hodnoty rozdílu dusíkatých látek se pohybovaly v rozmezí 0,1–0,6 %, průměrný absolutní rozdíl hodnot byl 0,34 %. Nejvyšší rozdíl hodnot dusíkatých látek byl v květnu roku 2008 (0,6 %). Analyzované hodnoty DL potvrdily, že dodávané pšenice byly od dodavatelů dodávány v kvalitativní skupině B, jen výjimečně průměrná hodnota dusíkatých látek překročila kvalitativní skupinu A [22]. Obsah dusíkatých látek byl ovlivněn předplodinou, teplotními podmínkami prostředí a ročníkem [16].

Absolutní hodnoty rozdílu mokrého lepku v sušině se pohybovaly v rozmezí 1,2–3,3 %, průměrný absolutní rozdíl hodnot byl 2,75 %. Nejvíce rozdílné hodnoty byly v měsíci květnu v roce 2008, kde byl zjištěn velký nárůst hodnot mokrého lepku v sušině pouze v jednom měsíci oproti měsíčním průměrům daného roku. Tento rozdíl mohl být způsoben vyskladňováním pšenice před novou sklizní, kdy byly vyskladňovány kvalitnější potravinářské pšenice. Srovnáním hodnot dusíkatých látek a mokrého lepku v sušině bylo zjištěno, že hodnoty absolutních rozdílů hodnot dusíkatých látek a mokrého lepku v sušině ve sledovaném časovém rozmezí odpovídaly stejnému rozložení v grafu. Tento zjištěný identický vývoj byl dán korelací dusíkatých látek a obsahu mokrého lepku v sušině [13]. Obsah proteinů v pšeničném zrně byl ovlivněn dusíkatým a draselným hnojením, teplotními podmínkami pěstování a ročníkem [58].

Absolutní hodnoty rozdílu gluten indexu ve sledovaném období byly v rozmezí 3–16 %, průměrný absolutní rozdíl hodnot gluten indexu byly 9,08 %. Rozložení hodnot v grafu bylo značně nerovnoměrné. Potravinářské pšenice, které byly v průběhu čtyř let hodnoceny, splňovaly požadavky podnikové normy na obsah gluten indexu, ale zjištěná rozkolísanost měla vliv na tažnost lepku. Těsto vyráběné z rozdílných kvalitativních partií mouky kynulo nerovnoměrně a působilo problém v průmyslových pekárnách, kde probíhala kontinuální výroba pečiva. Následně tato nesourodost kvality způsobovala problém při objemu pečiva [22,58].

Sejnou charakteristiku vykazovaly i absolutní rozdíly hodnot Zeleného testu. Zjištěné hodnoty ZT se pohybovaly v rozmezí 5–13 ml, průměrný absolutní rozdíl hodnot Zeleného testu byl 9,92 ml. Hodnocená pšenice potravinářská splňovala požadavky podnikové normy na obsah Zeleného testu, nerovnoměrnost kvality dodávek pšenice měla negativní vliv na viskoelastické vlastnosti proteinů a tím byly ovlivňovány fermentační procesy v těstě, což mělo vliv na rovnoměrný objem pečiva a vyrovnanost pekařských výrobků [22,30].

Zelený test charakterizoval kvalitu lepkové bílkoviny, hodnoty Zeleného testu pozitivně korelovaly s objemem pečiva. Tento znak selektoval dodané suroviny se špatně viskoelastickými vlastnostmi lepkové bílkoviny [16].

Kvalita pšenice potravinářské byla ovlivněna pěstební lokalitou, vliv na kvalitu mělo, zda byla potravinářská pšenice vypěstována v řepařské, kukuřičné nebo bramborářské oblasti. Dalšími vlivy, které ovlivnily kvalitu pšenice potravinářské, byla kvalita půdy a zajištění

dostatku živin hnojením. Na kvalitě pšeničného zrna se podílelo plnění agrotechnických termínů s přihlédnutím na předplodinu, která mohla mít vliv na zdravotní stav pšenice. Zdravotní stav porostů závisel na kvalitním a včasném ošetření proti škůdcům, proti růstovým a houbovým chorobám. Během vegetace ovlivňoval kvalitu pšenice potravinářské průběh počasí především teplota a množství srážek [16,54,58].

ZÁVĚR

Diplomová práce byla zaměřena na monitoring potravinářské pšenice v průběhu roku. Vzorky pšenic byly poskytnuty firmou PENAM, a.s. Analyzované vlastnosti byly dusíkaté látky, mokrá lepek v sušině, gluten index a Zelenyho test v průběhu marketingových let 2008, 2009, 2010 a 2011 v období od září do srpna následujícího roku.

Cílem práce bylo ověřit, zda sledované kvalitativní znaky potravinářské pšenice zůstaly v průběhu roku stejné. Během jednotlivých sledovaných let se neprojevil srovnatelný vývoj obsahu dusíkatých látek v potravinářské pšenici. V průběhu čtyř let se průměrné měsíční hodnoty množství dusíkatých látek pohybovaly v rozmezí 12,2–13,2 %, což potvrdilo vyrovnanost dodávaných partií pšenic. Srovnáním naměřených hodnot s požadavky podnikové normy bylo zjištěno, že kvalita dodávané pšenice byla převážně v rozmezí kvalitativní skupiny B (12%), pro mlýnské zpracování by lépe vyhovoval průměrný obsah dusíkatých látek kolem 13,5 %.

Ve sledovaném období čtyř marketingových let nebyly prokázány shodné vývoje obsahu mokrého lepku v sušině u přijímaných pšenic. Rozkolísanost průměrných hodnot byla mírně větší než u dusíkatých látek, požadavky normy se podařilo naplnit, průměrné roční hodnoty byly v rozmezí 28,7–31,0 %. Nízká průměrná hodnota mokrého lepku v sušině v roce 2008 ovlivnila kvalitu pečiva.

U sledovaného parametru gluten indexu nebyly prokázány společné charakteristické znaky vývoje kvality potravinářské pšenice během let 2008, 2009, 2010 a 2011. Nevyrovnanost obsahu gluten indexu v jednotlivých letech byla větší než u dvou předchozích parametrů. Průměrné roční hodnoty gluten indexu 85–88 %, splnily požadavek normy kvalitativní skupiny A (70 %).

U parametru Zelenyho testu se nepotvrdila jakákoli závislost v průběhu sledovaného období. Rozkolísanost průměrných hodnot byla větší než u dusíkatých látek a mokrého lepku v sušině, analyzované hodnoty Zelenyho testu nekopírovaly nevyrovnanost průměrných hodnot gluten indexu. Průměrné roční hodnoty Zelenyho testu 41–48 ml ve všech hodnocených letech splňovaly požadavky normy kvalitativní skupiny A (40 ml).

Pšeničné zrno je živým organismem, který prochází po sklizni obdobími dormance a posklizňového dozrávání. Podléhá celé řadě endo i exogenních faktorů, které mohou způsobit snížení konzumní hodnoty. Na kvalitu obilného zrna po sklizni má vliv kvalita uskladnění,

záleží, zda byla pšenice uskladněna v silech či na hromadách, zda bylo zrno ošetřeno aktivním větráním nebo zda bylo před uskladněním zchlazeno.

Nevyrovnanost získaných výsledků dokázala, že dodávky pšenice byly homogenizovány na požadovaný obsah dusíkatých látek, toto tvrzení potvrdila vyrovnanost průměrných měsíčních hodnot dusíkatých látek v rozmezí 1 %. Hodnocený kvalitativní parametr dusíkatých látek dostatečně nepostihoval kvalitu lepkových proteinů. Kvalita lepkových proteinů byla kontrolována ostatními měřenými parametry. Obsah mokrého lepku v sušině byl nejméně rozkolísaný neboť mezi obsahem lepku a obsahem dusíkatých látek existovala korelace. Nevyrovnanost průměrných hodnot gluten indexu a Zelenyho testu potvrdila, že ke zpracování byly použity i partie pšenice potravinářské, které byly namíchány z pšenice potravinářské kvality a z pšenice krmné, která dosáhla potřebného obsahu dusíku.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] SOUČEK, J. Dějiny pravěku a starověku, SPL Práce 1995, s 12-13, ISBN 80-86287-21-1
- [2] ČESAL, A., HERZINGER, R. Magická řemesla, Nakladatelství Rodiče s.r.o. Praha 2002 ISBN 80-86695
- [3] ŠTĚPÁN, L., KŘIVANOVÁ, M. Dílo a život mlynářů a sekerníků v Čechách. Nakladatelství AGRO Praha 2000 ISBN 7203-254-2
- [4] KUČEROVÁ, J. Technologie cereálií. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2004, s.141
- [5] ŠAŠKOVÁ, D., ŠTOLFA, V. Trávy a obiloviny. Artia a.s. a Grant s.r.o. Praha 1993 ISBN 80-85805-03-2
- [6] KULP, K., PONTE, J. G. Handbook of Cereal Science and Technology. Second Edition, Revised and Expanded. New York, Marcel Dekker, Inc. 2000, 790 s.
- [7] PECEN: časopis PENAM, a.s. Vydává PENAM, a.s., 2012, č. 4., 4 x ročně
- [8] ŠTĚPÁN, L., (ed.). Dílo mlynářů a sekerníků v Čechách II. Nakladatelství AGRO Praha 2008 ISBN 978-80-257-0015-0
- [9] POSPÍŠIL, A. Mlýny a mlynáři ve staletích. TYPOseris Holešov 2003
- [10] FILIP, P. Svaz průmyslových mlýnů ČR, Mlynářská ročenka 2009, Svaz průmyslových mlýnů České republiky, Nakladatelství 5P Praha, 208 s., ISBN 978-80-254-4264-7
- [11] FILIP, P. Mlýnský průmysl v roce 2008, Mlynářská ročenka 2007, Svaz průmyslových mlýnů České republiky, Nakladatelství 5P Praha, s. 199, ISBN 978-80-239-8627-3
- [12] BLABLOVÁ, H. Mlýn Kroměříž, referent personalistiky, PENAM, a.s. – osobní sdělení
- [13] BONJEAN, A. P., ANGUS, W. J. The World Wheat Book I., INTERCEPT LT, 1131 s., ISBN 1-898298-72-6

- [14] PŘÍHODA, J., HRUŠKOVÁ, M., SKŘIVAN, P. Hodnocení kvality. Mlynářské noviny 2007, s. 187, ISBN 978-80-239-9475-9
- [15] PŘÍHODA, J., SKŘIVAN, P., HRUŠKOVÁ, M. Cereální chemie a technologie I, VŠCHT v Praze 2006, s. 187, ISBN 80-7080-530-7
- [16] PRUGAR, J., (ed.). Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí, Výzkumný ústav pivovarnický a sladařský, a.s., Praha 2008, s. 327, ISBN 978-80-86576-28-2
- [17] PÁNEK, J., POKORNÝ, J., DOSTÁLOVÁ, J. Základy výživy a výživová politika, Praha:VŠCHT, 1. vyd., 2002, 219 s. ISBN 80-7080-468-8
- [18] HRABĚ, J., BUŇKA, F., HOZA, I. Technologie výroby potravin rostlinného původu pro kombinované studium. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008, s. 7-46, ISBN 978-80-7318-520-6
- [19] VELÍŠEK, J. (ed.). Chemie potravin, OSSIS Tábor, 1. sv., 2002, s 27–29, ISBN 80-86659-00-3
- [20] ČSN 46 1011–2, Zkoušení obilovin, luštěnin a olejnin. Smyslové zkoušení Český normalizační institut, 2001
- [21] ČSN 46 1011–3, Zkoušení obilovin, luštěnin a olejnin. Stanovené napadení skladištními škůdci, Český normalizační institut, 1988
- [22] PN–M–51, Pšenice potravinářská A, B, C, PENAM, a.s., 2012
- [23] ČSN EN ISO 24 333, Obiloviny a výrobky z obilovin – Vzorkování. Český normalizační institut, 2010
- [24] LN–M–4. Zkoušení obilovin. Stanovení příměsí a nečistot, PENAM, a.s., 2010
- [25] ČSN ISO 7700–1, Kontrola kalibrace vlhkoměrů. Část 1: Vlhkoměry pro obiloviny. Český normalizační institut, 1993
- [26] ČSN EN ISO 712, Obiloviny a výrobky z obilovin. Stanovení vlhkosti. Referenční metoda. Český normalizační institut, 2010
- [27] ČSN EN ISO 7971-3, Obiloviny - Stanovení objemové hmotnosti zvané "hektolitrová váha" Část 3: Rutinní metoda, Český normalizační institut, 2010

- [28] ČSN EN ISO 3093, Pšenice, žito a pšeničná a žitná mouka, pšenice tvrdá (durum) a semolina z pšenice tvrdé - Stanovení čísla poklesu podle Hagberga-Pertena Český normalizační institut, 2011
- [29] PN 252/95, Postup pro analýzu pšenice a mlýnských výrobků z pšenice metodou NIR spektroskopie, O. K. SERVICE LABORATORNÍ TECHNIKA s.r.o. Praha 9, Odlehlá ul. 37, 1995
- [30] PŘÍHODA, J., HUMPOLÍKOVÁ, P., NOVOTNÁ, D., Základy pekárenské technologie, Pekař cukrář s.r.o., Praha 2003, s. 43, ISBN 80-902922-1-6
- [31] PN 235/93, Stanovení lepku a lepkového indexu (gluten indexu) na přístroji Glutomatic. PENAM, a.s., 1993
- [32] ČSN 46 1011-9, Zkoušení obilovin, luštěnin a olejnin. Zkoušení obilovin. Stanovení mokrého lepku. Stanovení tažnosti. Stanovení bobtnavosti lepku. Český normalizační institut, 1988
- [33] ČSN EN ISO 27971, Obiloviny a výrobky z obilovin - Pšenice obecná (*Triticum aestivum* L.) - Stanovení vlastností těsta z komerčně dostupné nebo pro zkušební účely určené mouky při konstantní hydrataci pomocí alveografu a metodika zkušebního mletí, Český normalizační institut, 2009
- [34] Česko. Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 305 ze dne 6. května 2004, kterou se stanoví druhy kontaminujících a toxikologicky významných látek a jejich přípustné množství v potravinách. In Sbírka zákonů, Česká republika. 1996, částka 100, s. 6398-6406. Dostupný také z WWW: http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=305/2004&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy. ISSN 1211-1244
- [35] Evropa. NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 1881/2006 ze dne 19. prosince 2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách Dostupný také na WWW
https://www.email.cz/download/i/KA8e9v_EGZuA199E1wNDGSax7DRt--sk93qhNy4FQ6r29zi-Wpni_pcqGWwjNqV4nkIxhAo/1881_2006.pdf
- [36] Evropa. NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 420/2011 ze dne 29. dubna 2011,

kterým se mění nařízení (ES) č. 1881/2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách Dostupný také na

https://www.email.cz/download/i/NEK-w7Vbrq1hqL6A2jfwZFE8P-EKqBJ9G-ohj34srFd9ciyyJaxRM4C3SjmMQ1bFqc9iUZU/420_2011.pdf

- [37] Evropa. NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 2073/2005 ze dne 15. listopadu 2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny Dostupný také na http://www.email.cz/download/i/x0I8XCJfq0bDX5nO8LTpgxiXRp5LN118AKQ7WGqeGtH5uuqQfIdYVLkMw9ZFGGE_i4CTb7mw/2073_2005.pdf

- [38] Evropa. NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 1441/2007 ze dne 5. prosince 2007, kterým se mění nařízení (ES) č. 2073/2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny Dostupný také na WWW https://www.email.cz/download/i/089-XgndBnmRvx65Syyrgd4ZBJyoeKzALhHPbUfQ1526yvKIgGaVv-SgdSLng3gJqqZ7JI/1441_2007.pdf

- [39] Evropa. NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 365/2010 ze dne 28. dubna 2010, kterým se mění nařízení (ES) č. 2073/2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny, pokud jde o Enterobacteriaceae v pasterizovaném mléce a v dalších pasterizovaných tekutých mléčných výrobcích a o *Listeria monocytogenes* v potravinářské soli Dostupný také na WWW https://www.email.cz/download/i/Ov2ckN1DsFOwNJdz95Clh0yrEtJUn0FrFZUs178oZ3HSyZUssLOEYG1Adwr5TAMWtFiPIIA/365_2010.pdf

- [40] Evropa. NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 1086/2011 ze dne 27. října 2011,

kterým se mění příloha II nařízení (ES) č. 2160/2003 Evropského parlamentu a Rady a příloha I nařízení Komise (ES) č. 2073/2005, pokud jde o salmonelu v čerstvém drůbežím mase Dostupné také na WWW

https://www.email.cz/download/i/NEK-w7Vbrq1hqL6A2jfwZFE8P-EKqBJ9G-ohj34srFd9ciyyJaxRM4C3SjmMQ1bFqc9iUZU/420_2011.pdf

- [41] Česko. Zákon č. 110 ze dne 24. dubna 1997, o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů. In Sběrka zákonů, Česká republika. 1997, částka 38, s. 2178-2188.

Dostupný také z WWW: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=110/1997&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy>. ISSN 1211-1244.

- [42] Česko. Zákon č. 224/2008 Sb., úplné znění zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, jak vyplývá ze změn provedených zákonem č. 119/2000 Sb., zákonem č. 306/2000 Sb., zákonem č. 146/2002 Sb., zákonem č. 131/2003 Sb., zákonem č. 274/2003 Sb., zákonem č. 94/2004 Sb., zákonem č. 316/2004 Sb., zákonem č. 558/2004 Sb., zákonem č. 392/2005 Sb., zákonem č. 444/2005 Sb., zákonem č. 229/2006 Sb., zákonem č. 296/2007 Sb. a zákonem č. 120/2008 Sb., zákon o potravinách a tabákových výrobcích. In Sbirka zákonů, Česká republika. 2008, částka 70, s. 3203-3226. Dostupný také z WWW: http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=224/2008&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy>. ISSN 1211-1244
- [43] Česko. Zákon č. 91 ze dne 15. března 1996, o krmivech, ve znění pozdějších předpisů. In Sbirka zákonů, Česká republika. 1996, částka 31, s. 1064-1071. Dostupný také z WWW: < http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=91/1996&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy>. ISSN 1211-1244
- [44] Česko. Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 333 ze dne 17. 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. In Sbirka zákonů, Česká republika. 1997, částka 111, s. 6786-6809. Dostupný také z WWW: < http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=333/1997&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy> ISSN 1211-1244
- [45] Návod k obsluze, Řídicí systém mlýna firma Proko Syter s.r.o. 2012

- [46] BELDEROK, B., MESDAG, J., DONNER, D. A. Bread-Making Quality of Wheat. A century of breeding in Europe. Part One: Developments in bread-making processes. Part Two: Breeding for bread-making quality in Europe. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 2000, 416 s.
- [47] HAMER, R. J a HOSENEY, R. C. Interactions: The Key to Cereal Quality. St. Paul, American Association of Cereal Chemists, 1998, 173 s.
- [48] ANONYM, The practise of flour milling, Dimbleby printers limited, 2nd Revised edition 1979, s. 567
- [49] DENDY, D. A. V., DOBRASZCZYK, B. J. Cereals and Cereal Products. Chemistry and Technology. Gaithersburg, Aspen Publishers, 2001, 429 s.
- [50] ČSN 56 0512–12, Metody zkoušení mlýnských výrobků. Stanovení obsahu bílkovin, Český normalizační institut, 1995
- [51] ČSN ISO 5529, Pšenice – Stanovení sedimentačního indexu – Zelenyho test, Český normalizační institut 2000
- [52] POLIŠENSKÁ, I., JIRSA, O., PALÍK, S. Kvalita potravinářské pšenice a žita 2011, Mlynářská ročenka 2012, Svaz průmyslových mlýnů České republiky, Nová tiskárna Pelhřimov, ISSN 1214-6374
- [53] BUREŠOVA, I., PALÍK, S. Kvalita potravinářské pšenice ze sklizně 2008, Mlynářská ročenka 2009, Svaz průmyslových mlýnů České republiky, Nová tiskárna Pelhřimov, ISBN 978-80-254-4264-7
- [54] BUEŠOVÁ, I., PALÍK, S. Počasí jako faktor pekárenské kvality pšeničného zrna. Obilnářské listy, 17, č. 1, 2009, s. 11-14.
- [55] PN–M–23–01, Pšeničná mouka polohrubá, PENAM, a.s., 2009
- [56] PN–M–25–02, Pšeničná mouka hladká světlá, PENAM, a.s., 2010
- [57] PN–M–29–02, Pšeničná mouka hladká světlá chlebová, PENAM, a.s., 2012
- [58] ZIMOLKA, J., (ed.), Pšenice, pěstování, hodnocení a užití zrna, Profis Přes s.r.o., 2005, ISBN 80-86726-09-6

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

kDa	kilodaltony
–OH	Hydroxylová skupina
–CO–NH	Peptidová vazba
PN	Podniková norma
A	Kvalitativní skupina pšenice nejvyšší kvality v mezích normy
B	Kvalitativní skupina pšenice průměrné kvality v mezích normy
C	Kvalitativní skupina pšenice nejnižší kvality v mezích normy
EN	Evropské nařízení
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci
PN–M	Podniková norma mlýn
P/L	Poměrové číslo
NPM	Nejnižší přípustné množství
NMH	Nejvyšší mezní hodnota
MZe	Ministerstvo zemědělství
MZd	Ministerstvo zdravotnictví
NIR	Blízké infračervené záření
N–látek	Dusíkaté látky
H ₂ SO ₄	Kyselina sírová
NaCl	Chlorid sodný
NL	Dusíkaté látky
LE	Mokrý lepek v sušině
GI	Gluten index
ZT	Zeleného test

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Anatomie obilky.....	17
Obr. 2. Obsah hlavních typů sacharidů v jednotlivých částech pšeničného zrna.....	18
Obr. 3. Znázornění glykosidických vazeb α -1,4 a α -1,6.....	20
Obr. 4. Představa struktury gliadinu.....	23
Obr. 5. Představa struktury gluteninu.....	23
Obr. 6. Technologické schéma příjmu potravinářské pšenice.....	35
Obr. 7. Technologické schéma čítění potravinářské pšenice.....	37
Obr. 8. Technologické schéma mletí potravinářské pšenice.....	38
Obr. 9. Technologické schéma míchání a expedice pšeničných mouk.....	39
Obr. 10. Inframatic 8600.....	44
Obr. 11. Glutomatic Perten Instruments GL 2200 a odstředivka Pertem Instruments 2015.....	45
Obr. 12. Graf průměrných hodnot dusíkatých látek v letech 2008, 2009, 2010 a 2011.....	47
Obr. 13. Graf průměrných měsíčních hodnot dusíkatých látek.....	48
Obr. 14. Graf průměrných hodnot lepku v sušině v letech 2008, 2009, 2010 a 2011.....	50
Obr. 15. Graf průměrných měsíčních hodnot mokrého lepku v sušině.....	51
Obr. 16. Graf průměrných hodnot gluten indexu v letech 2008, 2009, 2010 a 2011.....	53
Obr. 17. Graf průměrných měsíčních hodnot gluten indexu.....	54
Obr. 18. Graf průměrných hodnot Zeleného testu v letech 2008, 2009, 2010 a 2011.....	56
Obr. 19. Graf průměrných měsíčních hodnot Zeleného testu.....	57
Obr. 20. Graf absolutních rozdílů hodnot jednotlivých parametrů v letech 2008, 2009, 2010 a 2011.....	58

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Povolené hodnoty kontaminujících látek.....	33
Tab. 2. Povolené hodnoty kontaminujících látek.....	34
Tab. 3. Průměrné roční hodnoty dusíkatých látek.....	49
Tab. 4. Průměrné roční hodnoty lepku v sušině.....	52
Tab. 5. Průměrné roční hodnoty gluten indexu.....	54
Tab. 6. Průměrné roční hodnoty Zeleného testu.....	57