

Závislost pekárenských vlastností žita na čísle poklesu a podmínkách pečení

Bc. Renata Havlíková

Diplomová práce
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav analýzy a chemie potravin

akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Bc. Renata HAVLÍKOVÁ
Osobní číslo: T10509
Studijní program: N 2901 Chemie a technologie potravin
Studijní obor: Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin

Téma práce: Závislost pekárenských vlastností žita na čísle poklesu a podmínkách pečení

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

- 1. Chemické složení žitného zrna**
- 2. Srovnání žitného a pšeničného zrna**
- 3. Hodnocení technologické jakosti žitného zrna**

II. Praktická část

- 1. Materiál a metody**
- 2. Výsledky a diskuse**

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. PETR, J.; BENEŠ, F.; LACHMAN, J.; MARTINEK, P.; MUDŘÍK, Z.; POLÁČKOVÁ, J.; PŘÍHODA, J.; ŘÍHA, K.; VÁŇOVÁ, M. Žito a tritikale. Biologie, pěstování, kvalita a využití. Profi Press, Praha 2008, 192s., ISBN 978-80-86726-29-8
2. LEKEŠ, J. Žito, Státní zemědělské nakladatelství, Praha 1990, 247s., ISBN 80-209-0159-0
3. PŘÍHODA, J.; NOVOTNÁ, D.; HUMPOLÍKOVÁ, P. Základy pekárenské technologie. Pekař a cukrář, Praha, 2003, 363 s., ISBN 80-902922-1-6
4. PŘÍHODA, J.; HRUŠKOVÁ, M. Mlýnářská technologie, Svazek 1, Svaz průmyslových mlýnů České republiky, Praha 2007, 187s, ISBN 978-80-239-9475-9
5. PRUGAR, J. (Ed.). Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 327s., ISBN 978-80-86576-28-2

Vedoucí diplomové práce:

Mgr. Iva Burešová, Ph.D.

Ústav technologie a mikrobiologie potravin

Datum zadání diplomové práce:

6. ledna 2012

Termín odevzdání diplomové práce:

21. května 2012

Ve Zlíně dne 15. února 2012


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

.....

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 závislostí pekárenských vlastností žita na čísle poklesu a podmínkách pečení. Teoretická část je zaměřena na chemické složení žitného zrna a srovnání zrna pšeničného a žitného. Dále je v teoretické části uveden popis hodnocení technologické jakosti žitného zrna a využití žita.

Praktická část je zaměřena na zjištění vlivu čísla poklesu a podmínek pečení na pekařskou kvalitu žita. Výzkum probíhal na pěti vzorcích žitné mouky s odlišnými čísly poklesu. Tyto vzorky byly pečeny volně a ve formě. Ze statistického zpracování získaných výsledků vyplývá, že vliv čísla poklesu a podmínek pečení na kvalitu bochníku je statisticky významný. Číslo poklesu a způsob pečení významným způsobem ovlivňuje šířku a výšku bochníku, zatímco na hmotnost a objem pečiva nemá ani jeden z faktorů statisticky průkazný vliv.

Klíčová slova: žito (*Secale cereale* L.), žitná mouka, číslo poklesu, pekařský pokus

ABSTRACT

This diploma thesis is aimed on the evaluation of the effect of Hagberg Falling number and baking conditions on the rye bread quality. The theoretical part focuses on the chemical composition of rye grain, the comparison of wheat and rye grain characteristics, the description of the quality evaluation of rye grain and the possibilities of rye end-use.

The practical part is focused on the evaluation of the influence of Hagberg Falling number and baking conditions on the quality of rye bread. The research was conducted on 5 samples of rye flour with various values of Hagberg Falling number. The bulk bread and pan bread were prepared. The effect of Hagberg Falling number and baking conditions on the quality of rye bread were significant. The Hagberg Falling number and baking conditions significantly affected width and height of loaf, whereas the effect of any of the investigated factors on weight and volume of loaf was not significant.

Key words: rye (*Secale cereale* L.), rye flour, Hagberg Falling number, baking test

Děkuji především vedoucí mé diplomové práce Mgr. Ivě Burešové, Ph.D. za odbornou pomoc, trpělivost, poskytnuté konzultace a cenné rady k vyhodnocení výsledků této diplomové práce.

Mé velké poděkování patří mému spolužákovi Bc. Miroslavu Lichnovskému z firmy Mlýn Herber spol. s r. o. Vávrovice za poskytnutí vzorků žitné mouky a za umožnění realizace měření čísla poklesu u těchto vzorků.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Prohlašuji, že jsem na diplomové práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uvedena jako spoluautorka.

Ve Zlíně

.....

podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 ŽITNÉ ZRNO	11
1.1 CHEMICKÉ SLOŽENÍ ŽITNÉHO ZRNA	11
1.1.1 Sacharidy	11
1.1.2 Bílkoviny	13
1.1.3 Tuky	14
1.1.4 Vitaminy.....	15
1.1.5 Minerální látky	15
2 KRITÉRIA TECHNOLOGICKÉ JAKOSTI ŽITA	16
2.1 MLYNÁŘSKÁ JAKOST.....	16
2.1.1 Objemová hmotnost zrna	16
2.1.2 Stanovení hmotnosti tisíce semen	16
2.2 PEKAŘSKÁ JAKOST	17
2.2.1 Číslo poklesu	17
2.2.2 Amylografická hodnota.....	18
3 VYUŽITÍ ŽITA	19
3.1 TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY MOUKY	19
3.1.1 Čištění a příprava obilí k mletí.....	20
3.1.2 Mletí žita	20
3.1.3 Třídění meliva na rovinných vysévačích a čištění krupic a krupiček na čističkách.....	21
3.1.4 Míchání a skladování mouky.	21
3.2 ŽITNÁ MOUKA	21
3.3 ZMĚNY MOUKY BĚHEM ZRÁNÍ.....	23
3.3.1 Změny vlhkosti.....	23
3.3.2 Změna barvy.....	23
3.3.3 Změny kyselosti	23
3.3.4 Změny lipidických složek	24
3.4 PŘÍPRAVA TĚSTA S ŽITNOU MOUKOU	24
II PRAKTICKÁ ČÁST	25
CÍL PRÁCE	26
4 MATERIÁL A METODIKA	26
4.1 MATERIÁL	26
4.2 METODIKA PRÁCE	26
4.2.1 Vlhkost	26
4.2.2 Obsah popela	27
4.2.3 Číslo poklesu	27
4.2.4 Pekařský pokus.....	28
4.2.5 Statistická analýza dat (ANOVA)	29
4.2.5.1 Jednofaktorová ANOVA	29
4.2.5.2 Dvoufaktorová ANOVA.....	29
5 VÝSLEDKY A DISKUSE	30

5.1	NAMĚŘENÉ TECHNOLOGICKÉ PARAMETRY ŽITNÉ MOUKY	30
5.2	VÝSLEDKY PEKAŘSKÉHO POKUSU	32
5.2.1	Vliv způsobu pečení	32
5.2.2	Vliv čísla poklesu	36
5.2.3	Vliv čísla poklesu a způsobu pečení	40
ZÁVĚR		44
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		45
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK		50
SEZNAM OBRÁZKŮ		51
SEZNAM GRAFŮ		51
SEZNAM TABULEK		52
SEZNAM PŘÍLOH		53
PŘÍLOHA A		54

ÚVOD

Žito (*Secale cereale* L.) je mladším obilným druhem než pšenice, ječmen, ale i oves. Jako samostatná plodina se objevilo přirozeným výběrem z porostů pšenice, kterou zaplevelovalo. Při postupu pšenice na sever do drsnějších, pro ni méně příznivých podmínek, žito převládlo, až zůstalo téměř v čisté kultuře. Nejstarší nálezy žita pocházejí z doby bronzové. V době železné a Říše římské bylo již žito rozšířeno severně od Alp a východně od Rýna. V dobách Keltů, Germánů a příchozích Slovanů bylo žito jejich oblíbenou chlebovou obilovinou. [1, 2]

V našich podmínkách se žito pěstovalo hojně od pozdního středověku a hrálo roli v primitivních hospodářstvích. Až do počátku 20. století bylo nejrozšířenější obilninou v Čechách. V padesátých letech minulého století však nastal dramatický pokles osevních ploch žita, protože neobstálo při nástupu intenzivních způsobů pěstování obilnin. Osud žita jako chlebového obilí se zdál ohrožen, protože pokles osevních ploch v posledních desetiletích byl velmi dramatický. Ukazuje se však, že poptávka po kvalitním žitném chlebu je trvalá a pro řadu předností může ještě stoupat. U žitného chleba se oceňuje přirozenost v jeho přípravě a také nižší glykemický index než mají potraviny vyrobené z mouky pšeničné. [1, 3]

Pokles spotřeby pečených výrobků s významným podílem žitné mouky je nesporně nepříznivým ukazatelem, neboť znamená, že v průběhu přibližně poloviny století podstatně klesá v naší cereální stravě podíl vysokovazných koloidních složek – polysacharidů žita a ječmene. U obou těchto skupin polysacharidů byl prokázán ochranný efekt na střevní sliznici a regulaci krevního cholesterolu. Je možné, že i tento posun v základní stravě přispívá k naší současné nepříznivé mezinárodní pozici ve výskytu chorob tlustého střeva. [3, 4]

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ŽITNÉ ZRNO

Žitné zrno (obrázek č. 1) je velmi podobné pšeničnému. Délka zrna je 4,4–10 mm a šířka 1,5–3,5 mm. Obalové vrstvy jsou bohaté na arabinoxylany, celulózu a lignin tvořící vlákninu. Aleuronová vrstva obsahuje velké množství minerálních látek. Sušina žitného zrna obsahuje 9–12 % bílkovin, které mají podstatně menší technologický význam než bílkoviny pšeničné, ale obsahují více esenciálních aminokyselin, což zvyšuje jejich nutriční hodnotu. [5, 6]



Obr. 1. Obilky původních forem žita *Secale cereale* varuále. [1]

1.1 Chemické složení žitného zrna

Při hodnocení nutriční a technologické jakosti se vychází z látkového složení žitného zrna, které tvoří především sacharidy, bílkoviny, tuky, minerální látky, vitaminy a další minoritní složky. [7]

1.1.1 Sacharidy

Žito obsahuje kolem 70 % technologicky významných sacharidů. Glukóza se ve zdravém žitě prakticky nevyskytuje (0,05 %). Zrno žita však obsahuje větší množství fruktózy a sacharózy než zrno pšenice. Maltóza vzniká rychle při klíčení, její obsah nad 3,5 % svědčí o poškození zrna porůstáním. Základem pekařské jakosti žita jsou sacharidy společně se souvisejícími enzymy, tzv. amylázo-škrobový komplex. [5, 7]

Největší podíl sacharidů připadá na škrob, který se vyznačuje mazovatěním při teplotách již kolem padesáti pěti stupňů celsia a je snáze degradovatelný ve srovnání s ostatními obilnými škroby. Větší škrobová zrna mazovatěji nejdříve. Průběh mazovatění škrobu s dalšími bobtnavými látkami (pentózany a slizy) rozhoduje o vzhledu, vyklenutí, objemu a organoleptických vlastnostech chleba. Hydrolyza škrobu je řízena amylázami, které mají ztekucující, dextrinační a zcukřující účinky. β -amyláza rozkládá hlavně amylózu, amylopektin pouze zčásti. α -amyláza je enzym, který způsobuje štěpení molekul amylózy i amylopektinu zevnitř na celky o nízkém počtu glukózových jednotek. Může tedy štěpit v libovolném množství řetězce, a v případě amylopektinu může odštěpovat jak z volných koncových řetězců, tak i dále ve větvené struktuře za vazbami α -1,6. Její aktivita je ve zralých neporušených obilkách dost nízká. Pokud však dojde k naklíčení zrna, její aktivita silně vzroste. Klíčící rostlina totiž nemůže pro pokrytí svých energetických potřeb využít škrob v původní formě, ale musí si pomoci amyláz škrob rozštěpit na složky, které může organismus metabolizovat, což jsou především jednoduché cukry. [5, 25]

Obilí s narušeným škrobem, resp. z něho vymletá mouka, mohou být pro zpracování zcela nevhodné, pokud poškození škrobu dosáhlo významného podílu. Pokud jsou v mouce již narušená zrna škrobu a vysoká aktivita α -amylázy, dochází rychleji k hydrolyze škrobu již během fermentace v těstě, což má za následek příliš rychlou tvorbu nízkomolekulárních cukrů a lepivost těsta. Při pečicím procesu pak α -amyláza, která má optimum aktivity při vyšších teplotách, silně naruší strukturu těsta, neboť narušený škrob nemá kapacitu k udržení dostatečného množství vody ve střídě. Pečivo má pak nekvalitní střídu, mazlavou či drobivou podle stupně poškození. [9, 10, 11]

Z neškrobových polysacharidů v žitné mouce mají technologicky nejdůležitější funkci pentózany, jejichž obsah činí 7–9 %. Významnou vlastností pentózanů je rozpustnost ve vodě a tvorba vysoce viskózních roztoků. Jedná se o bobtnavé látky o různém stupni polymerace. Nacházejí se především v buněčných stěnách, zejména obalových vrstvách, aleuronových buňkách a jsou přítomny i v endospermu zrna. Rozlišují se pentózany ve vodě nerozpustné, nacházející se v buněčných stěnách a pentózany rozpustné ve vodě, jež jsou uvnitř buněk. Jejich vzájemný poměr není fixní, na rozpustné připadá 25–38 %. Pentózany jsou vysoce hydrokopické, a proto v těstě vážou značné množství vody a vstupují do interakcí s proteiny a škrobem. Tím ovlivňují fyzikální vlastnosti

těsta a následně i hotového výrobku. Zvyšují výtěžnost těsta a objem pečiva. Voda se při zahřátí těsta v peci uvolňuje, zůstává ve střídě a je využita při mazování škrobu a bobtnání nerozpustných pentózanů. Tato role je u žitného těsta zvláště důležitá, jelikož nahrazují úlohu lepku tím, že pomáhají vytvořit a udržet strukturu těsta, zadržují vodu, což zpomaluje retrogradaci škrobu. Tím je zpomaleno vysychání chleba a prodloužena jeho čerstvost. Ve srovnání s lepkovými bílkovinami jsou žitné pentózy schopny vázat na svůj hmotnostní podíl několikanásobně větší množství vody a spolu s žitnými bílkovinami a škrobem tvoří zejména rozpustné pentózy základ struktury žitných těst. Obsah vlákniny je v žitných chlebech závislý na stupni vymletí mouky a kolísá od 3 do 10 %. [12, 13, 15]

1.1.2 Bílkoviny

Žito pěstované v našich podmínkách obsahuje 9–12 % bílkovin. Na jejich množství se podílí mnohem víc agroekologické podmínky během vegetace než odrůda. Žitné bílkoviny mají technologicky menší význam než pšeničné. Avšak žitné bílkoviny mají vyšší obsah albuminů a globulinů bohatých na esenciální aminokyseliny, což znamená, že biologická hodnota žitných bílkovin je vyšší než u pšenice. Z dalších esenciálních aminokyselin je v žitě více methioninu, valinu, argininu a threoninu (tabulka č. 1). Nejvyšší podíl bílkoviny vykazují klíčky a hrubé otruby, nejnižší málo vymleté výrazkové mouky. Tmavé a celozrnné chleby je tedy možné pokládat za hodnotnější i z hlediska obsahu bílkovin. Obsah bílkovin v žitě je technologicky významný, neboť spolupůsobí na vyšší schopnost žitné mouky vázat vodu i na lepší konzistenci těsta. [14, 16]

Tab. 1. Aminokyselinové složení žita a pšenice. [9]

Aminokyseliny v g/100g	Žito	Pšenice
LYSIN	3,49	2,10
HISTIDIN	2,14	2,31
ARGININ	4,55	3,67
KYSELINA ASPARAGOVÁ	6,82	3,43
THREONIN	3,26	2,51
SERIN	4,11	4,07
KYSELINA GLUTAMOVÁ	30,51	40,53
PROLIN	15,29	12,54
GLYCIN	3,82	3,60
ALANIN	4,06	2,88
CYSTEIN	2,65	2,49
VALIN	5,22	4,34
METHIONIN	2,15	1,70
ISOLEUCIN	4,21	3,94
LEUCIN	6,65	7,11
TYROSIN	2,16	2,48
PHENYLALANIN	5,16	6,09

1.1.3 Tuky

Nižší obsah tuků (2 %) oproti pšenici souvisí s částečně odlišným rozvrstvením lipidů v žitném zrně, kde jsou ve větší míře rozptýleny do endospermu. Nutričně významným představitelem je lecitin. Pokud jde o složení tuků, je v žitě poněkud vyšší obsah kyseliny linolové než v pšenici. Kyselina linolová patří mezi nenasycené mastné kyseliny, které podléhají velmi snadno oxidaci, což má za následek žluknutí mouky při delším skladování. Hydrolytické žluknutí mouky se projevuje zvýšenou kyselostí. Z dalších lipidů je třeba zmínit lipofilní pigmenty. V obilovinách se vyskytují zejména karotenoidy. Lipidy při pečení chlebových výrobků ovlivňují částečně strukturu i stabilitu těsta, zejména v souvislosti s průběhem mazovatění škrobu. [12, 16]

1.1.4 Vitaminy

Obsah vitaminů v žitě kolísá, jsou nepravidelně rozloženy v zrně a ve značném množství jsou obsaženy v aleuronové vrstvě, štitku a klíčku. Během technologických procesů se část vitaminů ztrácí. Avšak do otrub a ostatních odpadů jich odchází u žita méně než u pšenice. Ke ztrátám vitaminů dochází také při špatném skladování. Ztráty při pečení se pohybují okolo 20–30 %. [9]

V žitu jsou přítomny vitaminy B₁ (thiamin), B₂ (riboflavin), niacin a kyselina pantothenová. V klíčících obilkách je přítomen vitamin C. V klíčku je ve značném množství zastoupen také vitamin E a další nutričně významné látky. Přidávání obilných klíčků do mouky má proto značný význam pro racionální výživu. [17]

1.1.5 Minerální látky

Souhrnně se označují tyto látky jako popeloviny, tzn. anorganický zbytek po spálení rostlinného materiálu. Obsah popela se v celých žitných zrnech pohybuje v rozmezí 1,25–2,5 %, z toho většinu tvoří fosfor a draslík. V menší míře je přítomna síra, hořčík, vápník, sodík, křemík a železo. Aleuronová vrstva a osemení vykazují nejvyšší obsah minerálních látek, v endospermu je jich nejméně. Při vyšším obsahu bílkovin v menších zrnech je koncentrace minerálních látek větší. Kolísání minerálních látek vede při typizaci mouk ke značným rozdílům v jejich výtěžnosti. Množství minerálních látek je hlavním ukazatelem vymletí mouky. Nepříznivé jsou rostoucí hodnoty olova, kadmia a rtuti, zvláště v oblasti silného znečištění ovzduší a půdy. [10, 16]

2 KRITÉRIA TECHNOLOGICKÉ JAKOSTI ŽITA

Požadavky na kvalitu a vhodnost žita pro mlýnské a potravinářské využití jsou stanoveny v ČSN 46 1100-4 Obiloviny, potravinářské-část: Žito, platné od 1. 7. 2002. Žitné zrno musí být vyzrálé s typickou barvou, bez živých škůdců, cizích pachů a zdravotně nezávadné. Musí dále splňovat hodnoty kvalitativních parametrů uvedených v tabulce č. 2. [18, 36]

Tab. 2. Fyzikální a chemické vlastnosti zrna žita pro mlýnské zpracování. [18]

Parametr	Limit
Objemová hmotnost	min. 70,0 kg/hl
Číslo poklesu (vzorek 7g)	min. 120 s
Příměsi a nečistoty	max. 12,0 %
1. zlomky zrn	max. 5,0 %
2. zrnové příměsi	max. 5,0 %
- tepelně poškozená zrna	max. 1,5 %
3. porostlá zrna	max. 4,0 %
4. nečistoty	max. 3,0 %

2.1 Mlynářská jakost

Mlynářská jakost vyžaduje vysokou výtěžnost mouky, jež je dána objemovou hmotností zrna, hmotností 1000 zrn, podílem plných zrn, vhodnými strukturálními vlastnostmi endospermu a snadnou vymílatelností. [7, 16]

2.1.1 Objemová hmotnost zrna

Patří mezi nejstarší ukazatele mlynářské jakosti zrna a souvisí s výtěžností mouky. Je definována jako hmotnost 1 litru zrna nasypného za podmínek zkoušky vyjádřená v kilogramech. Vyjadřuje se v kg/hl podle přepočtových tabulek. [16, 48]

2.1.2 Stanovení hmotnosti tisíce semen

Hmotnost tisíce zrn patří k důležitým jakostním znakům hlavně u pšenice. Jde o charakteristiku zrna ovlivněnou odrudou, ročníkem a podmínkami pěstování. Stanovení hmotnosti tisíce zrn je velmi jednoduché a spočívá ve zvážení alikvotního počtu např. 50 náhodně vybraných zrn a přepočítáním na 1 000 semen. [14, 53]

2.2 Pekařská jakost

Pekařskou jakostí se rozumí znaky a vlastnosti zrna, které se projevují až při zpracování mouky a na hotovém pekařském výrobku. Jako znaky pekařské jakosti žita je obvykle uváděn obsah maltózy, bílkovin a pentózanů, číslo poklesu, amylografická hodnota, případně objem pečiva. [19, 20]

2.2.1 Číslo poklesu

Číslo poklesu (Hagbergovo číslo) se považuje za hlavní ukazatel pekařské jakosti žita určovaný při nákupu. Je to spolehlivý ukazatel porostlosti, která souvisí s aktivitou α -amylázy. Jeho úroveň je silně závislá na povětrnostních podmínkách během dozrávání zrna a je tedy proměnlivá. Základní hodnota pro pšenici a žito je v různých zemích odlišná. V České republice je minimum 220 s pro potravinářskou pšenici a 120 s pro potravinářské žito. Tyto limity nejsou obecně dodržovány, protože každý mlýn má jiné možnosti přípravy směsi obilí na zámel a technické vybavení pro úpravu čísla poklesu pekařských mouk. [8, 20, 49]

Princip metody je založen na měření doby poklesu standardního tělíška na dráze konstantní délky ve vodné suspenzi mouky nebo celozrnného šrotu z obilovin během rychlého mazovatění a následného ztekucení škrobu α -amylázou obsaženou ve vzorku. Nezbytným vybavením je přístroj pro měření čísla poklesu. Nejvíce jsou používány přístroje Falling Number 1100 a 1700 firmy Perten Instruments AB. Z laboratorních vzorků se odstraní prach a hrubé nečistoty. Vzorek se semele na mlýnku předepsaném normou. Stanoví se vlhkost vzorku podle ČSN 56 0512-7. [7, 19]

Jako číslo poklesu se udává celkový čas v sekundách, od ponoření viskozimetrické zkumavky do vroucí vody, včetně potřebného času na míchání viskozimetrickým míchadlem specifikovaným způsobem a času potřebného k poklesu míchadla o určenou vzdálenost ve vzniklém gelu. V praxi má význam pro odhalení porostlých partií pšenice a žita při nákupu do mlýnů. Také pro úpravu čísla poklesu mouky na požadovanou hodnotu pro pekárny a míchání obilí nebo mouk na směs požadovaného čísla poklesu. [19, 20, 21]

2.2.2 Amylografická hodnota

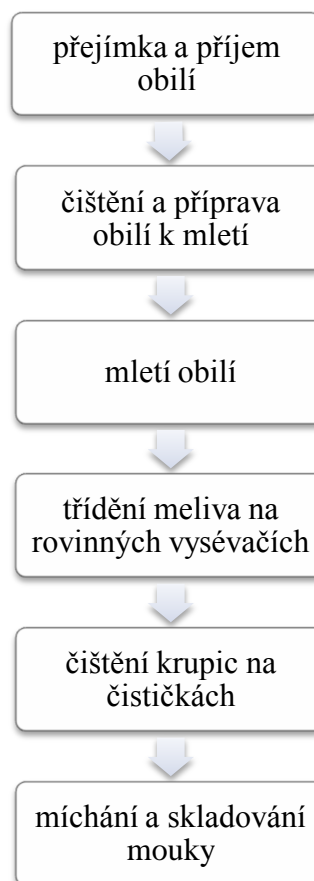
Amylografická metoda hodnotí viskozitu zmazovatělé žitné suspenze jiným způsobem, a to na Brabenderově amylografu. Zjišťuje se amylografické maximum vyjádřené v amylografických jednotkách a teplota zmazovatění ve °C. Souvisí opět s enzymatickou aktivitou a stupněm porostlosti a velmi úzce koreluje s číslem poklesu. [18, 22]

3 VYUŽITÍ ŽITA

V pekařské výrobě se používá žito hlavně v podobě mouky tmavé chlebové k výrobě chleba a v menší míře také k výrobě pečiva s různým podílem žitné mouky.

3.1 Technologický postup výroby mouky

Hlavním úkolem mlynářské technologie je oddělit obalové části od endospermu. Základní etapy zpracování žita ve mlýně znázorňuje obrázek č. 2.



Obr. 2. Základní etapy zpracování žita ve mlýně. [20]

3.1.1 Čištění a příprava obilí k mletí

Před mletím se obilí čistí v samostatném oddělení mlýna, tzv. čistírně. Na aspirátoru se oddělí proudem vzduchu lehčí částice a na sítích se vytřídí příměsi. Z aspirátoru přechází zrno na magnetický přístroj, který zachytí kovové předměty. Cizí semena jako hrách, vikev, koukol apod. se oddělují na triérech. [7, 16]

K přípravě obilí k mletí patří ještě loupání a kartáčování, tj. odstranění obilky, klíčků a vousků. Odstraněním klíčků se snižuje obsah tuků a enzymů a zvyšuje se trvanlivost mouky. Obilí se loupe v loupačkách. [9, 21]

V oddělení přípravy obilí k mletí je nutné k obilné mase přidat technologickou vodu, která se vstřebává do obalových částic a způsobuje jejich pružnost. Při mletí se pak tyto částice nerozmělní a výrobky obsahují nižší procento popela. [16, 21]

3.1.2 Mletí žita

Mletí žita je mnohem jednodušší než mletí pšenice. Je násilnější, pracuje se s většími přítlaky. Při mletí žita je nutno získat co nejvíce mouky, kdežto při mletí pšenice se požaduje vytěžit co nejvíce krupic a krupiček. Válce na mletí žita mají proto větší průměr a vzájemná poloha rýh je hřbet na hřbet. Výtěžnost jedlých výrobků ze žita je 76–80 %. [16]

Jako technologický ukazatel mlecího procesu slouží obsah popela v mlýnských výrobcích. Vedle granulace je rozlišovacím znakem pro jednotlivé druhy výrobků. Limitní obsah v jednotlivých moukách je určen Zákonem č. 110/1997 Sb., ve znění 456/2004 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a PN normami 04/92 a 05/92. Vyšší obsah popela, tzn. vyšší obsah minerálních látek ve výrobku, znamená z výživového hlediska vyšší nutriční přínos a má také vliv na výsledné zbarvení mouky. [26, 50, 54]

3.1.3 Třídění meliva na rovinných vysévačích a čištění krupic a krupiček na čističkách

Je nutné oddělit hrubší podíly a mouku. Rovinné vysévače pracují na principu vysévání krouživým pohybem. Čistička krupic je nakloněné žejbro, pohybující se v uzavřené skříni. Žejbro je opatřeno čtyřmi sítý za sebou. [1, 21]

3.1.4 Míchání a skladování mouky.

Mouky se míchají v míchačkách tak, aby vyhovovaly příslušné ČSN nebo podnikové normě. Čerstvě namletá mouka nemá plnou pekařskou hodnotu a získá ji teprve po třech až šesti týdnech skladování. Vhodná teplota skladování mouky je do osmnácti stupňů celsia. [21]

Stroje jsou navzájem propojeny ve svislém směru pneumatickými stoupačkami a spádovými trubkami, ve směru vodorovném dopravními šneky. Veškerá zařízení musí být dokonale větrána. Unášený prach se shromažďuje v odlučovačích a filtrech a dále zpracovává přimícháním do krmiv. [16]

3.2 Žitná mouka

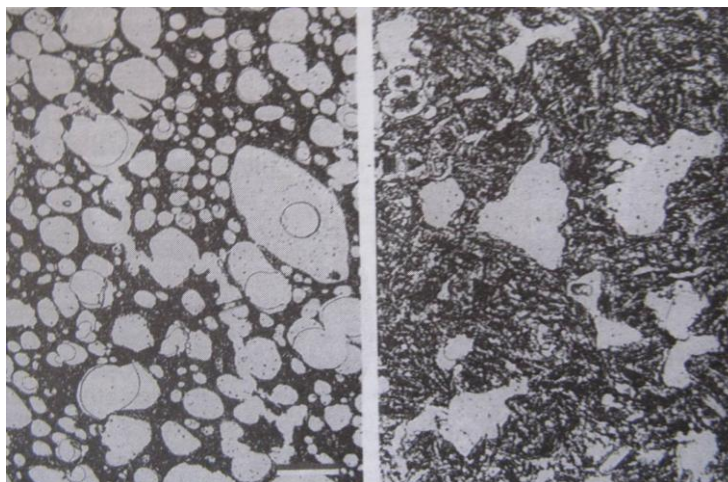
Žitná mouka chlebová je šedavě bílé barvy, chuť je mírně nasládlá, bez nahořklé nebo nakyslé příchuti. Vůně je charakteristická po zdravém žitě, nezatuchlá.

Žitné mouky se vyrábějí v těchto trzích druzích [18]

- žitná mouka výražková,
- žitná mouka chlebová,
- žitná mouka kvasová.

Žitná mouka používaná pro pekárenskou výrobu bývá většinou výše vymletá než pšeničná. Proto obsahuje větší podíl podobalových složek z tzv. vnějšího endospermu a dalších obalů. Má proto také vyšší obsah nerozpustných i rozpustných polysacharidů, jejichž podstatnou složkou jsou pentózy. Při tvorbě těsta z čisté žitné mouky dochází k intenzivnímu vázání vody rozpustnými pentózami. Žitná bílkovina není schopna vytvořit souvislou strukturu. Dávka vody přidaná do těsta neumožňuje dostatečné rozpuštění pentózám ani plné nabobtnání bílkoviny.

Základem nosné struktury čistě žitného těsta je tedy vysoce viskózní gel nedostatečně rozpuštěných rozpustných pentózanů a nedostatečně nabobtnalé bílkoviny. Na obrázku č. 3 je mikroskopický pohled na strukturu pšeničného a žitného těsta po době zrání. [12, 53]



Obr. 3. Mikroskopický snímek struktury pšeničného (vlevo) a žitného (vpravo) těsta po vyzrání. [12]

Jak ukazuje tabulka č. 3 je celková poróznost žitného těsta po zrání v porovnání s pšeničným těstem přibližně poloviční. Žitné těsto má menší schopnost zadržovat bublinky plynů a rychleji se spojovat ve větší, proto má charakter spíše vysoce viskózní kapaliny s menší pružností než těsto pšeničné. Obvykle je také lepivější. Aby byla zajištěna jeho zpracovatelnost a lepivost omezena na přijatelnou míru, musí být dávkování vody omezeno tak, aby nedošlo k většímu rozpuštění pentózanů. [12, 39, 53]

Tab. 3. Srovnání rozdělení pórů (% z celkové plochy na průřezu) ve zralém pšeničném a žitném těstě. [12]

Obilovina	Velikost pórů (mm ²)			Celkový podíl pórů v těstě
	0,01–0,1	0,1–1	1–10	
Pšenice	9,4	20,1	15,7	45,2
Žito	2,6	11,5	13,2	27,3

3.3 Změny mouky během zrání

Na zrání mouky má vliv v první řadě stupeň vymletí, protože výše vymleté mouky zrají rychleji. Také stupeň zralosti zrna má na zrání mouk vliv, neboť čím je zrno mladší, tím delší zrání musí mouky prodělavat. Rychlost zrání zvyšuje vlhkost mouky. Nejdůležitějším faktorem je však teplota. Čím je teplota skladu vyšší, tím rychleji zrání mouky probíhá. [7]

Mikrobiální pochody při skladování mouky mohou způsobit zhoršení jakosti. Každá mouka je více či méně kontaminovaná mikroorganismy, hlavně bakteriemi a plísněmi. Vzhledem k povaze technologického procesu se zpravidla pozoruje vyšší množství mikroorganismů v žitné mouce, nežli v pšeničné. [7, 21]

3.3.1 Změny vlhkosti

Změna vlhkosti mouky je složitý proces, který závisí na mnoha faktorech, jako je např. výchozí vlhkost, relativní vlhkost vzduchu, teplota, způsob uskladnění. Pochod neprobíhá až do úplné ztráty vlhkosti, ale ustálí se na určité rovnovážné vlhkosti, odpovídající relativní vlhkosti vzduchu. [9]

3.3.2 Změna barvy

Oxidací karotenoidních barviv vzdušným kyslíkem se mění barva mouky do světlejšího tónu. Při krátké obrátce mouky od vymletí do zpracování nemá daný jev praktického významu, poněvadž ke skutečnému vybělení by došlo po tak dlouhé době, po jakou se již v praxi mouky neskladují. [7]

3.3.3 Změny kyselosti

Titrační kyselost i pH se během skladování mění, a to tím rychleji, čím je vyšší teplota vzduchu ve skladu a vlhkost mouky. Rovněž stupeň vymletí má vliv, jelikož bylo zjištěno, že výše vymleté mouky dosahují při skladování vyšší kyselosti. Vzrůst kyselosti je rychlý v první 15–20 dnech, potom se značně zpomalí. [33]

3.3.4 Změny lipidických složek

Při skladování nastává enzymový rozklad tuku. Působením lipolytických enzymů dochází k hydrolyze, a tím k uvolňování mastných kyselin. Zvyšuje se číslo kyselosti, ostatní konstanty zůstávají nezměněny. [54]

Žitná mouka je podstatně náchylnější k hořknutí a žluknutí během skladování. Důvodem je pravděpodobně její odlišné složení mastných kyselin ve srovnání s pšenicí. Nelze také vyloučit vliv jiného podílu volných a vázaných lipidů, a vyšší podíly podobalových vrstev, které se dostávají do žitných mouk při mletí. [7]

3.4 Příprava těsta s žitnou moukou

Podle současné legislativy je chléb jako druh pekárenských výrobků členěn do skupiny

- žitný, který musí obsahovat nejméně 90 % mlýnských výrobků ze žita,
- žitnopšeničný, který musí obsahovat více než 50 % mlýnských výrobků ze žita a více než 10 % mlýnských výrobků ze pšenice,
- pšeničnožitný, který musí obsahovat nejméně 50 % mlýnských výrobků ze pšenice a více než 10 % mlýnských výrobků ze žita,
- pšeničný, který musí obsahovat nejméně 90 % mlýnských výrobků ze pšenice,
- celozrnný, který musí obsahovat nejméně 80 % celozrnných mouk nebo odpovídající množství otrub,
- vícezrnný,
- speciální.

Obdobná kritéria platí i pro pečivo se žitnou moukou. První tři uvedené druhy pečiva musí tedy povinně obsahovat žitnou mouku. V naší současné pekárenské výrobě je chléb žitný vyráběn jen sporadicky. [12, 21, 34]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo ověřit správnost hypotézy, že kvalita (tvar) žitného pečiva se zhoršuje s klesajícím číslem poklesu, přičemž zhoršení je významnější u volně sázených bochníků. Součástí práce bylo:

- provedení pekařského pokusu,
- vyhodnocení kvalitativních parametrů pečiva,
- statistické vyhodnocením získaných dat,
- diskuse výsledků s literaturou a formulace zjištěných závěrů.

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Materiál

Práce byla provedena na pěti vzorcích žitné mouky získané z Mlýna Herber spol. s r. o. Vávrovice. Odběry mouk byly prováděny v období prosinec 2011 a leden 2012.

4.2 Metodika práce

U odebraných vzorků mouk byly provedeny rozborů a hodnocení vlhkosti, obsahu popela a čísla poklesu.

4.2.1 Vlhkost

Obsah vody byl stanoven dle ČSN 56 0512-7. Vlhkost je definována jako úbytek hmotnosti vzorku, ke kterému došlo za podmínek specifikovaných metodou. Vzorek mouky o hmotnosti 5 g byl sušen 60 minut v elektrické sušárně při teplotě 130 °C. [23, 24, 35]

4.2.2 Obsah popela

Obsah popela byl získán jako zbytek po spálení vzorků za definovaných podmínek. Podle normy ČSN 56 0512-8 byla použita teplota spalování $900\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 50\text{ }^{\circ}\text{C}$, porcelánové kelímky s předepsaným postupem čištění a jako urychlovač etanolový roztok octanu hořečnatého. [10, 37]

4.2.3 Číslo poklesu

Princip metody je založen na měření doby poklesu standardního tělíška na dráze konstantní délky ve vodné suspenzi mouky nebo celozrnného šrotu z obilovin během rychlého mazovatění a následného ztekucení škrobu α -amylázou obsaženou ve vzorku. [7, 19, 27] Měření bylo prováděno na přístroji Falling Number 1100 firmy Perten Instruments AB.

Z laboratorních vzorků byl odstraněn prach a hrubé nečistoty. Vzorek byl semlet na mlýnku předepsaném normou. Byla stanovena vlhkost vzorku podle ČSN 56 0512-7 a jako číslo poklesu byl uveden celkový čas v sekundách, od ponoření viskozimetrické zkumavky do vroucí vody, včetně potřebného času na míchání viskozimetrickým míchadlem specifikovaným způsobem a času potřebného k poklesu míchadla o určenou vzdálenost ve vzniklém gelu. [27, 38, 51]

4.2.4 Pekařský pokus

Pekařský pokus byl proveden modifikovaným postupem podle ICC standardu č. 131. Modifikace spočívala v použití 300 g mouky a v použitém vybavení laboratoře. Základem pekařského pokusu bylo vyrobit za standardních podmínek vzorky a zjistit jejich charakteristiky. Tabulka č. 4 udává množství a skladbu použitých surovin.

Tab. 4. Jednotlivé složky pekařského pokusu.

Složka	Hmotnost [g]
Mouka	300
Sušené droždí	5,4
Sůl	4,5
Sacharóza	5,58
Voda	= vaznost × 10/3
Sladová mouka	Dle čísla poklesu mouky
Kyselina askorbová	0,05

Podmínky přípravy bochníku

Hnětení: univerzální kuchyňský robot SP22 firmy SPAR

Doba kynutí těsta: 30 ±2 min

Doba kynutí těstových kusů v kynárně: 50 ±1 min

Kynárna: 30 °C, relativní vlhkost 75 %

Po kynutí těsta byly bochníky vytvarovány a vloženy do forem, pro pečení volně položeny na pečicí papír. Po dokynutí byly zvlhčeny vodou a pečeny při teplotě 220 °C.

Ve formě byla doba pečení 20 min a při pečení volně 10 min.

Po uplynutí 20 ±4 hod od upečení byly hodnoceny následující parametry:

- objem bochníků [cm³],
- hmotnost bochníků [g],
- výška bochníků [cm],
- šířka bochníků [cm],
- ztráty pečením [g].

4.2.5 Statistická analýza dat (ANOVA)

Statistický vliv čísla poklesu a podmínek pečení na kvalitu bochníku byl zjišťován pomocí jednofaktorové a dvoufaktorové analýzy variance (ANOVA).

4.2.5.1 Jednofaktorová ANOVA

Jednofaktorová analýza rozptylu je určena k posouzení vlivu jednoho faktoru na sledovanou hodnotu, nebo porovnání výsledků z různých zdrojů. [28]

4.2.5.2 Dvoufaktorová ANOVA

ANOVA pro dva faktory je rozšířením jednofaktorové analýzy rozptylu. Analyzuje vliv dvou faktorů s pevnými efekty na výsledek pozorování. Analýza má za úkol testovat vliv prvního a druhého faktoru a také působení obou faktorů najednou. [28]

Všechny statistické analýzy byly prováděny pomocí softwaru STATISTICA 9.0 společnosti StatSoft, Inc. Průkaznost rozdílů byla testována na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

5 VÝSLEDKY A DISKUSE

Pomocí programu Statistica 9 byla hodnocena závislost pekárenské kvality žitné mouky na čísle poklesu a podmínkách pečení. Nejprve byl hodnocen vliv jednotlivých sledovaných faktorů samostatně. V další části práce byla sledována interakce dvou faktorů současně. Z toho na hladině významnosti 0,05 je statisticky průkazný vliv čísla poklesu i podmínek pečení na výšku a šířku bochníku. [32, 43]

5.1 Naměřené technologické parametry žitné mouky

V tabulce č. 5 jsou uvedeny zjištěné základní technologické parametry žitné mouky, z nichž je zřejmé, že naměřená vlhkost použitých vzorků se pohybovala v rozmezí od 12,4 % do 13,8 %. Nejvyšší vlhkost (13,8 %) měl vzorek č. 3 a nejnižší vlhkost (12,4 %) vzorek č. 1. Rozpětí zjištěných hodnot popela bylo od 1,13 % do 1,28 %. Nejvyšších obsah popela měl vzorek č. 2 (1,28 %), vzorky č. 1 a č. 5 měly obsah nižší o 0,04 % a nejméně popela obsahoval vzorek č. 3 (1,13 %).

Tab. 5. Naměřené technologické parametry žitné mouky.

Vzorek	Vlhkost [%]	Popel [%]	Číslo poklesu [s]
1	12,4	1,24	65
2	13,4	1,28	110
3	13,8	1,13	150
4	13,7	1,16	195
5	13,7	1,24	235

Hodnoty čísla poklesu, jež je z hlediska zpracovatelského rozhodujícím ukazatelem a při hodnocení jakosti žita hlavním selekčním znakem, se pohybovaly u použitých vzorků mouky v rozmezí od 65 s do 235 s. Nejmenší číslo poklesu (65 s) měl vzorek č. 1. Nejmenší aktivitu amylolytických enzymů a s tím spojené nejvyšší číslo poklesu (235 s) měl vzorek č. 5. K posouzení závislost pekárenských vlastností žita na čísle poklesu a podmínkách pečení byly použity vzorky běžného žita pěstovaného v České republice sklizeného v roce 2011. Pro srovnání jsou uvedeny hodnoty čísla poklesu, které se v České republice běžně vyskytují.

Rozpětí zjištěných hodnot (tabulka č. 6) se v letech 2002 až 2008 pohybovalo od 120 s do 233 s. V roce sklizně 2002 vyhovělo normě (120 s) pouze 44 % vzorků. Sklizeň v letech 2003 a 2004 měla nejvyšší podíl vzorků vyhovujících ČSN. V roce 2008 byly dosahovány vysoké hodnoty čísla poklesu a i žita s minimálními hodnotami nebylo možné označit za zcela nezpracovatelná. [30, 31, 38]

Tab. 6. Průměrné hodnoty čísla poklesu žita sklizní 2002 až 2008. [40, 41, 42]

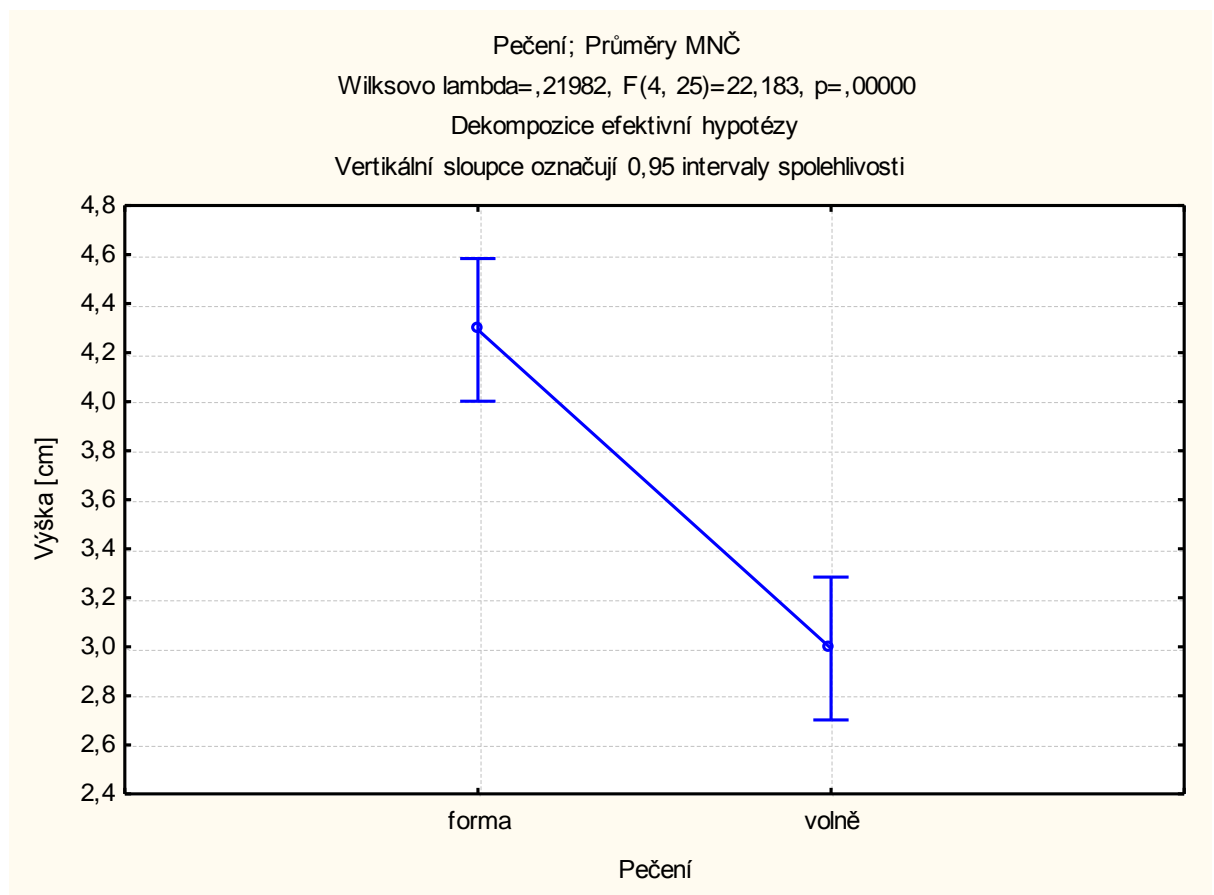
Rok	Číslo poklesu [s]
2002	120
2003	184
2004	200
2005	141
2006	121
2007	233
2008	224

Z tabulky č. 6 je zřejmé, že žitná mouka o čísle poklesu 65 s a 110 s (vzorky č. 1 a 2) se běžně nevyskytuje. Poměrně často se zpracovatel může setkat s žitnou moukou o čísle poklesu 150 s a 195 s (vzorky č. 3 a 4). Mouka s nejvyšším číslem poklesu 235 s (vzorek č. 5) není již z pohledu zpracovatelského vhodná a běžný zpracovatel se s ní v uvedených letech nesetkal. [44, 45, 46]

5.2 Výsledky pekařského pokusu

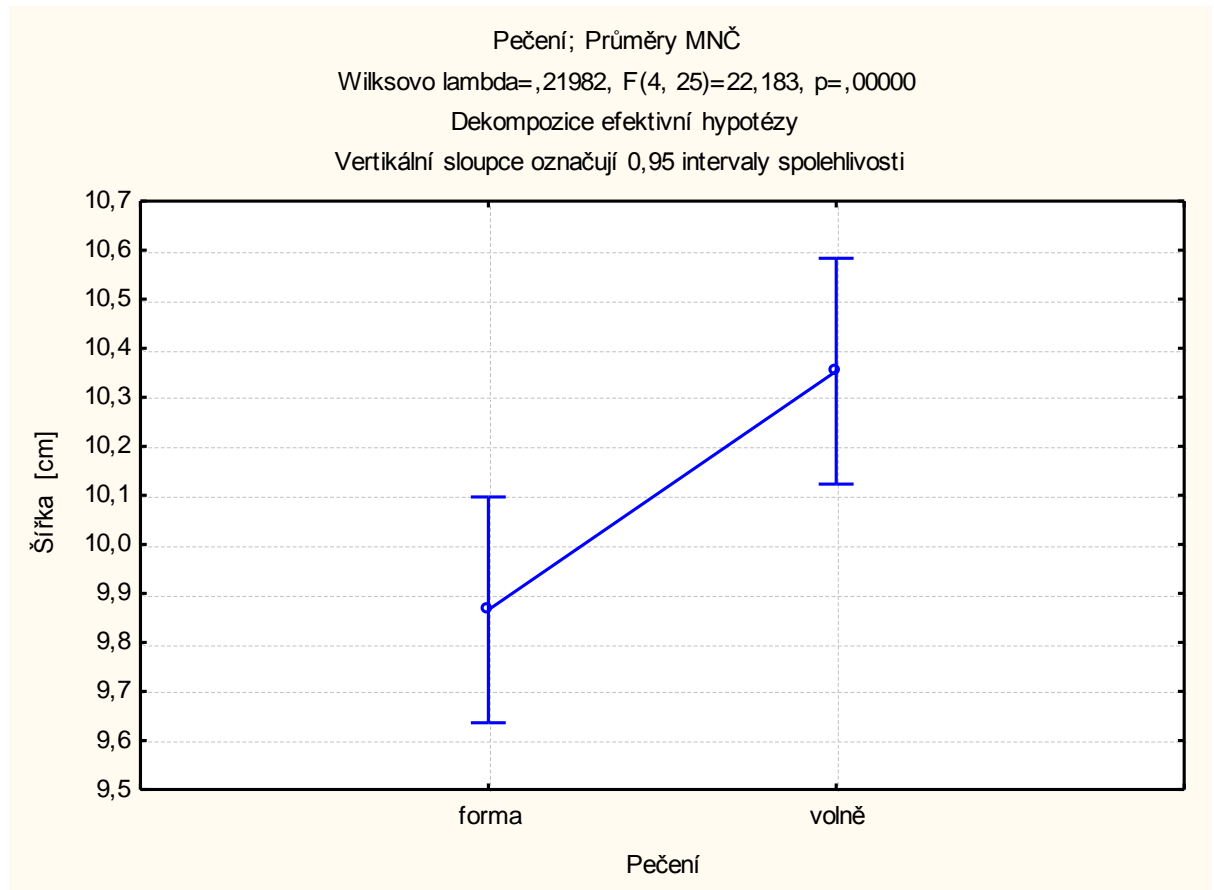
5.2.1 Vliv způsobu pečení

Způsobem pečení byla ovlivněna výška a šířka bochníku. Výška bochníků pečených ve formě (4,3 cm) byla průkazně vyšší než výška bochníků sázených volně (3,0 cm). Šířka bochníků (graf č. 2) volně sázených byla statisticky vyšší (10,3 cm) než u variant pečených ve formě (9,9 cm).



Graf 1. Vliv způsobu pečení na výšku.

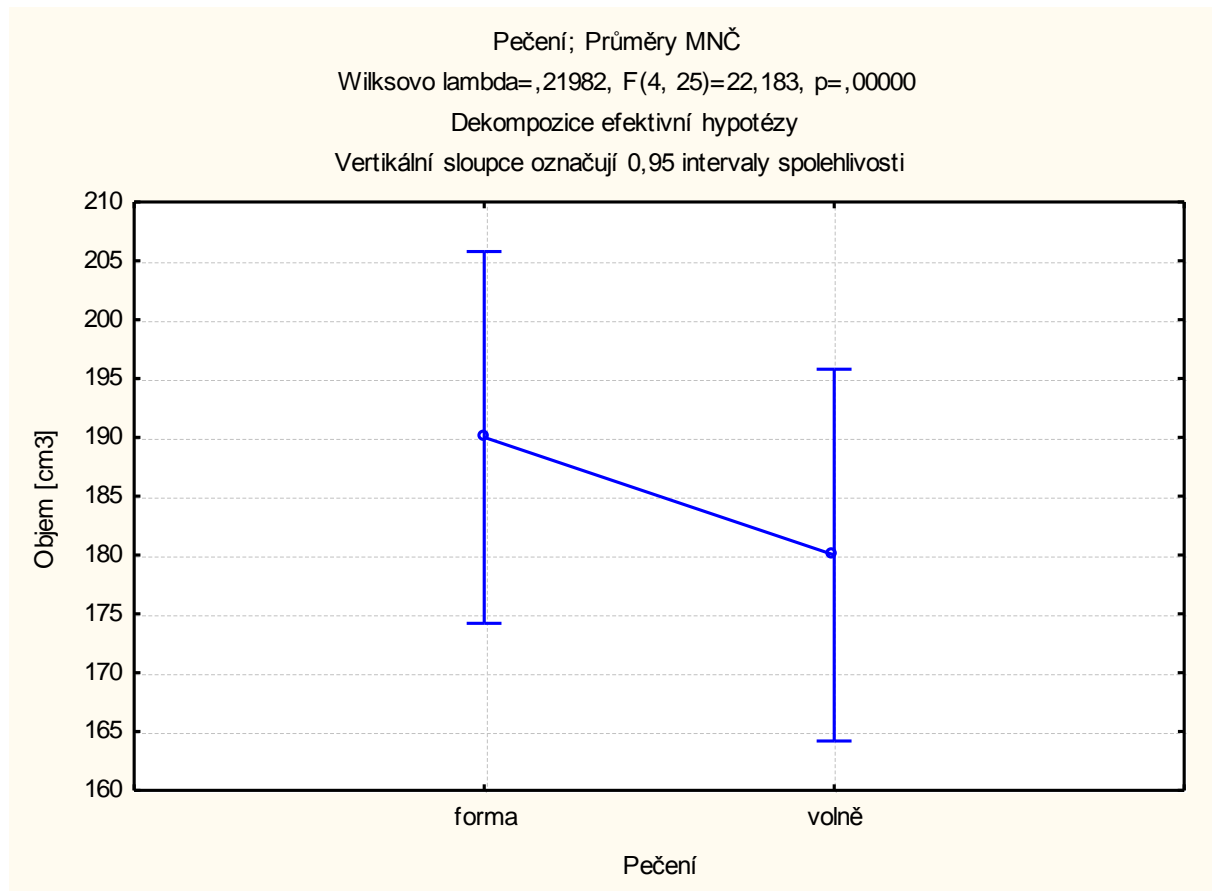
Výška i šířka byly ovlivněny tím, že forma během pečení držela tvar pečiva, které se v důsledku toho neroztékalo do stran. Proto u všech vzorků byla u bochníku pečeného ve formě vyšší výška a nižší šířka než u volně sázených variant.



Graf 2. Vliv způsobu pečení na šířku.

Dle literatury [16] pečení znamená velmi důležitou součást technologického procesu pro konečný vzhled pečiva. Značnou část z celkové doby pečení probíhá hydrolytická činnost amylolytických enzymů. Přítomná α -amyláza je inaktivována až při teplotách kolem 80 °C, a zůstává proto aktivní i nad teplotou denaturace bílkovin a po část doby, kdy probíhá mazovatění škrobu. Z výsledků je zřejmé, že způsob pečení měl nejprůkaznější vliv jak na výšku, tak i na šířku bochníku. Vliv způsobu pečení je dán pomalým prostupem tepla těstem a vznikající střídou a velmi rozdílnými teplotami na povrchu a uprostřed pečiva v různých fázích pečení [32]. U variant pečených ve formě je tento prostup tepla formou zpomalen, proto byla použita delší doba pečení.

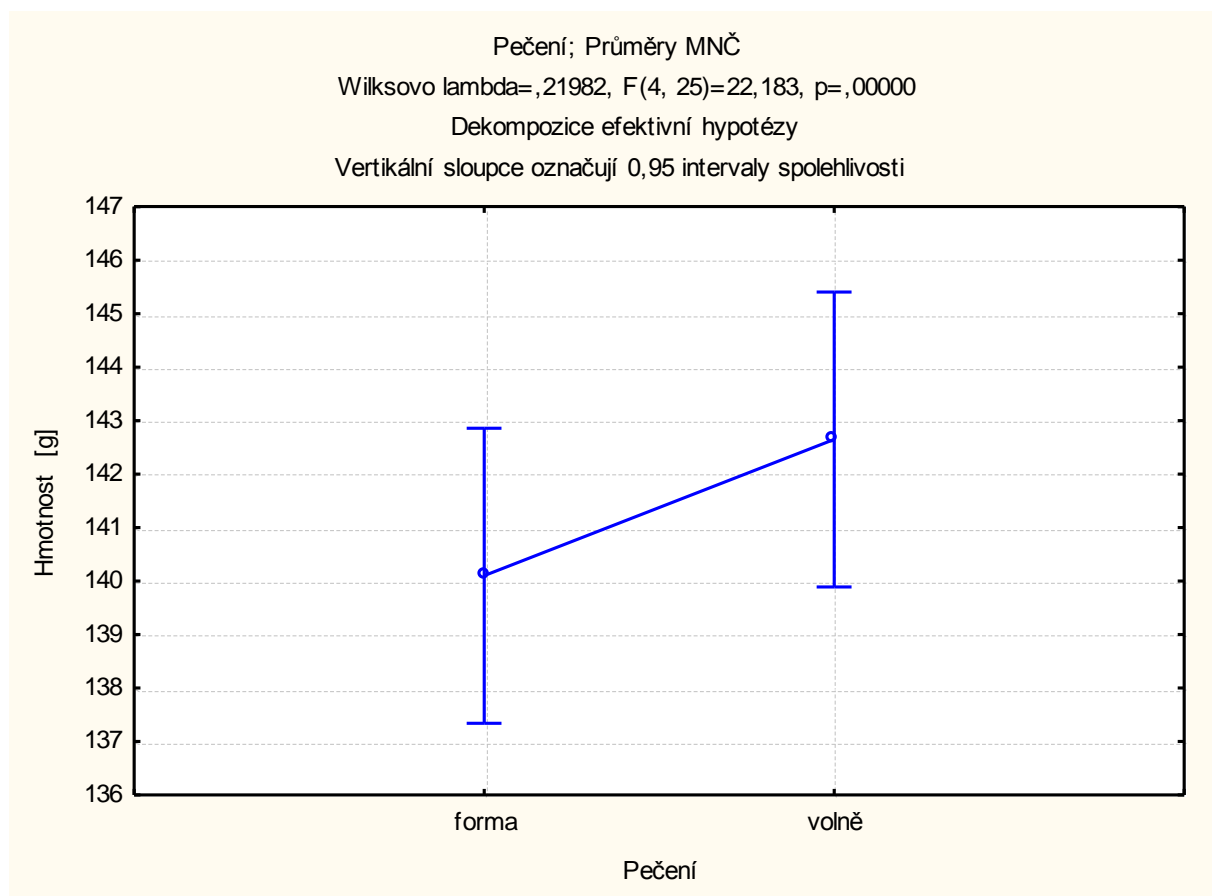
Objem bochníku byl vyšší u variant pečených ve formě (190 cm^3) než u variant volně sázených (180 cm^3). Rozdíl ale nebyl statisticky průkazný. Na rozdíl od volně sázených variant měl bochník pečený ve formě větší objem, jelikož forma držela tvar a bochník se neroztekl.



Graf 3. Vliv způsobu pečení na objem.

Dle Příhody et al. [12] je fixace struktury střídy při pečení ve formě dosaženo asi za 17 minut, kdy při teplotě šedesát stupňů celsia dochází k denaturaci bílkovin, proto byla délka pečení ve formě o 10 minut delší než u volně sázených variant. Dle výsledků se tedy dá předpokládat, že forma během pečení držela tvar a tím byl objem vyšší u bochníku pečeného ve formě než u volně pečených variant. Toho bylo dosaženo také prodloužením doby pečení.

Jak je uvedeno v grafu č. 4, hmotnost bochníků byla vyšší u volně sázených variant (143 g) než u variant pečených ve formě (140 g). Rozdíl nebyl statisticky průkazný.



Graf 4. Vliv způsobu pečení na hmotnost.

Nižší hmotnost bochníku pečeného ve formě je způsobena ubýváním hmotnosti, jež probíhá téměř lineárně s dobou od desáté minuty pečení [29], což potvrdily i výsledky. Varianty sázené volně měly vyšší hmotnost než varianty pečené ve formě, u kterých byl doba pečení delší. Několik minut po začátku pečení se ve středu ještě znatelně zvyšuje vlhkost, což současně se stoupající teplotou, stimuluje činnost amylytických enzymů a fermentační proces. Během doby pečení proto klesla vlhkost při horní kůrce přibližně na 1/9 původní hodnoty, zatímco u spodní kůrky přibližně jen na 1/3. [11, 12]

5.2.2 Vliv čísla poklesu

U bochníků upečených ze vzorků mouky s číslem poklesu 65 s, 150 s, 195 s a 235 s nebyly zjištěny průkazné rozdíly v objemech, které se pohybovaly mezi 175 až 200 cm³. Objem bochníku připraveného z mouky o čísle poklesu 110 s byl statisticky průkazně nižší (158 cm³). Statisticky průkazně nejnižší hmotnost měly bochníky upečené z mouky o čísle poklesu 110 s a 150 s (137 g).

Tab. 7. Vliv čísla poklesu na objem.

LSD test; proměnná Objem [cm ³] (havlikova-vysledky Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 666,67, sv = 20,000				
Č. buňky	FN [s]	Objem [cm ³] Průměr	1	2
2	110	158,3333		****
4	195	175,0000	****	****
1	65	191,6667	****	
5	235	200,0000	****	
3	150	200,0000	****	

Bouřlivá fermentace, jak uvádí Příhoda et al. [12], je způsobena právě vysokou aktivitou α -amylázy. Mouky s vysokou aktivitou tohoto enzymu a s tím souvisejícími nízkými hodnotami čísla poklesu mají sklony vytvářet lepkavé a mazlavé těsto a chléb. Naopak mouky s vysokými čísly poklesu (nízkou aktivitu amylázy) mají sklon vytvářet suché těsto i malý objem výrobku. Plynotvorná schopnost může být v souhrnu vyhovující, ale pokud dojde k bouřlivé fermentaci brzy po vyhnětení těsta, ztratí v závěru zpracování výrobek objem, případně se zcela propadne tvarové klenutí pečiva. Pro bouřlivou fermentaci je vedle vysoké aktivity amylolytických enzymů druhou nezbytnou podmínkou vyšší výskyt poškozeného škrobu. [12]

Z výsledků se tedy dá konstatovat, že použité mouky měly sice vysokou aktivitu amylolytických enzymů, ale výskyt poškozeného škrobu byl nižší. Získané hodnoty ukazují, že i když mouka měla číslo poklesu nižší než 120 s, což je minimální hodnota požadovaná ČSN 461100-4, nedošlo během zrání těsta k bouřlivé fermentaci. To dokazuje relativně vysoký objem bochníku i u pečiva upečeného z mouky s číslem poklesu 65 s.

Bochníky připravené z mouky o čísle poklesu 65 s a 195 s měly hmotnost o 6 g vyšší než bochníky připravené z mouky o čísle poklesu 110 s a 150 s. Toto zvýšení hmotnosti bylo průkazné. Statisticky průkazně nejvyšší hmotnost (147 g) měly bochníky připravené z mouky o čísle poklesu 235 s. Číslo poklesu má větší efekt na hmotnost bochníků pečených volně než ve formě.

Tab. 8. Vliv čísla poklesu na hmotnost.

LSD test; proměnná Hmotnost [g] (havlikova-vysledky) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 6,9520, sv = 20,000					
Č. buňky	FN [s]	Hmotnost [g] Průměr	1	2	3
			2	110	136,6667
3	150	136,7500	****		
1	65	143,3833		****	
4	195	143,4167		****	
5	235	146,6500			****

Rozdíly v hmotnosti bochníků jsou dány délkou pečení. Od desáté minuty pečení dochází v závislosti na době pečení k ubývání hmotnosti. [12] Proto bochníky pečené ve formě, u nichž byla doba pečení dvacet minut, měly vyšší úbytek hmotnosti než volně pečené varianty, které byly pečeny deset minut.

Číslem poklesu byla ovlivněna výška a šířka bochníku. Statisticky významně nejnižší výšku (3,1–3,4 cm) měly bochníky upečené z mouky o číslech poklesu 65 s a 110 s. Bochníky připravené z mouky o číslech poklesu 150 s a 195 s měly výšku o 0,5 cm vyšší. Statisticky průkazně nejvyšší výšku (4,1 cm) měl bochník upečený z mouky o čísle poklesu 235 s. Zvýšení výšky bylo průkazné.

Tab. 9. Vliv čísla poklesu na výšku.

LSD test; proměnná Výška [cm] (havlikova-vysledky) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,01400, sv = 20,000						
Č. buňky	FN [s]	Výška [cm] Průměr	1	2	3	4
2	110	3,183333		****		
1	65	3,466667			****	
4	195	3,666667	****			
3	150	3,733333	****			
5	235	4,166667				****

Statisticky průkazně nejmenší šířku měly bochníky upečené z mouky o čísle poklesu 235 s, 195 s. Bochníky připravené z mouky o čísle poklesu 65 s, 110 s a 150 s měly šířku průkazně vyšší. Snížení šířky v závislosti na rostoucím čísle poklesu bylo průkazné.

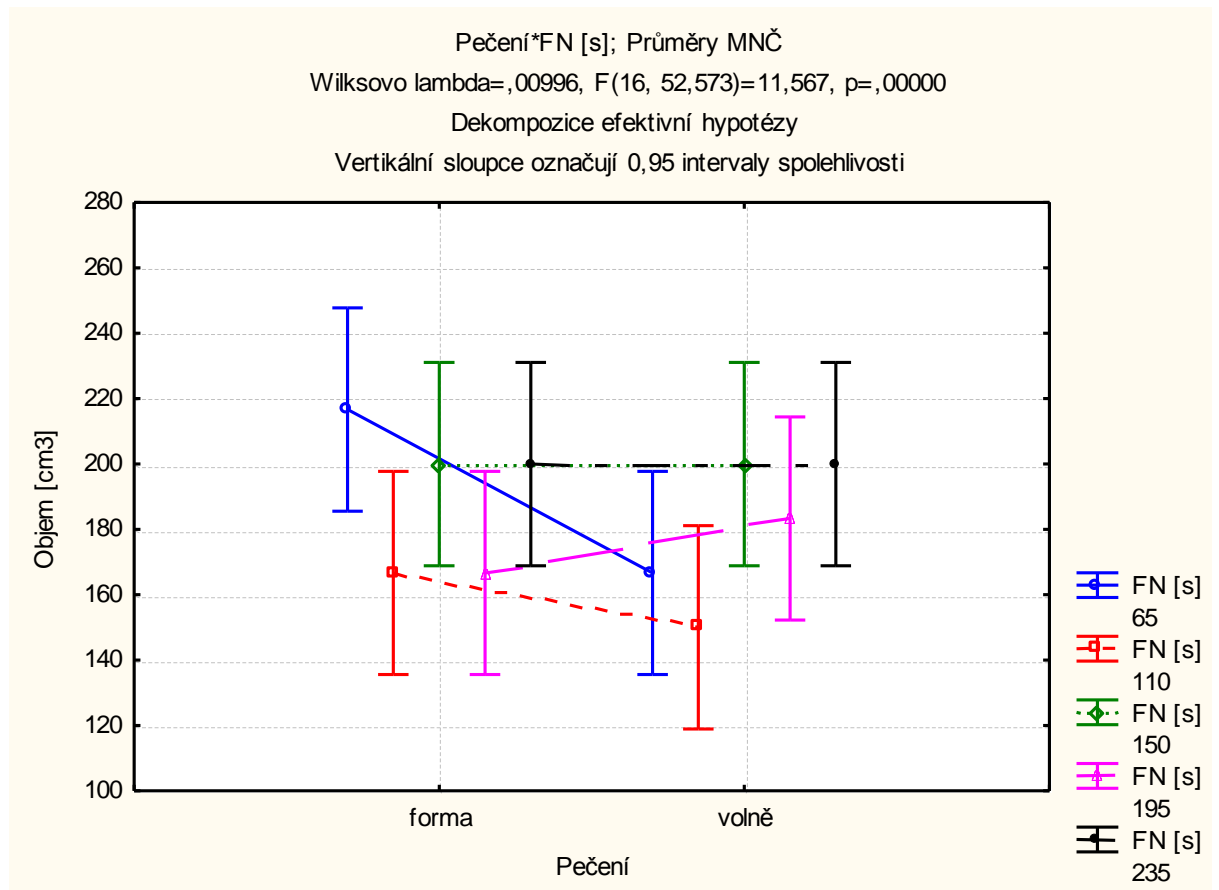
Tab. 10. Vliv čísla poklesu na šířku.

LSD test; proměnná Šířka [cm] (havlikova-vysledky) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,02633, sv = 20,000						
Č. buňky	FN [s]	Šířka [cm] Průměr	1	2	3	4
5	235	9,683333			****	
4	195	9,966667				****
2	110	10,183333	****			
3	150	10,283333	****	****		
1	65	10,433333		****		

Vliv čísla poklesu na výšku a šířku bochníku je možné vysvětlit snižující se aktivitou amylolytických enzymů v závislosti na zvyšujícím se čísle poklesu. Je zřejmé, že s rostoucím číslem poklesu a snižující se aktivitou amylolytických enzymů se zvyšovala výška a snižovala šířka bochníku. V žitné mouce mají vedle amylolytických enzymů významný vliv na kvalitu pečiva také pentózy. Ty jednak váží pevně vodu již při normální teplotě a mají zásluhu na větší vláčnosti a pomalejším tuhnutí střídy žitných výrobků a také pomáhají zpevňovat prostorovou strukturu těsta a střídy vázáním své makromolekuly s makromolekulou bílkovin. [13, 47, 52] Dá se tedy dle výsledků říct, že se vzrůstajícím číslem poklesu stoupala výška a klesala šířka bochníku. Tento rozdíl byl nejvíce statisticky průkazný u bochníku upečeného z mouky s nejvyšším číslem poklesu (235 s).

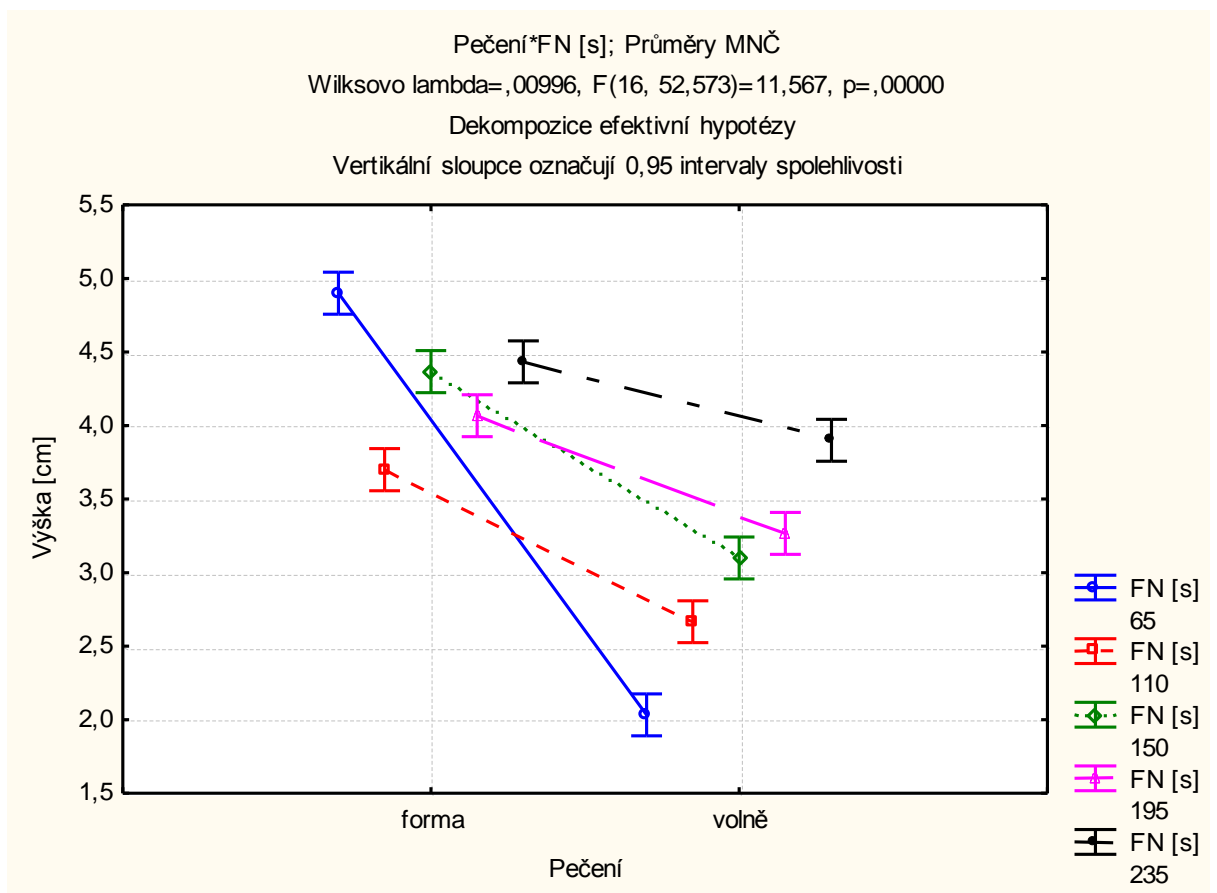
5.2.3 Vliv čísla poklesu a způsobu pečení

Číslo poklesu a způsob pečení ovlivňovaly vlastnosti bochníku. V pekárenství je požadováno dosažení co největšího objemu bochníku. [55] Nejvyšší objem měly bochníky upečené z mouky o čísle poklesu vyšším než 150 s. U těchto vzorků současně nebyl rozdíl v objemu u bochníků pečených ve formě a volně sázených. Číslo poklesu mělo stejný vliv na objem pečiva pečeného ve formě a volně sázeného.



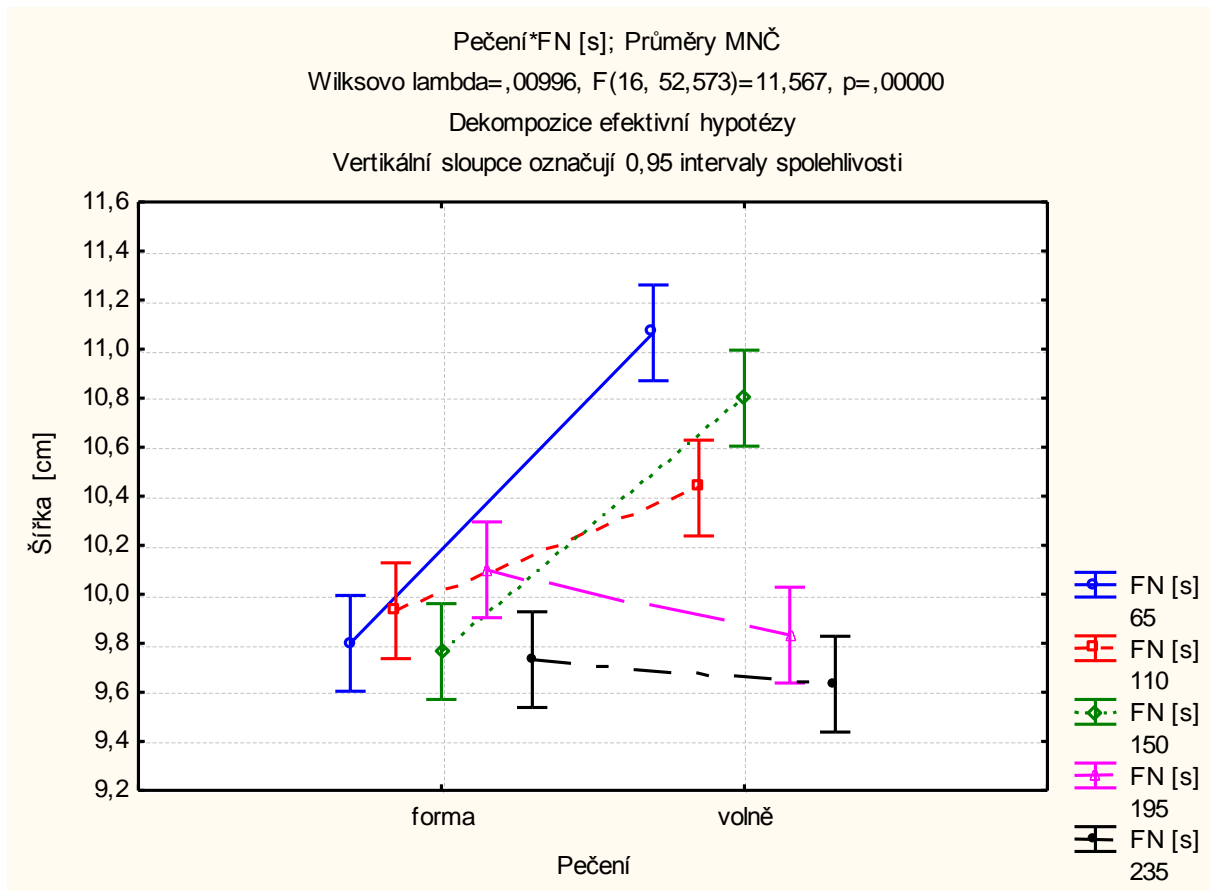
Graf 5. Vliv čísla poklesu a způsobu pečení na objem.

Z grafu 6 je patrné seskupení výsledků do dvou oblastí. Vzorky pečené ve formě mají vyšší výšku bochníku než vzorky sázené volně. Z obrázku je současně patrný velký rozptyl průměrných hodnot výšky bochníků volně sázených. Rozdíly ve tvaru bochníku byly ovlivněny tím, že u volně sázených variant forma nevytvořila bariéru pro roztékající se těsto a k samotné fixaci škrobového mazu došlo až v pokročilých stádiích pečení [33], kdy už byly bochníky roztečené do stran. Výška bochníků klesala s klesajícím číslem poklesu. Číslo poklesu mělo větší vliv na výšku bochníků sázených volně než pečených ve formě.



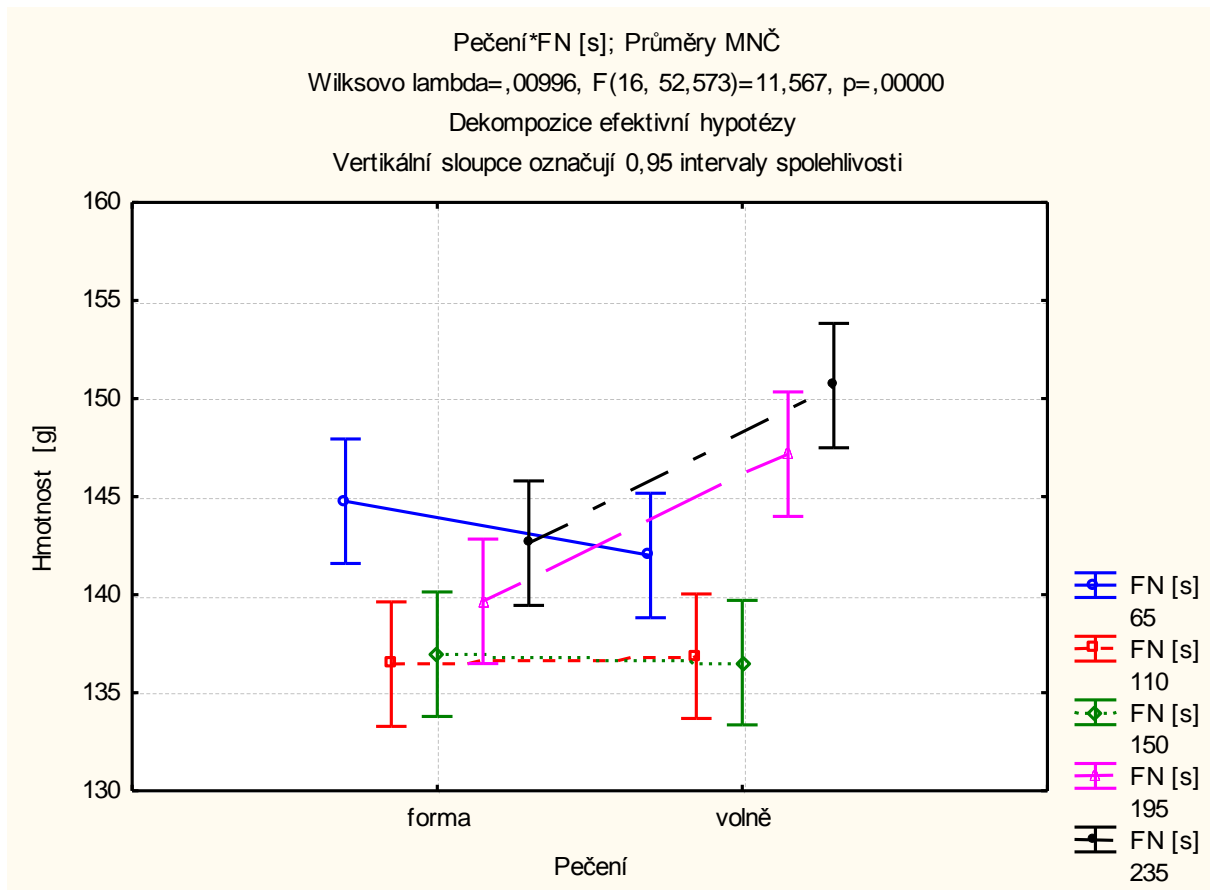
Graf 6. Vliv čísla poklesu a způsobu pečení na výšku.

Obdobně jako u výšky jsou i u šířky výsledky seskupeny do dvou oblastí. Nejsou rozdíly v šířce u bochníků pečených ve formě, zatímco u bochníků sázených volně šířka bochníků roste s klesajícím číslem poklesu. Nebyl zaznamenán vliv čísla poklesu na šířku bochníků pečených ve formě.



Graf 7. Vliv čísla poklesu a způsobu pečení na šířku.

Na grafu 8 je opět patrné seskupení výsledků do dvou oblastí. U bochníků připravených z mouky s číslem poklesu 65 s a 110 s nejsou rozdíly hmotnosti u bochníků pečených ve formě a volně sázených. Tyto vzorky mají tak vysokou aktivitu amylolytických enzymů, že ani pečení ve formě nezaručí vyšší kvalitu bochníku. Avšak u bochníků upečených z ostatních vzorků je patrná vyšší hmotnost při sázení volně než při pečení ve formě.



Graf 8. Vliv čísla poklesu a způsobu pečení na hmotnost.

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo zjistit, jak významný vliv má číslo poklesu a způsob pečení na vlastnosti žitných pekárenských výrobků. Použití souboru pěti vzorků žitné mouky a analýza výsledků metodou ANOVA umožnila ověřit správnost hypotézy, že se snižujícím se číslem poklesu se zhoršuje kvalita žitného pečiva.

Stanovením vlhkosti, čísla poklesu, provedením pekařského pokusu a následným srovnáním jednotlivých závislostí bylo zjištěno, že nejprůkazněji ovlivnilo číslo poklesu a způsob pečení výšku a šířku bochníku, což bylo způsobeno tím, že forma během pečení držela tvar a pečivo se neroztékalo do stran. Výška bochníků pečených ve formě byla průkazně vyšší než u volně sázených, u nichž se těsto během pečení roztékalo do stran, proto bochník měl vyšší šířku. Byla potvrzena hypotéza, že se snižujícím se číslem poklesu se zhoršuje kvalita (tvar) žitného pečiva, přičemž zhoršení je významnější u volně sázených bochníků.

Bochník měl relativně vysoký objem i u mouky, která měla číslo poklesu nižší než je minimální požadovaná hodnota ČSN 46 1100-4. I pečivo upečené z mouky s číslem poklesu 65 s mělo relativně vysoký objem, což zřejmě souvisí s nižším výskytem poškozeného škrobu, který je podmínkou pro bouřlivou fermentaci během zrání těsta. Nepotvrdila se tedy hypotéza, že vlivem zvýšené činnosti amylolytických enzymů, bude mít pečivo lepkavou a mazlavou konzistenci a naopak u vzorků mouky s nízkou aktivitou amyláz bude mít sklon vytvářet suché těsto o malém objemu. Číslo poklesu mělo větší efekt na hmotnost bochníků volně sázených než pečených ve formě. Bochníky pečené ve formě měly nižší hmotnost než volně sázené, protože délka pečení byla delší a ubývání hmotnosti vyšší. Ovšem závislost na čísle poklesu i způsobu pečení na objem a hmotnost byla statisticky neprůkazná.

Závěrem, lze říci, že diplomová práce prokázala statisticky průkazný vliv čísla poklesu a podmínek pečení na výšku a šířku bochníku, avšak vliv na hmotnost a objem pečiva byl statisticky neprůkazný.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] PETR, J., BENEŠ, F., LACHMAN, J., MARTINEK, P., MUDŘÍK, Z., POLÁČKOVÁ, J., PŘÍHODA, J., ŘÍHA, K., VÁŇOVÁ, M. *Žito a tritikale. Biologie, pěstování, kvalita a využití*. Praha: Profi Press, s.r.o., 2008. 192 s. ISBN 978-80-86726-29-8.
- [2] ŠAŠKOVÁ, D., ŠTOLFA, V. *Trávy a obilí*. Praha: Artia, a. s. a Granit, s. r. o., 1993. 64 s. ISBN 80-85805-03-0.
- [3] JENKINS, D. J., WOLEVER, T. M., JENKINS, A., GIORDANO, C., GIUDICI, S., THOMPSON, L. U., KALMUSKY, J., JOSSE, R. G., WONG, G. S. Low glycemic response to traditionally processed wheat and rye products: bulgur and pumpnickel bread. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1986, roč. 43, 1986, s. 516–520, ISSN 0002-9165.
- [4] LEINONEN, K. S., POUTANEN, K. S., MYKKANEN, M. H. Rye Bread Decreases Serum Total and LDL Cholesterol in Men With Moderately Elevated Serum Cholesterol. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2003, roč. 77, č. 2, s. 385–391, ISSN 0002-9165.
- [5] BUREŠOVÁ, I., PALÍK, S. Potravinářská kvalita žitného zrna. *Obilnářské listy*. 2010, roč. 18, č. 4, 63 s. ISSN 1212-138X.
- [6] ŠKALOUD, J., HUDÁK, J., KUMŠTÝŘ, K. *Rostlinná výroba*. Praha: Mír, 1968. 419 s. ISBN 07-030-68.
- [7] PRUGAR, J. (Ed). *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., 2008. 327 s. ISBN 978-80-86576-28-2.
- [8] FRANKOVÁ, L. Základné charakteristiky enzymov amylolytického procesu. *Biologické listy*. 2003, roč. 68, č. 2, s. 81–107. ISSN 0366-0486.
- [9] LEKEŠ, J. (Ed). *Žito*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1990. 247 s. ISBN 80-209-0159-0.
- [10] PŘÍHODA, J., HRUŠKOVÁ, M. *Mlynářská technologie. Hodnocení kvality*. Praha: Svaz průmyslových mlýnů ČR, 2007. 187 s. ISBN 978-80-239-9475-9.

- [11] ZONA, R., JANEČEK, Š. Štruktúrne črty amylolytických enzýmov. *Biologické listy*. 2004, roč. 69, č. 2, s. 85–116. ISSN 0366-0486.
- [12] PŘÍHODA, J., HUMPOLÍKOVÁ, P., NOVOTNÁ, D. *Základy pekárenské technologie*. Praha: Pekař a cukrář, 2003. 363 s. ISBN 80-902922-1-6.
- [13] KUČEROVÁ, J. Pentosany ve vztahu k jakosti žita. *ACTA Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně*. 2008, roč. 56, č. 4, 294 s. ISSN 1211- 8516.
- [14] JUNTUNEN, K. S., LAAKSONEN, D. E., AUTIO, K., NISKANEN, L. K., HOLST, J. J., SAVOLAINEN, K. E., LIUKKONEN, K., POUTANEN, K. S., MYKKANEN, M. Structural differences between rye and beat breads but not total fiber kontent may explain the Loir postprandial insulin response to rye bread. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2005, roč. 78, č. 5, s. 957–964, ISSN 0002-9165.
- [15] GRASTEN, S. M., JUNTUNEN, K. S., POUTANEN, K. S., GYLLING, H. K., MIETTINEN, T. A., MYKKANEN, H. M. Rye Bread Improves Bowel Function and Decreases the Concentrations of Some Compounds That Are Putative Colon cancer Risk Markers in Middle-Aged Women and Men. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2003, roč. 77, č. 4, s. 967– 974, ISSN 0002-9165.
- [16] PŘÍHODA, J., SKŘIVAN, P., HRUŠKOVÁ M. *Cereální chemie a technologie I. Cereální chemie, mlynská technologie, technologie výroby těstovin*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2004. 203 s. ISBN 80-7080-530-7.
- [17] MICHALSKA, A., CEGLINSKA, A., AMAROWICZ, R., PISKULA, M., SZAWARA-NOWAK, D., ZIELINSKI, H. Antioxidant Contents and Antioxidative Properties of Traditional Rye Breads. *Journale of Agricultural and antioxidative Chemistry*. 2007, roč. 55, č. 3, s. 734–740.
- [18] ČESKO. Zákon č. 110 ze dne 1. 9. 1997 o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1997, částka 38, s. 2178. ISSN 1211-1244.
- [19] BUREŠOVÁ, I. Dvanáct parametrů kvality. *Farmář*. 2004, roč. 10, č. 11, 46 s. ISSN 1210-9789.
- [20] BUREŠOVÁ, I., PALÍK, S. Faktory ovlivňující pekárenskou kvalitu pšeničného zrna. *Farmář*. 2010, roč. 16, č. 6, 54 s. ISSN 1210-9789.

- [21] MALEŘ, J. *Zpracování obilovin*. Praha: Institut výchovy a vzdělávání MZeČR, 1994. 38s. ISBN 80-7105-073-3.
- [22] ŽITKOVÁ, Š. *Stanovení stupně poškození škrobu pasážních mouk*. Mlynářská ročenka 2006, Praha: Svaz průmyslových mlýnů ČR, 2006. 212 s. ISBN 80-239-6767-3.
- [23] SKOUPIL, J. *Suroviny a polotovary pro cukrářskou výrobu*. Praha: Společnost cukrářů ČR, 2005. 367 s. ISBN 802396061X.
- [24] ČSN 56 0512-7. *Metody zkoušení mlýnských výrobků – část 7: Stanovení vody*. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1993. Třídící znak 560512.
- [25] SKOUPIL, J., TVRZNÍK, K. *Laboratorní příručka po pekárny, cukrárny a pečivárny*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1989. 336 s. ISBN 04-811-89.
- [26] ČSN ISO 2171. *Obiloviny, luštěniny a výrobky z nich. Stanovení popela*. Praha: Český normalizační institut, 1993. Třídící znak 461019.
- [27] ČSN ISO 3093. *Pšenice, žito a pšeničná a žitná mouka, pšenice tvrdá (durum) a semolina z pšenice tvrdé - Stanovení čísla poklesu podle Hagberga-Pertena*. Praha: Český normalizační institut, 2011. Třídící znak 461026.
- [28] DIENOVÁ, M. *Analýza rozptylu [bakalářská práce.]* Brno: Masarykova univerzita v Brně – Přírodovědecká fakulta, 2007, 37 s.
- [29] PŘÍHODA, J. *Potravinářská pšenice a žito - pohledy na jejich kvalitu*. *Agromagazín*. 2006, roč. 7, č. 9, 78 s. ISSN 1214-0643.
- [30] CAUVAIN, S. P., YOUNG L. S. *More baking problems solved*. Cambridge: Woodhead publishing Ltd, 2009. 252 s. ISBN 1-84569-382-5.
- [31] CAUVAIN, S. P., YOUNG L. S. *Baking problems solved*. Cambridge: Woodhead publishing Ltd, 2001. 273 s. ISBN 1-85573-564-4.
- [32] BAKER, CH., RANKEN, M. D., KILL, R. C. *Food industries manual*. London: Blackie Academic and Profesional, 1997. 650 s. ISBN 0-7514-0404-7.
- [33] ROBOTKA, P. *Žito má budoucnost*. *Zemědělec, odborný a stavovský týdeník*. 2008, roč. 16, č. 34, 48 s. ISSN 1211-3816.

- [34] PELIKÁN, J. Trsnaté žito - křibice. *Úroda*. 2001, roč. 49, č. 9, 86 s. ISSN 0139-6013.
- [35] ČAPEK, J. Renesance žita. *Zemědělec, odborný a stavovský týdeník*. 2004, roč. 12, č. 27, 48 s. ISSN 1211-3816.
- [36] ČSN 46 1100-4: 2002. Obiloviny potravinářské – část 4: Žito. Praha: Český normalizační institut, 2001.
- [37] VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J. *Chemie potravin I*. Tábor: OSSIS, 2009. 580 s. ISBN 978-80-86659-15-2.
- [38] ANONYM, Žito může nahradit pšenici. *Agromagazín*. 2005, roč. 6, č. 12, 85 s. ISSN 1214-0643.
- [39] SEDLÁČKOVÁ, I., BUREŠOVÁ, I., PALÍK, S. Jakost obilovin určených pro pekárenský průmysl. *Sborník příspěvků XXXV. semináře o jakosti potravin a potravinových surovin, Ingrový dny, konaného 2.–5. března 2009 v Brně*. Brno: ÚT a audiovizuální centrum MZLU, 2009. s. 229–234. ISBN 978-80-7375-281-1.
- [40] BUREŠOVÁ, I., PALÍK, S. Jakost potravinářské pšenice a žita sklizně 2002. *Obilnářské listy*. 2003, roč. 11, č. 1., 42 s. ISSN 1212-138X.
- [41] BUREŠOVÁ, I., PALÍK, S. Hodnocení potravinářské jakosti pšenice a žita ze sklizně roku 2003. *Obilnářské listy*. 2004, roč. 12, č. 1, 40 s. ISSN 1212-138X.
- [42] BUREŠOVÁ, I., PALÍK, S. Potravinářská jakost žita. *Farmář*. 2003, roč. 9, č. 9, 56 s. ISSN 1210-9789.
- [43] PALÍK, S., BUREŠOVÁ, I. Jakost zrna pšenice a žita ze sklizně ročníku 2002, *Obilnářské listy*, roč. 11, č. 1, 2003, 42 s. ISSN 1212-138X.
- [44] BUREŠOVÁ, I., PALÍK, S. *Kvalita potravinářských obilovin. Mlynářská ročenka 2004*. Praha: Svaz průmyslových mlýnů ČR, 2004. 212 s. ISSN 1214-6366.
- [45] BUREŠOVÁ, I., PALÍK, S. Jakost potravinářských obilovin 2005. *Sborník z konference Jakost obilovin 2005*. Kroměříž: Agrotest fyto, s. r. o., 2005. 61 s. ISBN 978-80-86888-07-1.

- [46] BUREŠOVÁ, I., PALÍK, S. Kvalita obilovin. *AGRO*. 2005, roč. 10, č. 6, 75 s. ISSN 1211-362X.
- [47] BUREŠOVÁ, I., PALÍK, S. Potravinářská jakost žita 2004. *Úroda*. 2005, roč. 53, č. 2, 94 s. ISSN 0139-6013.
- [48] BUREŠOVÁ, I., PALÍK, S. Kvalita potravinářských obilovin ze sklizně 2006. *Obilnářské list.*, 2006, roč. 14, č. 5, 92 s. ISSN 1212-138X.
- [49] BUREŠOVÁ, I., POLIŠENSKÁ, I. Kvalita potravinářské pšenice a žita 2005. *Agromanuál*. 2006, roč. 1, č. 2, 118 s. ISSN 1801-7673.
- [50] BUREŠOVÁ, I., PALÍK, S. Déšť a kvalita obilovin. *Úroda*. 2007, roč. 55, č. 4, 76 s. ISSN 0139-6013.
- [51] BUREŠOVÁ, I., PALÍK, S. Kvalita potravinářských obilovin 2007. *Neperiodická zpráva z konference Jakost obilovin 2007, konané dne 15. listopadu 2007 v Kroměříži*. Kroměříž: Agrotest fyto, s r. o., 2010. 10 s. ISBN 978-80-86888-01-9.
- [52] BUREŠOVÁ, I., PALÍK, S. Kvalita žita z roku 2007. *Úroda*. 2008, roč. 55, č. 12., 92 s. ISSN 0139-6013.
- [53] BUREŠOVÁ, I., PALÍK, S. *Kvalita žitného zrna. Mlynářská ročenka 2008*. Praha: Svaz průmyslových mlýnů ČR, 2008. 202 s. ISBN 978-80-254-1102-5.
- [54] BUREŠOVÁ, I., PALÍK, S. Kvalita žitného zrna sklizeného v roce 2008. *Úroda*. 2009, roč. 57, č. 1, 88 s. 12 ISSN 0139-6013.
- [55] BUREŠOVÁ, I., PALÍK, S. Kvalita žitného zrna ze sklizně 2008. *Mlynářské noviny*. 2009, roč. 20, č. 5, 15 s. ISSN 1214-6369.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ČR	Česká republika
ČSN	Česká státní norma
ICC	International association for cereal science and technology
NIR	Near Infrared Radiation (Blízká infračervená spektroskopie)
PN	Podniková norma

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Obilky původních forem žita <i>Secale cereale varuale</i> . [1].....	11
Obr. 2. Základní etapy zpracování žita ve mlýně. [20].....	19
Obr. 3. Mikroskopický snímek struktury pšeničného a žitného těsta po vyzrání. [12]	22

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1. Vliv způsobu pečení na výšku.	32
Graf 2. Vliv způsobu pečení na šířku.	33
Graf 3. Vliv způsobu pečení na objem.	34
Graf 4. Vliv způsobu pečení na hmotnost.....	35
Graf 5. Vliv čísla poklesu a způsobu pečení na objem.	40
Graf 6. Vliv čísla poklesu a způsobu pečení na výšku.	41
Graf 7. Vliv čísla poklesu a způsobu pečení na šířku.	42
Graf 8. Vliv čísla poklesu a způsobu pečení na hmotnost.	43

SEZNAM TABULEK


Tab. 1. Aminokyselinové složení žita a pšenice. [9]	14
Tab. 2. Fyzikální a chemické vlastnosti zrna žita pro mlýnské zpracování. [18]	16
Tab. 3. Srovnání rozdělení pórů (% z celkové plochy na průřezu) ve zralém pšeničném a žitném těstě. [12]	22
Tab. 4. Jednotlivé složky pekařského pokusu	28
Tab. 5. Naměřené technologické parametry žitné mouky.	30
Tab. 6. Průměrné hodnoty čísla poklesu žita sklizní 2002 až 2008. [40, 41, 42]	31
Tab. 7. Vliv čísla poklesu na objem.....	36
Tab. 8. Vliv čísla poklesu na hmotnost.....	37
Tab. 9. Vliv čísla poklesu na výšku.	38
Tab. 10. Vliv čísla poklesu na šířku.....	38

SEZNAM PŘÍLOH


P A Fotografie bochníků pečených volně a ve formě vcelku a jejich řezu

PŘÍLOHA A




a)  1cm




b)  1cm

Obrázek A 1. Bochník z žitné mouky s číslem poklesu 65 s volně sázený v celku a) a jeho řezu b) - vzorek č. 1.




a)  1cm




b)  1cm

Obrázek A 2. Bochník z žitné mouky s číslem poklesu 65 s volně sázený v celku a) a jeho řezu b) - vzorek č. 1.



a)  1cm



b)  1cm

Obrázek A 3. Bochník z žitné mouky s číslem poklesu 110 s volně sázený v celku a) a jeho řezu b) – vzorek č. 2.




a) \longleftrightarrow 1cm




b) \longleftrightarrow 1cm

Obrázek A 4. Bochnik z žitné mouky s číslem poklesu 110 s volně sázený v celku a) a jeho řezu b) - vzorek č. 2.



a)  1cm

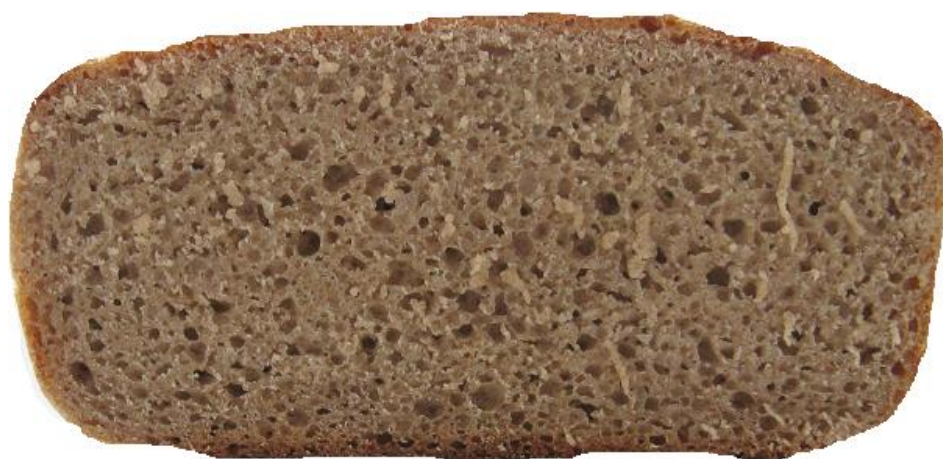


b)  1cm

Obrázek A 5. Bochník z žitné mouky s číslem poklesu 150 s volně sázený v celku a) a jeho řezu b) - vzorek č. 3.



b) \longleftrightarrow 1cm



b) \longleftrightarrow 1cm

Obrázek A 6. Bochník z žitné mouky s číslem poklesu 150 s volně sázený v celku a) a jeho řezu b) - vzorek č. 3.



a) \longleftrightarrow 1cm



b) \longleftrightarrow 1cm

Obrázek A 7. Bochník z žitné mouky s číslem poklesu 195 s volně sázený v celku a) a jeho řezu b) - vzorek č. 4.



a) \longleftrightarrow 1cm



b) \longleftrightarrow 1cm

Obrázek A 8. Bochník z žitné mouky s číslem poklesu 195 s volně sázený v celku a) a jeho řezu b) - vzorek č. 4.



a) \longleftrightarrow 1cm



b) \longleftrightarrow 1cm

Obrázek A 9. Bochník z žitné mouky s číslem poklesu 235 s volně sázený v celku a) a jeho řezu b) - vzorek č. 5.



a) \longleftrightarrow 1cm



b) \longleftrightarrow 1cm

Obrázek A 10. Bochník z žitné mouky s číslem poklesu 235 s volně sázený v celku a) a jeho řezu b) - vzorek č. 5