

Výhody a nevýhody výroby celozrnného pečiva

Hana Nejezchlebová

Bakalářská práce
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie a mikrobiologie potravin
akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Hana NEJEZCHLEBOVÁ**
Osobní číslo: **T08028**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie a řízení v gastronomii**

Téma práce: **Výhody a nevýhody výroby celozrnného pečiva**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

- 1. Obecná charakteristika obilovin pro výrobu celozrnné mouky.**
- 2. Obecná charakteristika pekárenských surovin pro výrobu celozrnného pečiva.**
- 3. Technologický postup při výrobě celozrnného pečiva.**
- 4. Význam celozrnného pečiva ve výživě.**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] PŘÍHODA, J., HUMPOLÍKOVÁ, P., NOVOTNÁ, L., Základy pekárenské technologie.

Praha: Pekař cukrář s.r.o., 1. vyd., 2003, 363s. ISBN 80-902922-1-6.

[2] KUČEROVÁ, J., Technologie cereálií. Brno: MENDELU, 1. vyd., 2004, 141s. ISBN 80-7157-811-8.

[3] KOPÁČOVÁ, O., Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům I. část. Praha: ÚZPI, 1. vyd., 2007, 55s ISBN 978-80-7271-184-0.

[4] PŘÍHODA, J., SKŘIVAN, P., HRUŠKOVÁ, M., Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin. Praha: VŠCHT, 1. vyd., 2004, 200s. ISBN 80-7080-530-7.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Václav Brachtl

Bzenec

Datum zadání bakalářské práce:

11. února 2011

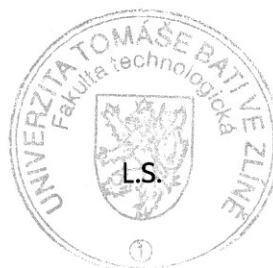
Termín odevzdání bakalářské práce:

30. května 2011

Ve Zlíně dne 12. dubna 2011

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.

děkan



doc. Ing. Jan Hrabě, Ph.D.

ředitel ústavu

Příjmení a jméno: NEJEZCHLEBOVA' HANA.....

Obor: CHTP-CA.....

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 užit 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 26.5.2011

Nejezchlebova' Hana

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 přihlídně k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.*

ABSTRAKT

Předložená bakalářská práce se zabývá celozrnným pečivem, a to především jeho výrobou a nutričním významem. První část práce je věnována surovinám, a to od prvotních obilovin, které jsou nezbytné k výrobě mouk, až k základním surovinám a je poukázáno i na zlepšující přípravky. V další části práce je popsána samotná výroba celozrnného pečiva a shrnuty její výhody a nevýhody a v závěru jsou zmíněny poznatky o nutričním významu celozrnného pečiva pro člověka.

Klíčová slova: obiloviny, celozrnná mouka, celozrnné pečivo, výživa

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with the wholemeal bread and especially with its production and nutritional value. The first part is focused on raw materials, namely raw cereals, which are necessary for the production of flour, up to the basic raw materials, and it is also pointed to improvers. The next part describes the wholemeal bread production itself and summarizes its advantages and disadvantages, and the final part mentions the findings of the wholemeal bread nutritional values.

Keywords: cereals, wholemeal flour, wholemeal pastry, nutrition

Tímto bych chtěla poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Václavu Brachtlovi, za odborné vedení, poskytnutou literaturu a cenné rady a připomínky, které mi pomáhaly při zpracování mé bakalářské práce.

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

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA OBILOVIN POUŽÍVANÝCH K VÝROBĚ MOUK	12
1.1 ZÁKLADNÍ PEKÁRENSKÉ OBILOVINY	12
1.1.1 Pšenice.....	12
1.1.1.1 Technologicky významné složky obilného pšeničného zrna.....	14
1.1.2 Žito	15
1.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ OBILNÉHO ZRNA.....	16
1.2.1 Sacharidy.....	16
1.2.2 Bílkoviny.....	17
1.2.2.1 Lepek	17
1.2.3 Lipidy	18
1.2.4 Vlákna obilného zrna	18
1.2.5 Vitaminy, minerální látky	18
2 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA PEKÁRENSKÝCH SUROVIN NA VÝROBU CELOZRNNÉHO PEČIVA	20
2.1 ZÁKLADNÍ SUROVINY	20
2.1.1 Mouka.....	20
2.1.1.1 Druhy a typy mouk používané v pekárnách	20
2.1.1.2 Pekařská jakost pšeničné mouky	21
2.1.1.3 Pekařská jakost žitné mouky.....	22
2.1.2 Voda	23
2.1.3 Sůl.....	24
2.1.4 Droždí.....	24
2.2 ZLEPŠUJÍCÍ PŘÍPRAVKY	25
2.2.1 Enzymové přípravky	26
2.2.2 Emulgátory (povrchově aktivní)	26
2.2.3 Chemické zlepšovací prostředky.....	26
2.2.4 Konzervační látky	27
2.2.5 Pekařské směsi	27
3 TECHNOLOGICKÝ POSTUP PŘI VÝROBĚ CELOZRNNÉHO PEČIVA	28
3.1 TĚSTO A JEHO PŘÍPRAVA.....	28
3.1.1 Příprava pšeničného těsta.....	28
3.1.1.1 Struktura a podstata tvorby pšeničného těsta.....	28
3.1.1.2 Nepřímé vedení pšeničného těsta (A).....	29
3.1.1.3 Přímé vedení pšeničného těsta (B).....	29
3.1.2 Příprava těsta se žitnou moukou.....	30
3.2 HNĚTENÍ TĚST	31
3.2.1 Výroba kvasných předstupňů	31
3.2.1.1 Klasický způsob	32
3.2.1.2 Výroba kvasu v kvasomatech	33
3.2.1.3 Kvasové koncentráty.....	33
3.2.2 Dávkování surovin	33

3.2.3	Způsoby mísení a hnětení.....	34
3.3	ZRÁNÍ A KYNUTÍ TĚSTA.....	35
3.3.1	Fermentační procesy v těstě	35
3.4	DĚLENÍ A TVAROVÁNÍ TĚST	36
3.4.1	Stroje na tvarování chleba	36
3.4.2	Stroje na tvarování běžného pečiva.....	36
3.4.3	Dokynutí a sázení těst	37
3.5	PEČENÍ.....	37
3.5.1	Průběh pečení	38
3.6	CHLADNUTÍ A EXPEDICE	39
3.7	ZÁKLADNÍ POJMY A DEFINICE PRO PEKAŘSKÉ VÝROBKY DLE VYHLÁŠKY MZE ČR č. 333/1997 SB.....	39
3.8	VÝHODY A NEVÝHODY VÝROBY CELOZRNNÉHO PEČIVA	40
4	VÝZNAM CELOZRNNÉHO PEČIVA VE VÝŽIVĚ	43
4.1	VLIV CELOZRNNÉHO PEČIVA NA ZDRAVÍ	44
4.2	OTÁZKY SPOJOVANÉ S CELOZRNNÝM PEČIVEM.....	45
4.2.1	Co je možno označit jako celozrnné pečivo?	45
4.2.2	Jak poznat, jestli je výrobek celozrnný?.....	46
4.2.3	Příbarvení na tmavo?.....	46
	ZÁVĚR	47
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	48
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	51
	SEZNAM OBRÁZKŮ	52
	SEZNAM TABULEK.....	53

ÚVOD

V posledních letech se začíná nabývat na významu trend zdravého životního stylu, který především staví na kvalitní a plnohodnotné výživě. Mezi těmito trendy se prosazuje především výroba širokého sortimentu celozrnných potravin, z nichž právě celozrnnému pečivu je věnována tato bakalářská práce. Význam a důležitost celozrnného pečiva, spočívá především v zachování částí celých zrn, která se dříve při vymílání mouky odstraňovala jako nevhodná. Rozsáhlé studie a výzkumy však prokázaly jejich důležitost z hlediska zdravé výživy a možné prevence civilizačních chorob.

Z hlediska nutriční hodnoty je tedy lékaři a odborníky na výživu doporučováno spotřebu bílého pečiva omezit ve prospěch celozrnného. Celozrnným chlebem nebo celozrnným pečivem se rozumí pekařský výrobek, jehož těsto musí obsahovat z celkové hmotnosti mlýnských obilných výrobků nejméně 80 % celozrnných mouk nebo jim odpovídající množství upravených obalových částic z obilky. Celozrnné mouky tedy vznikají rozemletím celého zrna, včetně obalových vrstev, a proto obsahují vyšší obsah potravní vlákniny, některých vitaminů, enzymů, minerálních látek a stopových prvků. Výživa bohatá na vlákninu snižuje riziko onemocnění rakoviny tlustého střeva o 40 % ve srovnání se stravou s nízkým obsahem vlákniny. Další předností celozrnného pečiva je jeho nižší glykemický index, a tudíž i vyrovnanější hladina cukru v krvi a delší pocit nasycení. V případě bílé mouky, se jedná pouze o rozmělněný endosperm, obalové vrstvy se odstraňují, čímž přicházejí o důležité minerály, vitaminy a vlákninu, její biologická hodnota je tedy nižší.

Tématem bakalářské práce jsou výhody a nevýhody výroby celozrnného pečiva. A jelikož má podstatný vliv na složení mouky, obilovina, z níž se mouka připravuje, první kapitola je věnována základní charakteristice pekárenských obilovin, jejich anatomické stavbě a chemickému složení. Díky zachování obalových vrstev bohatých na vlákninu a minerální látky je celozrnná mouka hodnocena pro člověka velmi příznivě. V další kapitole jsou charakterizovány základní suroviny pro výrobu pečiva, a vzhledem k stále rozšiřujícímu se trendu, především z hlediska usnadnění výroby, je poukázáno i na zlepšující přípravky. Kapitola výroby celozrnného pečiva popisuje samotnou výrobu pečiva a jsou zhodnoceny i její výhody a nevýhody. Na závěr práce je shrnut i nutriční význam celozrnného pečiva a jeho kladný vliv na zdraví člověka.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA OBILOVIN POUŽÍVANÝCH K VÝROBĚ MOUK

Obiloviny jsou základní složkou lidské stravy. Uspořádání obilného zrna stejně jako zastoupení hlavních chemických složek je u všech obilovin podobné. Drobné rozdíly v jejich vlastnostech však mají významný vliv na zpracovatelské vlastnosti obilovin a částečně i na jejich výživové vlastnosti [1].

Z obilovin se pro lidskou výživu přímo (bez chemického zpracování) používá výhradně zrna. Obiloviny patří botanicky mezi traviny (*Gramineae*), téměř všechny známé, v současné době využívané obiloviny se řadí do čeledi lipnicovitých (*Poaceae*). Společný botanický původ obilovin čeledi lipnicovité předurčuje jejich značnou vzájemnou podobnost a to jak ve struktuře, tvorbě zrna, tak v jeho chemickém složení [2].

1.1 ZÁKLADNÍ PEKÁRENSKÉ OBILOVINY

Světově nejrozšířenější obilovinou pro pekařské využití je pšenice a to zejména díky své mimořádné kvalitě bílkovin, které jsou schopny vytvořit nakypřenější strukturu a vyšší klenbu pečeného výrobku, než bílkoviny z kterýchkoliv jiných obilovin.

Výroba žitného a žitnopšeničného pečiva a chleba je tradicí ve střední a východní Evropě, avšak ve světovém měřítku žito významu pšenice zdaleka nedosahuje.

V jiných částech světa mimo Evropu dosahují značného významu další obiloviny, zejména rýže, kukuřice, proso a čirok. Ale pekařské využití těchto surovin je omezené, neboť nejsou schopny vytvořit pevnou strukturu klenutého výrobku [1, 2].

1.1.1 Pšenice

Nejdůležitější obilninou z hlediska výživy a současně nejdůležitější zemědělskou obilovinou je pšenice, která je dominantní v celé řadě zemí světa včetně ČR. Taxonomicky je řazena k rodu *Triticum*, pěstuje se v mnoha odrůdách, přičemž komerčně nejdůležitější je *Triticum aestivum* (pšenice obecná, měkká) a *Triticum durum* (pšenice tvrdá) [3, 4].

Pšenice tvrdá se pěstuje v teplejších oblastech a používá se výhradně při výrobě těstovin. Obsahuje nejméně 14 % bílkovin, pružný a pevný lepek a mouka z tvrdé pšenice je méně vhodná pro výrobu pečiva. Zrna pšenice měkké jsou menší, endosperm je měkčí a mají menší obsah bílkovin (10 až 14 %). Lepek měkkých pšenic je tmavší barvy, má menší taž-

nost, pružnost a pevnost než lepek z pšeníc tvrdých. Měkká pšenice se používá především při výrobě trvanlivého pečiva [4, 5].

Pšenice a vše, co se z ní vyrobí, je našim nejdůležitějším zdrojem sacharidů, protože její zrnko tvoří z 60 % škrob. V naší každodenní stravě je neodmyslitelná i kvůli vysokému obsahu vlákniny. Spektrum obsažených látek zahrnuje životně důležité bílkoviny, vitaminy skupiny B, minerální látky a stopové prvky, jako draslík, hořčík, železo a zinek [7].

Podíl pšenice na produkci všech obilovin má dlouhodobě vzrůstající tendenci. V roce 2001 se pšenice (jarní i ozimá) podílela na celkové produkci obilovin již 57 %. Největšími světovými producenty pšenice jsou Spojené státy, Čína a Rusko. Většina produkované pšenice je určena pro lidskou spotřebu a vzhledem k jejím jedinečným vlastnostem se z ní vyrábí celá řada nejdůležitějších ingrediencí a potravin [3].



Obr. 1. Pšenice setá [30]

1.1.1.1 Technologicky významné složky obilného pšeničného zrna

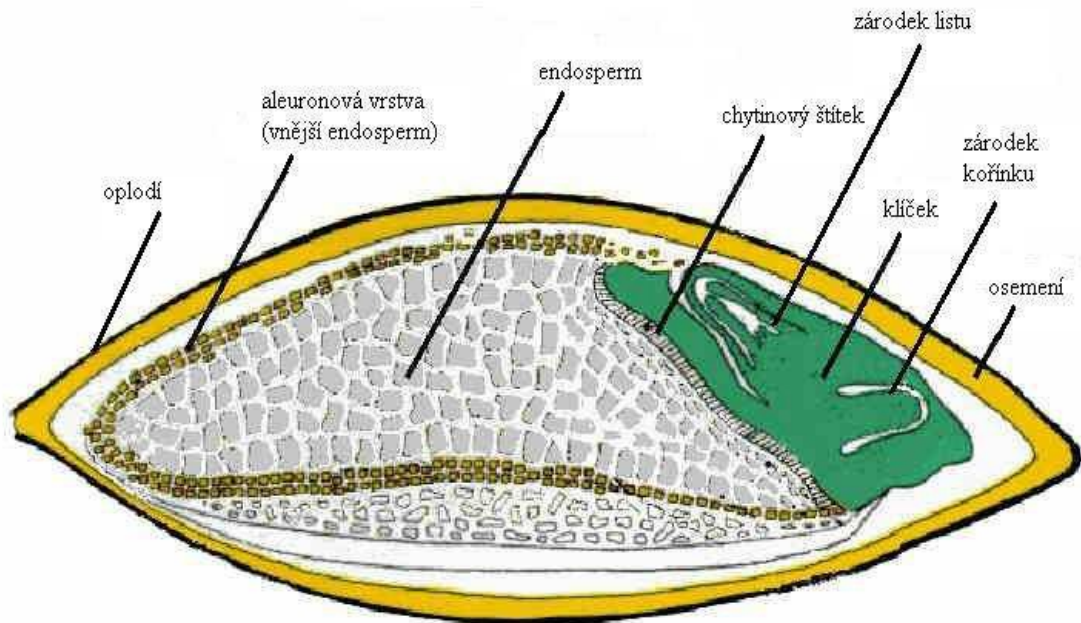
Skladba jednotlivých vrstev zrna je znázorněna na řezu zrna pšenice na obr. 2.

Obaly tvoří 8-14 % hmotnosti zrna. Obalové vrstvy se skládají z *oplodí a osemení* [6]. Nejvrchnější vrstvy pokožky (oplodí) mají za úkol chránit zrno před mechanickým poškozením a krátkodobými účinky vody a škodlivých látek. Jsou proto tvořeny nerozpustnými a obtížně bobtnajícími materiály, především celulosou. Další podpovrchové vrstvy (osemení) nesou v buňkách barviva a určují tak vnější barevný vzhled zrna. Další vrstvy obsahují polysacharidické látky, schopné v různém stupni bobtnání a vázání vody, čímž do jisté míry přispívají k udržování rovnováhy vlhkosti zrna. Dohromady tvoří všechny dílčí vrstvy pevnou, houževnatou vrstvu, která při mletí zrna přechází do otrub [10].

Na rozhraní mezi obalovými vrstvami a endospermem je měkčí jednoduchá vrstva velkých buněk nazývaná *aleuronová vrstva*. Ta podle podmínek mletí může být vymleta společně s endospermem do mouk nebo jí část zůstává ulpělá na otrubách. Buňky aleuronové vrstvy obsahují vysoký podíl bílkovin (cca 30 %), což je téměř trojnásobek obsahu v endospermu. Tyto buňky mají také nejvyšší obsah minerálních látek ze všech buněk zrna, proto při vymílání aleuronové vrstvy se výrazně zvyšuje obsah minerálií (popela) v mouce [3, 10].

Endosperm (vnitřní obsah zrna) představuje 84-86 % hmotnosti zrna, tedy největší podíl zrna a je technologicky nejvýznamnější částí. Je tvořen velkými hranolovitými buňkami a obsahuje především škrob a bílkoviny. Od obalových vrstev je oddělen vrstvou aleuronových buněk. Endosperm zajišťuje výživu zárodku a při zpracování tvoří podstatnou část finálního výrobku (mouky, škroby) a při výživě a krmení je hlavním zdrojem energie a bílkovin [6].

Klíček (embryo) tvoří nejmenší, avšak nejvíce kolísající podíl zrna. U pšenice 2,5 až 3 %, u kukuřice 12 až 15 %. Je vlastním zárodkem nové rostliny a nositelem genetických informací. Je cenným zdrojem tuků, jednoduchých cukrů, bílkovin, enzymů a vitaminů rozpustných v tucích (E a skupiny B). Významný je štítek, který obsahuje až 33 % bílkovin. Při mlýnském zpracování je klíček oddělován, protože má na vzduchu velmi krátkou stabilitu vzhledem k vysokému obsahu tuku. Pokud má být klíček zpracován pro další potravinářské použití, musí být inhibovány jeho enzymy během několika hodin, jinak se již projeví příznaky chuťových a pachových změn [9, 10].



Obr. 2. Podélný řez pšeničným zrnem [31]

1.1.2 Žito

Žito seté (*Secale cereale* L.) je naší tradiční obilovinou používanou pro potravinářské, kr-mivářské, technické (bioetanol) a farmaceutické (námel) účely. Žito se ve světě pěstuje ve formě ozimé a jarní, v ČR se pěstuje pouze forma ozimá [3].

Žito je odolná, nenáročná rostlina pěstovaná obvykle v oblastech s chladným, drsnějším klimatem, kde se jiným obilovinám nedaří. Rovněž se může pěstovat ve vyšších nadmořských výškách a relativně suchých oblastech. V porovnání s pšenicí má zrno žita houževnatější endosperm i obaly, a proto se obtížněji mele. Žitné mouky se používají především na výrobu chleba a speciálních druhů pekařských výrobků [3, 4].

Celé žitné zrno obsahuje převážně sacharidy (škrob), vlákninu, značné množství aminokyseliny lysin a vitaminy řady B (B_1 , B_2 a niacin). Z žitného chleba získáváme značnou část důležitých minerálních látek, jako vápník, draslík a hořčík, ale je i kvalitním zdrojem železa a zinku. Z kvašeného chleba je tělo dokáže snadno vstřebat, žitná zrnka totiž neobsahují kyselinu fytinovou, která jejich vstřebávání zatěžuje [7].

Ve světovém měřítku žito zdaleka nedosahuje významu pšenice. Žito se pěstuje zejména v zemích s tradicí žitného a žitnopšeničného chleba a pečiva (ČR, Německo, Rakousko, Polsko, Rusko, Ukrajina). Světová produkce je pouze nepatrně vyšší než evropská. V po-

sledních letech má ale podíl žitných mouk v pekárenských výrobcích i v ČR klesající tendenci [3].



Obr. 3. Žito seté [36]

1.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ OBILNÉHO ZRNA

1.2.1 Sacharidy

V obilném zrně lze nalézt pestrou paletu sacharidů od jednoduchých cukrů až po vysokomolekulární polysacharidy. Některé z nich jsou ale obsaženy v mikromnožství, zatímco jiné představují desítky procent z obsahu zrna [8].

Monosacharidy jsou základními stavebními jednotkami oligo- a polysacharidů. Volně se vyskytují ve zralých obilných zrnech pouze v nepatrném množství, a to především v klíčku. Do mouky se jich dostává jen málo (max. 1 – 3 % na mouku). Nejdůležitější monosacharidy v cereáliích jsou pentosy (arabiosa, xylosa, ribosa) a hexosy (glukosa, fruktosa), které slouží hlavně jako stavební materiál polysacharidů [8, 11].

Příklady významných **oligosacharidů** obilovin jsou maltosa (složená ze dvou molekul glukosy vazbou α -1,4), isomaltosa (složená ze dvou molekul glukosy vazbou α -1,6), sacharosa (řepný cukr tvořený molekulou glukosy a fruktosy). Monosacharidy a oligosacharidy jsou soustředěny především v klíčku, kde mají významné biologické funkce [8, 11].

Z technologického hlediska jsou vedle bílkovin nejvýznamnější skupinou biopolymerů obilovin **polysacharidy**. Mají funkci zásobní a stavební. Zásobní polysacharidy, jejichž hlavním představitelem je v rostlinách škrob, jsou pro organismy zdrojem či rezervoárem energie. Stavební polysacharidy jsou základem buněčných stěn rostlin, jejich představiteli jsou např. celulóza, hemicelulózy, lignin aj [8].

Nejdůležitější zásobní látkou v obilce je *škrob*, jehož obsah kolísá od 50 – 80 % v sušině. Škrob je obsažen v zrnech obilovin v endospermu a vyskytuje se ve formě škrobových zrn, která se u jednotlivých druhů liší tvarem a velikostí. Škrob sestává ze dvou frakcí – amylozy a amylopektinu, jejich základními stavebními jednotkami jsou molekuly glukózy. Které jsou v případě amylozy spojeny α -1,4 glykosidickou vazbou, zatímco v molekulách amylopektinu se vyskytují i vazby α -1,6 [6, 8].

Kromě škrobu obsahuje zrno další polysacharidy, *hemicelulózy*, které jsou uloženy převážně v podobalových vrstvách a tvoří nestravitelnou vlákninu potravy. Jejich hlavní složkou jsou pentosany heterogenního složení, s převahou arabinózy a xylózy. *Pentosany* hrají významnou roli při tvorbě žitného těsta. Z chemického hlediska patří mezi polysacharidy i *celulóza*, která je součástí obalových vrstev a vlákniny potravy. V celozrnných moukách (resp. pekařských výrobcích) vykazuje celulóza příznivé účinky na fyziologii trávení a její konzumace zlepšuje nepříliš dobrou bilanci spotřeby vlákniny populace. Význam nestravitelných tzv. balastních látek v poslední době neustále vzrůstá [3].

1.2.2 Bílkoviny

Nejvýznamnější dusíkatou látkou jsou bílkoviny, které často determinují technologickou jakost surovin. Největší podíl technologicky významných bílkovin je v endospermu uvnitř pšeničného zrna. Pšenice s obsahem bílkovin nad 13 % se považuje za velmi dobré, pod 12 % za střední až slabé [3, 6].

Podle chemického složení rozlišujeme jednoduché bílkoviny bez jiných sloučenin a komplexní: lipoproteiny, glykoproteiny, nukleoproteiny aj. V roce 1907 publikoval Osborne frakcionaci pšeničných proteinů na základě jejich rozpustnosti v různých rozpouštědlech. Bílkoviny tak rozdělil do čtyř skupin: albuminy (rozpustné ve vodě), globuliny (rozpustné v roztocích solí), prolaminy (rozpustné v 70% etanolu), gluteliny (zčásti rozpustné ve zředěných roztocích kyselin a zásad) [8, 10].

1.2.2.1 Lepek

Pšeničné gliadiny a gluteniny bobtnají pouze omezeně, a za současného vložení mechanické energie na hnětení za přítomnosti vzdušného kyslíku tvoří pevný gel, který nazýváme lepek [8].

Vzhledem k tomu, že pšeničná mouka je v podstatě rozdrcený endosperm, při hnětení pšeničné mouky s vodou dochází právě ke vzniku lepku, a ten tvoří vlastní „kostru“ těsta. Le-

pek je příčinou jedinečných vlastností pšeničného těsta, jeho tažnosti a pružnosti. Lze jej z těsta izolovat vypíráním proudem vody, přičemž se postupně vyplavují látky rozpustné ve vodě a po určité době zůstává substance nazývajících se mokrý lepek. Vypraný lepek se sestává průměrně z 90 % proteinů, 8 % lipidů a 2 % sacharidů v sušině. Pšeničné prolaminy poskytují lepku tažnost, pšeničné gluteliny naopak pružnost. Z ostatních obilovin podobný gel vyprat nelze [8, 10, 11].

1.2.3 Lipidy

Obilná zrna jsou na lipidy poměrně chudá, jsou obsaženy především v klíčku a aleuronové vrstvě. Obsah ve světlé mouce se pohybuje kolem 1,5 %, v tmavších moukách přibližně do 2 %. Endosperm, a tím i mouky chlebových obilovin obsahují maximálně do 2 % lipidů, především triacylglycerolů. Kyselina linolová, olejová a linoleová patří k těm nenasyčených mastným kyselinám, které podléhají velmi snadno oxidaci, což má za následek žluknutí mouky při delším skladování. Hydrolytické žluknutí tuku v mouce, které je katalyzováno přítomnou lipásou, se projevuje zvýšením kyselosti. Dochází k tomu i během dlouhodobého skladování mouk [1, 6, 10].

1.2.4 Vlákna obilného zrna

V roce 2001 byla Americkou asociací cereálních chemiků vypracována definice, která je obecně akceptována: „*Vlákna potravy sestává z jedlých částí rostlin nebo analogických sacharidů, které jsou rezistentní trávení a absorpci v lidském tenkém střevě s kompletní nebo částečnou fragmentací v tlustém střevě. Vlákna potravy zahrnuje polysacharidy, oligosacharidy, lignin a příbuzné rostlinné látky. Vlákna potravy poskytuje zlepšující fyziologické efekty včetně laxace, snižování krevního cholesterolu, snižování krevní glukózy [8]*“.

Důležité je rozlišovat mezi nerozpustnými a rozpustnými frakcemi vlákniny potravy. Do nerozpustné frakce lze zařadit: celulózu, nerozpustné hemicelulózy a lignin. Do rozpustné frakce zahrnujeme hlavně pektin, rozpustné hemicelulózy, nestravitelné oligosacharidy, gumy a vosky, rostlinné slizy, polysacharidy mořských řas, modifikované škroby a modifikované celulózy [8].

1.2.5 Vitaminy, minerální látky

Obecně je třeba říct, že endosperm obilovin je na **vitaminy** chudý. Vitaminy se vyskytují zejména v podobalových vrstvách a klíčku. Obiloviny je možno považovat za zdroj vita-

minu skupiny B. Vitamin B₁ (thiamin) a vitamin B₂ (riboflavin) se vyskytují v obalových vrstvách většiny obilovin a v klíčcích. Ve světlých moukách zbývá podle stupně vymletí jen cca 10 – 20 % původního obsahu vitaminů B skupiny v zru. V tmavých moukách může být zachováno až 40 % původního obsahu. Kyselina nikotinová a nikotinamid jsou ve vyšších množstvích přítomny v pšenici a ječmeni. Vitamin E (tokoferol) se ve vysoké koncentraci vyskytuje v pšeničných klíčcích [8, 10].

Minerální látky souhrnně označujeme jako „popel“, to znamená anorganický zbytek po spálení rostlinného materiálu. Tímto způsobem se souhrn minerálních složek obilovin také stanovuje. Obsah popela se v celých zrnech pohybuje v rozmezí cca 1,25 – 2,5 %, přičemž jeho koncentrace je nejvyšší v obalových vrstvách a nejnižší v endospermu. Obsah popela v mouce proto vzrůstá se stupněm vymletí a je základem pro klasifikaci mouk a jejich dřívě a v zahraničí dodnes používané typové označení (např. mouka T 530 je tisícnásobkem obsahu popela 0,53 % apod.). Obecně platí, čím vyšší číslo, tím je mouka tmavší a naopak. Popel obilovin je tvořen převážně oxidem fosforečným, nejhojnějšími kovy jsou hořčík, vápník a železo. V popelu se často objevují i minerální kontaminanty, zejména těžké kovy [8, 10, 12].

Tab. 1. Variabilita obsahu hlavních složek obilného zrna [3]

Složka	Pšenice	Žito
Bílkoviny	9,0 – 15,5	8,5 – 13,5
Sacharidy	75 – 82	78 – 86
Vláknina	1,9 – 3,2	1,9 – 3,2
Lipidy	2,0 – 2,8	1,6 – 2,7
Minerální látky	2,0 – 3,0	1,8 – 2,3

2 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA PEKÁRENSKÝCH SUROVIN NA VÝROBU CELOZRNNÉHO PEČIVA

Požadované jakosti finálního výrobku nelze dosáhnout při použití podřadné suroviny. Je proto stálý tlak na dodavatele, aby suroviny pro výrobu pekárenských výrobků odpovídaly po kvalitní stránce minimálně platných norem. Sortiment pekárenských výrobků je značně rozsáhlý a velmi rozmanitý. Nejčastější příčiny horší kvality výrobků, nebo dokonce výroby výrobků nestandardních i zdravotně závadných, jsou nestandardní suroviny [13].

2.1 ZÁKLADNÍ SUROVINY

Základními surovinami pro pekárenskou výrobu jsou mouka, voda, sůl a droždí [9].

2.1.1 Mouka

Mouka je univerzální surovina pro výrobu celého pekařského sortimentu. Ve většině těst tvoří 60 i více % z jejich hmotnosti. V našem pekárenském průmyslu se jako základní surovina používá výhradně mouka pšeničná a žitná různého stupně vymletí (obsah popela). Mouky vymleté z jiných obilnin, luskovin nebo jiných plodin jsou považované jen za přísady (mouka kukuřičná, ječná, sójová, bramborová a další) [9, 14].

Kvalita mouky je určena převážně vlastnostmi sacharido-amylasového a bílkovino-proteinasového komplexu. U pšeničné mouky klademe důraz hlavně na složku bílkovinnou, u žitné na sacharidovou [15].

2.1.1.1 Druhy a typy mouk používané v pekárnách

Druh mouky je mlýnský výrobek určitého složení, vyrobený podle předepsaného technologického postupu. V jeho názvu bývá často uvedeno určení nebo vlastnost mouky, např. pšeničná mouka celozrnná apod.

Typ mouky je číselné označení, jehož hodnota je tisíckrát větší než průměrný obsah popelovin (v procentech) v sušině mouky. Např. mouka s obsahem popelovin 0,650 % je označována jako typ 650 (T 650). Dnes se však od značení mouk pomocí typů ustupuje a uvádí se pouze druh [4].

Podle vyhlášky MZE č. 333/1997 Sb. se mouky dělí na mouky hladké a z toho: *pšeničná světlá* – obsah popela do 0,60 % v sušině (dříve se označovala T 530), *pšeničná polosvětlá* – obsah popela v sušině 0,75 % (dříve T 650), *pšeničná chlebová* – obsah popela v sušině

1,15 %. Z žitných mouk je to *žitná světlá (vyrážková)* – obsah popela v sušině 0,65 % a *žitná tmavá (chlebová)* – obsah popela v sušině 1,10 %. Dále jsou mouky členěny na *polohrubé a hrubé* – obsah popela v sušině 0,50 % a nakonec *mouky celozrnné pšeničné* s obsahem popela 1,90 % [16].

Celozrnná pšeničná mouka obsahuje rozemleté celé pšeničné zrno, tj. otruby, endosperm, klíček, zatímco *běžná pšeničná mouka* (hladká, polohrubá, hrubá) je v podstatě pouze endosperm. Celozrnná mouka má mnohem vyšší obsah důležité potravní vlákniny, některých vitaminů (zejména skupiny B, vitaminy D a E), enzymů, minerálních látek a stopových prvků. Doba údržnosti celozrnné mouky je ale podstatně kratší než u běžné pšeničné mouky, protože v celozrnné mouce dochází ke žluknutí tuků z obsažených rozemletých pšeničných klíčků [35]. Celozrnné mouky smí obsahovat nejvýše 1,9 % minerálních látek [16].

2.1.1.2 Pekařská jakost pšeničné mouky

Požadavky na pekařskou jakost mouky jsou rozsáhlé.

Schopnost tvorby plynu – podmínkou správného průběhu fermentace je dostatek zkvasitelných cukrů a dostatečná aktivita kvasinek. Zkvasitelné cukry (zejména maltosa, dále glukosa, fruktosa) mohou být přítomny již v mouce. Vedle toho vznikají působením amylytických enzymů. Pšeničná mouka má méně zkvasitelných cukrů než žitná, proto se do všech kynutých pšeničných těst přidává alespoň menší množství cukru. Optimální stav mouky je takový, kdy nebude příliš velký podíl škrobových makromolekul narušen a současně bude dostatečná aktivita amylytických enzymů po celou dobu zrání a kynutí těsta. To se pak projeví stabilní produkcí dostatečného objemu CO₂ od vyhnětení těsta až do umrtvení kvasinek po dosažení příslušné teploty vnitřní střídy v peci. Předpokladem dobré plynotvorné a cukrotvorné schopnosti mouky je dobrý stav amylaso-škrobového komplexu v mouce [2, 9].

Pekařská síla mouky, tj. schopnost těsta zadržet kypřící plyn vznikající při kynutí v těstě, což je dáno množstvím a vlastnostmi lepku. Pšeničná bílkovina má schopnost vytvořit při nabobtnání souvislou strukturní síť, která je základem stavební struktury pšeničného těsta. Obsah lepkové bílkoviny v mouce, vyjadřovaný obvykle jako obsah mokrého lepku, má vliv na objem a tvar pšeničného pečiva. Vedle obsahu má význam i jeho kvalita. Jakost pekařská je dána množstvím a jakostí pšeničných bílkovin, viskoelastickými vlastnostmi lepku a enzymatickou aktivitou zrna [2, 9].

2.1.1.3 Pekařská jakost žitné mouky

Parametry určující pekařskou kvalitu žitné mouky jsou do značné míry odlišné od mouky pšeničné.

Žitná bílkovina je odlišná od pšeničné, která zčásti i vlivem působení žitných pentosanů není schopna vytvořit samostatnou souvislou prostorovou strukturní síť, která je nosnou kostrou pšeničného pečiva. U žitné mouky proto spolupůsobí při vázání vody již za normální teploty při hnětení žitné pentosany a při tvorbě střídy hotového výrobku i škrob. Z toho vyplývá, že škrob hraje při tvorbě žitného těsta a struktury hotového výrobku větší roli než v pšeničném výrobku [2].

Stav amylaso-škrobového komplexu má pro zhodnocení pekařské kvality žitné mouky zásadní význam. Jde o působení amylas na složky škrobu. Pokud je nadměrná aktivita amylolytických enzymů nebo předem poškozené granule škrobu, je žitná mouka schopna velmi rychle vytvořit řadu produktů hydrolýzy škrobu (maltosa, dextriny) a její zpracovatelská kvalita se zhorší [2, 9].

Plynotvorná schopnost může být v souhrnu vyhovující, ale pokud dojde k bouřlivé fermentaci brzy po vyhnětení těsta a vyčerpá se rychle kvasná kapacita kvasinek, v závěru zpracování výrobek ztratí objem, případně se tvarové klenutí zcela propadne. Navíc se větším podílem dextrinů stává těsto lepivým, a není dále strojně zpracovatelné [2, 9].

Mletí žitné mouky probíhá za drsnějších podmínek než u mouky pšeničné, je tedy větší pravděpodobnost výskytu vyššího podílu poškozeného škrobu, proto žitný škrob dříve mazovatí. Aktivita amylas, které působí na poškozený škrob velmi rychle, je v žitné mouce vyšší než v pšeničné. Při výrobě žitného chleba tradičním způsobem, tj. kypřením žitným kvasem, je aktivita amylas brzy snižována vyšší kyselostí vyzrálého žitného kvasu, proto v dalším zpracování a pečení těsta již fermentace probíhá žádoucím způsobem [9].

Žitný škrob má ve srovnání s pšeničným více amylopektinu a méně amylosy, která zpětně retrograduje a je hlavní příčinou tvrdnutí pšeničného pečiva, čímž lze vysvětlit pomalejší tvrdnutí žitného chleba. Na vyšší vláčnosti a pomalejšímu tuhnutí střídy se podílí také pentosany, které mají velkou bobtnací schopnost, váží pevně vodu již při normální teplotě [2, 9].

Tab. 2. Průměrné zastoupení hlavních složek v pšeničné a žitné mouce [4]

Složky	Obsah jednotlivých složek v % sušiny	
	Mouka pšeničná	Mouka žitná
Škrob	75,0 až 79,0	69,0 až 81,0
Bílkoviny	10,0 až 12,0	8,0 až 10,0
Tuk	1,1 až 1,9	0,7 až 1,4
Zkvasitelné cukry	2,0 až 5,0	5,0 až 8,0
Vláknina	0,1 až 1,0	0,1 až 0,9
Slizy	2,5 až 3,4	3,5 až 5,2
Popeloviny	0,4 až 1,7	0,5 až 1,7

Podle stupně vymletí se mění zastoupení hlavních složek. Mouky výše vymleté (tmavší), mají snížený obsah škrobu ve prospěch všech ostatních složek, je patrný zvýšený obsah minerálních látek, vlákniny, vitaminů, jsou tedy z hlediska výživy hodnotnější [9].

2.1.2 Voda

Pro potravinářskou výrobu se používá pitná voda. Základním požadavkem pro použití vody v potravinářské výrobě je zajištění její nezávadnosti. Vyhláška MZD 376/2000 Sb. stanoví požadavky na pitnou vodu a rozsah a četnost její kontroly. Jedním z ukazatelů kvality vody je její tvrdost, což představuje obsah rozpuštěných vápenatých a hořečnatých složek. Při mimořádné tvrdosti vody se doporučuje buď zvýšení dávky droždí, anebo snížení dávky droždí a přídavek sladové moučky (diasta). Další charakteristikou vody je její kyselost nebo alkalita. Tento ukazatel může mít vliv i na vedení těst zejména kynutých droždím.

Měkká voda dává volnější a lepkavé těsto, které vykazuje sníženou vaznost vody. Je-li pH vody nižší, zrychluje se průběh zrání. Objem pečiva je větší, ale vybarvení chudší.

Tvrdá voda zpomaluje fermentaci v těstě a příliš ztuzuje lepek.

Alkalická voda (pH nad 8) zpomaluje fermentaci, a pokud není prodlouženo zrání, dává menší objem pečiva, ale s dobrou barvou a strukturou střídy [2, 9].

2.1.3 Sůl

Jedlá sůl je definována jako krystalický produkt obsahující nejméně 97 % chloridu sodného v sušině, popřípadě obohacený potravním doplňkem (jódem, jódem s fluorem, ale může být obohacena jinými látkami, které nemusí být výhradně minerály. Sůl funguje jako regulátor důležitých technologických procesů: činí těsto tužším, protože poněkud dehydratuje bílkoviny, brzdí veškeré enzymatické, tedy i kvasné pochody. Proto ji nikdy nepřidáváme do kvasných stupňů, kde se vyžaduje intenzivní kvašení, ale vždy až do těsta. Dále sůl podporuje přiměřené zbarvení kůrky během pečení. Obvykle vyšší dávky soli do těsta v množství 1-2 % na mouku mají za cíl další požadovaný efekt, který spočívá v ovlivnění chuti výrobků. Z hlediska zdravotního není žádoucí zvyšování dávky jedlé soli nad tyto uvedené hranice, neboť vysoký podíl sodíkových iontů má nepříznivý vliv zejména pro hypertoniky [2, 9, 32].

2.1.4 Droždí

Dle platné legislativy jsou za pekařské droždí považovány kvasinky druhu *Saccharomyces cerevisiae* Hansen, rasy drožd'árenské, získané biotechnologickým postupem množení čistých kvasničných kultur, vypěstovaných na cukerných substrátech obohacených živinami, stimulatory a pomocnými látkami, schopné způsobit kynutí těst. V těstě vyvolávají ethanolové kvašení, což je složitá biochemická přeměna cukru na etanol a CO₂ (kypřící plyn).

V pekárenské výrobě má droždí tři hlavní funkce: *zvýšení objemu těsta kypřícími plyny, především CO₂, který je konečným produktem fermentace, změny ve struktuře těsta a ovlivnění sensorických vlastností pečiva.* Za vedlejší funkci droždí lze považovat jeho příspěvek k nutriční hodnotě pekařských výrobků, to se týká především obsahu bílkovin a vitaminů [2, 32].

Čerstvé lisové droždí je z ekonomických důvodů v pekárenském průmyslu používané nejvíc. Vyrábí se v liberkách o hmotnosti 500 a 1000 g. Může obsahovat až 74 % vody. Droždí je nutné uchovávat v chladu 4 - 6 °C, protože jinak ztrácí velice rychle svou aktivitu. Má omezenou trvanlivost na několik dnů 7 - 28 dní. Pro trvanlivost droždí jsou důležité podmínky během distribuce a skladování, protože míra zachování aktivity je ovlivněna teplotou při skladování [2, 9].

Granulované droždí se dodává pro velkoodběratele v pytlích, většinou o hmotnosti 25 kg. Od lisovaného droždí se liší jen v konečné úpravě a ve způsobu manipulace. Lze s ním

snadno manipulovat při vážení nebo automatickém dávkování. Vzhledem k velkému povrchu je velmi citlivé na styk se vzdušným kyslíkem. K zahřívání dochází už během balení, ale k výraznému poškození nedochází, protože vnikající CO₂ vytváří interní prostředí, a tím droždí chrání. Teplotu skladování je nezbytné dodržovat mezi 4 - 6 °C. V našich pekárnách není používání tohoto typu droždí rozšířené [2, 9].

Aktivní sušené droždí se liší od lisovaného především výrazně nižší vlhkostí, která se pohybuje v rozmezí 7,0 – 9,0 %. Důsledkem toho je, že aktivní sušené droždí má ve srovnání s lisovaným droždím mnohem delší životnost a odolnost vůči nepříznivým podmínkám. Při pokojové teplotě vydrží i několik měsíců. Sušené droždí má tvar drobných oválných granulí průměru asi 1 až 2 mm. Před použitím je nutná jeho aktivace ve vlažné vodě (asi 35 °C teplé) alespoň 15 minut. Poměr dávkování sušeného aktivního droždí ku droždí lisovanému je asi 1:2 - 2,5. To znamená, že při porovnání sušiny droždí je aktivita sušené droždí nižší [2, 9, 32].

Instantní sušené droždí má tvar drobných jehliček o průměru asi 0,4 mm, mají porézní strukturu, obsahují emulgátor, takže velmi silně poutají vodu. Na rozdíl od aktivního sušeného droždí instantní droždí není nutné před použitím hydratovat, je připraveno k okamžitému použití. Práce s instantním droždím vyžaduje opatrnost, aby nedošlo k přímému kontaktu droždí se studenou vodou, ledem nebo stěnami chladné díže. Droždí lze promíchat s moukou před přidáním vody, nebo poprášit povrch těsta během hnětení [6]. Instantní droždí se dávkuje přibližně 1/3 oproti množství droždí lisovaného. Rozdíl v sušině obou droždí nutno kompenzovat vyšším přídatkem vody do těsta. Z uvedeného poměru je patrné, že instantní sušené droždí má větší fermentační účinky než aktivní sušené droždí [2, 9, 32].

2.2 ZLEPŠUJÍCÍ PŘÍPRAVKY

Jedním ze základních faktorů ovlivňujících kvalitu pečiva je jakost mouky. Ta, i přes veškerý vývoj v oblasti zemědělství a mlynářství, není standardní, neboť je ovlivněna odrůdami obilovin, růstovými, klimatickými a sklizňovými faktory, po vlastní sklizni má významný vliv i samotné skladování.

Tuto skutečnost se pekaři snaží eliminovat používáním různých zlepšujících přípravků, které mají obecně za cíl vyrovnávat měnící se vlastnosti mouky jakožto základní suroviny, a umožnit tak dosažení standardní kvality finálního výrobku. Veškeré zlepšující přípravky

jsou dodávány do těst pro jejich zkvalitnění a usnadnění výroby. Jejich používání vede k rychlejší přípravě a zpracování těsta, zabezpečení jeho stability a samozřejmě také ke zvýšení kvality a zlepšení organoleptických vlastností finálního výrobku [17].

2.2.1 Enzymové přípravky

Světlé pšeničné mouky, z nichž se vyrábějí téměř všechny druhy pečiva, mívají nedostatek zkvasitelných cukrů i diastatických enzymů schopných odbourávat tyto cukry (konkrétně maltosu) z moučného škrobu. Proto se tyto enzymy pravidelně přidávají do kynutých těst. Jde o amylázy (diastasy) různého původu – amylasy sladové (obilní), plísňové, bakteriální. U nás se tradičně používá sladová moučka Diasta a to buď samotná, nebo součást kombinovaného přípravku Diapol [18].

2.2.2 Emulgátory (povrchově aktivní)

Emulgátory jsou látky, jejichž molekuly se pohybují na fázovém rozhraní dvou fyzikálních fází, kde jsou schopny v minimálních koncentracích snižovat povrchové napětí vzájemně nemísitelných nebo omezeně mísitelných látek, a tím podporují vznik a stálost emulzí. V pekařských těstech jde o typ emulze olej ve vodě, méně často voda v oleji. Schopnost snižovat povrchové napětí je dána tím, že molekuly emulgátorů jsou složeny ze dvou částí: polární (hydrofilní) a nepolární (hydrofobní). Působením emulgátorů se tedy systém stabilizuje orientací lipofilní částí molekul do olejové (nebo vzduchové) fáze a hydrofilní části do vodní fáze [2, 18].

Emulgátory prodlužují čerstvost pečiva tím, že zabraňují odpařování vody z pečiva, napomáhají lepší tvarovatelnosti těsta a odolnosti vůči střížným silám. Mezi běžné používané emulgátory patří monoglyceridy (E 471) a lecitin (E 322) [19].

2.2.3 Chemické zlepšovací prostředky

Zástupcem skupiny **oxidačních činidel** je kyselina askorbová (E 300) nebo vitamin C. Hlavní funkcí oxidačních činidel je zesílení těsta, které se projevuje zvýšenou pružností a lepší zpracovatelností a ve svém důsledku i vyšším objemem hotového výrobku.

Hlavním mechanismem účinku je tvorba vazeb mezi –SH skupinami některých proteinů, čímž dochází k ovlivnění viskozity těsta a její pevnosti. Ovlivňuje tak schopnost těst zadržovat plyny vznikající při pečení a tak nabývat na objemu. Dále oxidační činidla mění gly-

koproteiny obsažené v mouce tak, že jsou schopny tvořit pevné gely, jež těsto zpevňují [17, 19].

Z **redukčních činidel** se používá např. aminokyselina L-cystein (E 921), glutathion, nebo deaktivované droždí a působí opačně, tedy zeslabují těsto štěpením disulfidických vazeb. Díky tomu je možno zkrátit dobu hnětení těsta, a tak urychlit a zefektivnit celkovou výrobu pečiva. Kombinace obou typů činidel umožňuje tzv. chemickou přípravu těst, dosahuje se tak zkrácení doby hnětení při zachování potřebné viskozity těsta vhodné pro správnou strukturu hotového výrobku [17, 19].

2.2.4 Konzervační látky

Základním požadavkem na konzervační činidla je prodloužení trvanlivosti výrobků z hlediska hygieny a zdravotní nezávadnosti. Pro zajištění této funkce se používají látky omezující biochemické děje v hotovém produktu. Nejznámější a nejvhodnější je kyselina sorbová a zvláště její sůl sorban draselný. Dále oxid siřičitý a jeho sloučeniny, kyselina propionová a její soli [2, 17].

2.2.5 Pekařské směsi

Směsi slouží ve výrobních provozech k urychlení a usnadnění výroby. Používají se různé typy pekařských směsí, zaleží vždy na požadavcích pekárny. Výrobci nabízejí různě zakoncertované směsi pro různé typy výrobků.

Kompletní směsi obsahují všechny suché příměsi včetně mouky, tyto směsi jsou vhodné pro menší pekárny, které nemají moučné hospodářství a používají mouku pytlouvanou. **Zakoncertované komplexní směsi** obsahují všechny suché příměsi s minimálním obsahem mouky, jsou vhodné pro větší pekárny mající moučné hospodářství. **Premixy** obsahují různý podíl složek a pro přípravu určitého výrobku se v pekárně přidává směs (premix) v různých koncentracích a další suroviny [2, 17].

Poptávka po pekařských směsích a premixech má v posledních letech stoupající tendenci, a to zejména díky tomu, že přinášejí výrazné zjednodušení a urychlení výroby.

Některé mlýnské a pekárenské společnosti přizpůsobují svůj výrobní program současnému trendu celozrnných potravin a zařazují do sortimentu výrobků celozrnné cereální směsi, resp. hotové směsi na výrobu konkrétních potravin. V ČR se výrobou cereálních směsí zabývají četné společnosti jako např. Ireks Enzyma, Lesaffre Česko, a. s., Zeelandia spol. s. r. o., JH Group, spol. s.r.o. a některé další [17, 28].

3 TECHNOLOGICKÝ POSTUP PŘI VÝROBĚ CELOZRNNÉHO PEČIVA

Technologický postup výroby celozrnného pečiva je totožný s výrobou běžného pečiva, rozdílnost je v použité mouce, která u pečiva celozrnného má vyšší stupeň vymletí.

Čerstvá mouka bezprostředně po semletí není vhodná pro pekárenské zpracování. Takovou mouku je nutno skladovat 1 až 3 týdny za předepsaných podmínek, aby nabyla požadovaných vlastností [15].

Na zrání mouky má vliv v první řadě stupeň vymletí (výše vymleté mouky zrají rychleji, a při skladování dosahují vyšší kyselosti), také stupeň zralosti zrna (čím je zrno mladší, tím je delší zrání), vlhkost kolem 11 až 15 % (zvyšuje rychlost zrání) a teplota skladu kolem 15 až 18°C (čím vyšší teplota skladu, tím rychlejší zrání mouky) [2, 15].

3.1 TĚSTO A JEHO PŘÍPRAVA

3.1.1 Příprava pšeničního těsta

Příprava těsta je jednou z nejdůležitějších technologických operací. Při ní se vytváří základní předpoklady pro získání jakostního výrobku. Kvalitu výrobku předurčuje několik základních charakteristik: surovinové složení, vytvoření správného koloidně-chemického systému těsta se správnými fyzikálně-mechanickými vlastnostmi pro celé další zpracování, správné nakypření a správné tepelné zpracování [1, 2].

3.1.1.1 *Struktura a podstata tvorby pšeničního těsta*

V suchém zrnu a v mouce se žádné z přírodních polymerů, bílkoviny, škrob ani rozpustné pentosanové polysacharidy nevyskytují v prostorově spojitě struktuře, která by prostupovala celým objemem. Teprve po přidání vody začíná bobtnání těchto složek, které mohou bobtnat i při teplotě výrobních prostor. Což jsou bílkoviny a pentosanové polysacharidy. Neporušené škrobové granule v mouce bobtnají za normální teploty jen omezeně, pokud jsou však porušeny, přijímají vodu a bobtnají mnohem rychleji a zvyšují tak vaznost mouky [1, 2].

V první fázi hnětení dochází hlavně k promíchávání a homogenizaci všech složek těsta. Současně s hnětením se zintenzivňuje bobtnání a řada chemických a enzymově katalyzovaných reakcí. Při tvorbě pšeničního těsta dochází v průběhu hnětení k pozvolnému vytvá-

ření prostorově trojrozměrné sítě lepkové bílkoviny. Ta je nosnou strukturou těsta, která má jak u žitného, tak u pšeničného těsta charakter tuhého lepku, ale s mnohem větší pružností pšeničného těsta než těsta žitného [1, 2, 9].

Při přípravě se uplatňuje také škrob ve své hydratované podobě, tedy ve zmazovatěném stavu. Množství vázané vody se do jisté míry podílí na vláčnosti těsta a následně i na vláčnosti finálních výrobků. Hydratační procesy ve škrobech jsou ovlivněny množstvím vody, teplotou, druhem a kvalitou moučných škrobů. Počáteční teplota mazovatění pšeničného škrobu je při 55-67 °C a optimální viskozita při 90 °C. Žitný škrob mazovatí snadněji než pšeničný, počáteční teplota v rozmezí 50-62 °C a optimální viskozita při 70 °C [9].

Pro přípravu pšeničných těst se v pekárnách běžně používá přímé a nepřímé vedení těst.

3.1.1.2 Nepřímé vedení pšeničného těsta (A)

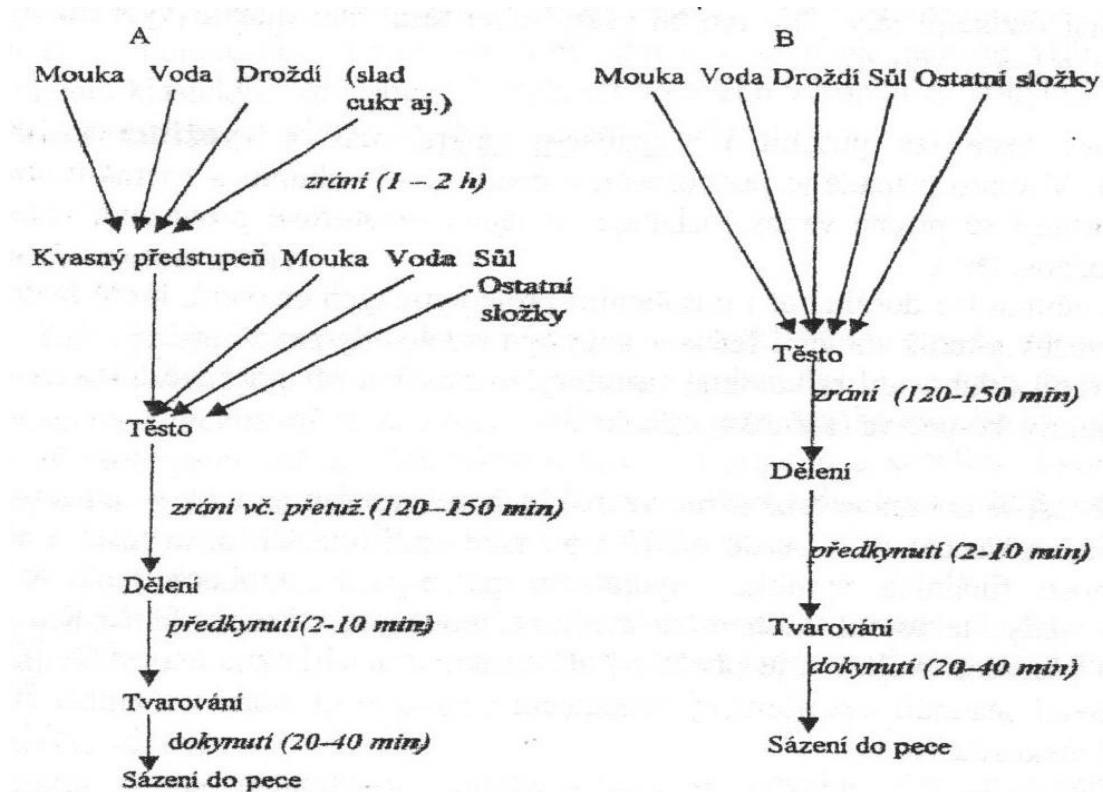
Nepřímé vedení je léty osvědčený a spolehlivý způsob přípravy těst pro „nadýchané“ pečivo s výraznou pečivovou vůní a poměrně dlouhou vláčností. Doporučuje se zejména pro výrobu běžného pečiva, jehož typická vůně, chuť, konzistence střídy i delší čerstvost jsou výsledkem dlouhého intenzivního kvašení [32].

Nepřímým vedením těsta zásadně rozumíme přípravu předstupně na rozkvašení přidávaného droždí ještě před vymísením konečného těsta (viz obr. 4). Složení a postup přípravy kvasného předstupně je v různých zemích, ale i v jednotlivých pekárnách, velmi rozličný. V českých zemích byl v minulosti nejčastějším a tradičním typem kvasného předstupně při výrobě pšeničného pečiva **omládek** (doba zrání 1 hodinu). Připravuje se z vody, mouky a droždí. Přidával se ječný slad. Z těchto surovin se vymíchá řídká směs a nechá se rozkvasit. Doba zrání omládku se v minulosti doporučovala až v rozmezí 3 - 4,5 hodiny. V polovině 20. století se rovněž v některých pekárnách používal **poliš** (kvasný předstupeň, řídkší než omládek, doba zrání 2 hodiny). V současnosti se u běžného pšeničného pečiva používá kvasných předstupňů jen velmi málo, v průmyslové velkovýrobě téměř vůbec [1, 2, 9].

3.1.1.3 Přímé vedení pšeničného těsta (B)

Většina technologických postupů současné výrobní technologie přípravy těst je bez kvasných předstupňů s použitím zlepšujících přípravků (na záraz). Výhodou tohoto postupu je značné zjednodušení technologického postupu [1, 9].

Při přímém vedení těsta se všechny složky dávkuje současně a ihned se vymíchává a vyhněte těsto (viz obr. 4). Jeho užití převládá i díky pekařským zlepšujícím přípravkům, které přímé vedení umožní. Těsto po určitou dobu zraje, přičemž v něm probíhá enzymové štěpení a ethanolové kvašení, projevující se změnou konzistence a zvětšování objemu. Přímé zkrácené vedení vyžaduje vyšší náklady na suroviny, a to nejen na zlepšující přípravky, ale i na droždí, jehož dávka bývá při přímém vedení vyšší [9, 32].



Obr. 4. Schématické srovnání nepřímého (A) a přímého (B) způsobu vedení těsta.

Uvedené časy jsou pouze orientační [2]

3.1.2 Příprava těsta se žitnou moukou

V naší současné pekárenské výrobě je jen sporadicky vyráběn chléb žitný. Rozhodující podíl v naší průmyslové pekárenské výrobě představuje výroba chleba pšeničnožitného a malý podíl výroba chleba žitnopšeničného. Pro všechny skupiny žitných či směsných těst je z větší části používán tradiční technologický postup přípravy těsta kypřeného žitným kvasem. Menší část je vyráběna na zázaz a kypřena přímo droždím [1, 2].

Žitná bílkovina, i přestože také bobtná, není schopna vytvořit souvislou lepkovou strukturu. Žitná mouka používaná pro pekárenskou výrobu bývá většinou vymletá výše než pšeničná, obsahuje proto větší podíl podobalových složek tzv. vnějšího endospermu a dalších

obalů. Má proto také vyšší obsah nerozpustných i rozpustných polysacharidů, jejichž podstatnou složkou jsou pentosany [1, 2, 9].

Při tvorbě těsta z čisté žitné mouky dochází k intenzivnímu vázání vodorozpustnými pentosany, což také přispívá k tomu, že žitná bílkovina není schopna vytvořit souvislou lepkovou strukturu. Základem nosné struktury je vysoce viskózní gel nedostatečně rozpuštěných rozpustných pentosanů a nedostatečně nabobtnalé bílkoviny. Proto má žitné těsto charakter spíše viskózní kapaliny s menší pružností, než má těsto pšeničné, je také obvykle lepivější. Aby byla zajištěna jeho omezená lepivost a zpracovatelnost na přijatelnou míru, musí být dávkování vody omezeno tak, aby nedošlo k většímu rozpuštění pentosanů [2, 9].

3.2 HNĚTENÍ TĚST

Při hnětení těst probíhá mnoho chemických a fyzikálních změn. Při styku s vodou při běžných teplotách výrobních prostor (cca mezi 20 - 30 °C) začíná nejrychleji bobtnat lepková bílkovina. Ta je schopna pevně vázat značné množství vody. Za standardních podmínek vypírání tzv. mokrého lepku zůstává v lepkové bílkovině vázáno přibližně dvojnásobné množství vody na hmotnost bílkoviny. Škrob při těchto běžných podmínkách nebobtná, pokud není porušeno jeho zrno. Zdravé zrno začíná bobtnat a mazovatět až při podstatně vyšších teplotách. Zrna, která jsou již v mouce mechanicky nebo enzymově porušena, mohou bobtnat již při nízkých teplotách, např. 20 °C [2].

Při začátku hnětení se voda dostává do kontaktu jen s povrchem moučného zrna a ke složkám mouky proniká jen pozvolna difúzí. Zpočátku je voda ve značném přebytku. Dalším mechanickým promícháváním se hydratovaná část spojuje ve spojitý gel. Přebytek vody se tak rychle snižuje a naopak koncentrace gelu a roztoku zvyšuje. Viskozita gelu se postupně zvyšuje a v důsledku toho se současně zvyšuje odpor těsta vůči napínání. Rovněž se zvyšuje pružnost těsta. Celé toto období až do dosažení maxima odporu nazýváme vývin těsta. Od okamžiku dosažení optima nepřijímají koloidní složky další vodu. Pokud pokračujeme dále v hnětení, viskozita se snižuje, opocuje se povrch těsta, uvolňuje se část vody (přehnětení). Po určité době odležení se těsto krátce prohněte (přetuzení), zpevní se jeho struktura, zrovnoměrní vývin těsta a zjemní jeho pórovitost [2, 9].

3.2.1 Výroba kvasných předstupňů

Pro výrobu pšeničného pečiva převládá přímé vedení. Nepřímé vedení, kdy se připravují kvasné předstupně (omládky, poliše) se používá jen zřídka a převážně v menších pekár-

nách. Přípravují se vsádkově v mísících nebo šlehacím stroji, a to postupně tak, že se rozdrobené droždí nejprve prošlehá s odlitou vodou a sladkem na homogenní směs a potom se přidá mouka a směs se opět prošlehá do homogenního hladkého vzhledu bez hrudek [9].

Při výrobě žitných kvasů v malovýrobním měřítku se používá šlehačů kvasu nebo díží, v nichž se k vyzrálému nebo přechovávanému kvasu přidává žitná mouka a voda. Po vyšlehání homogenní směsi kvas v díži současně zraje a postupně se dále zmlazuje a pomnožuje [2].

Pro výrobu chleba, které obsahuje žitnou mouku lze pro výrobu kvasů použít.

3.2.1.1 Klasický způsob

Kvas je dobře rozmísená suspenze žitné mouky, vody a mikroorganismů (bakterií mléčného kvašení a kvasinek). Kvas těsto kypří a okyseluje. Klasickou technologii představuje třístupňové vedení kvasu [9, 20].

Nejprve se připraví základ tak, že se tzv. zákvasek smísí s vodou a žitnou moukou. Zákvasek je polotovár, který vyvolá v těstě kvašení. Obsahuje směsnou kulturu kvasinek a bakterií mléčného kvašení vypěstovanou ve vodné suspenzi žitné mouky. Základ se připravuje poměrně řídký a nechá se podle druhu použitého zákvasu 5 až 10 hodin zrát při teplotě 21 až 25 °C. Během zrání dochází především k pomnožení kvasinek [20].

První stupeň kvasu – vychází se ze základu, který se zředí na suspenzi s výtěžností 200 smícháním stejných dílů základu a žitné mouky, s přidáním dvojnásobného množství vody. Tento stupeň je určený hlavně pro rozmnožování kvasinek. Doba zrání bývá 5 až 6 hodin, při teplotě 24 až 25 °C. Zralý kvas se vyznačuje zřetelným narůstáním objemu, pórovitou strukturou a typickou chutí a vůní [9, 21].

Druhý stupeň kvasu – s výtěžností 170 získáme přidáním vody a žitné mouky. Doba zrání je kratší, přibližně 4 až 5 hodin, počáteční teplota poněkud vyšší 26 až 27 °C. Při zrání dochází hlavně k rozvoji bakterií mléčného kvašení. Vytváří se mléčná kyselina a kyselost kvasu stoupá [9, 20, 21].

Třetí stupeň kvasu – se získá přidáním další mouky a vody s výtěžností 200. Konzistence tohoto kvasu je řidší, kvas zraje asi 3 hodiny a jeho teplota nesmí překročit 30°C. V kvasu se rovnoměrně rozmnožují kvasinky i bakterie mléčného kvašení [9, 20].

Zralý kvas zpracováváme tak, že pouze dvě třetiny odebíráme k výrobě chlebového těsta; zbývající jedna třetina se používá k výrobě opakovaného kvasu. Uvedený způsob vykazuje

neoptimálnější výsledky pro senzoricou jakost chleba. Na druhou stranu je nejpracnější a nejnáročnější na odbornou znalost a zdatnost pracovníků [9, 21].

3.2.1.2 Výroba kvasu v kvasomatech

V posledním desetiletí 20. století se začal rozšiřovat způsob přípravy kvasů zkráceným postupem z dodávané startovací kultury bez pozvolného pomnožování. V principu jde o předfermentovanou kulturu mléčných bakterií, které se rozmíchají s moukou a vodou přímo na potřebný objem kvasu, nebo i na postupné pomnožování např. ve dvou nebo třech stupních. Podmínky přípravy neumožňují podstatný rozvoj kvasinek, a naopak jsou produkovány organické kyseliny, především kyselina mléčná a octová, které jsou charakteristické pro tradiční žitné kvasy [2, 9].

Použití startovacích kultur umožňuje vyrobit kvas s přirozenými produkty mléčného kvašení, který může být při nepřítomnosti podílu kvasinek stabilní po dosti dlouho dobu, a umožňuje tak uchovávání vyzrálého kvasu i několik dní. Při výrobě těsta se pak musí přidávat droždí pro nakypření [2, 9].

Pro výrobu těchto stabilizovaných kvasů jdou dodávané nádrže nazývané kvasomaty. Tento způsob výroby je velmi jednoduchý, časově i sortimentně pružný a při větších objemech i ekonomický. Takto vyrobený chleba se chuťově nejvíce přibližuje chlebu vyrobenému klasickým způsobem [9].

3.2.1.3 Kvasové koncentráty

Kvasové koncentráty se získávají zahuštěním přirozeného žitného kvasu. Tyto směsi mohou být tekuté nebo suché. Základem kvasů jsou organické kyseliny (kyselina mléčná, octová, citrónová, vinná nebo jablečná), barviva, které dodávají střídě typický vzhled a další složky zejména hydrokoloidy. Výrobky mají podobnou chuť jako výrobky kypřené tradičně vedenými kvasy. Výtěžnost chleba vyrobeného tímto způsobem je nejméně 150 [9].

3.2.2 Dávkování surovin

Poměr jednotlivých složek v těstě se obvykle v recepturních předpisech vyjadřuje v procentech na hmotnost mouky. Vzájemný poměr mouka : voda kolísá v širokých mezích, v krajních případech na 100 dílů mouky 35 - 80 dílů vody. Tento poměr má v technologii prvořadý význam, který určuje: chování těsta během celého technologického procesu, chod biochemických a biologických pochodů v něm, výtěžnost těsta a hotových výrobků.

Všechny suroviny se dávkují přesně podle předepsané receptury, pouze voda se dávkuje podle požadované konzistence těsta, především v závislosti na vaznosti mouky. Před dávkováním je důležité prosévání mouky (provzdušnění), pro řádný vývoj struktury těsta.

Při ručním dávkováním se ostatní suché složky navažují přímo do díže. Na kontinuálních výrobních těst se kromě mouky většinou dávkují ostatní složky čerpadly v roztoku nebo ve vodní suspenzi. S dávkováním vody do těsta se současně reguluje teplota vody. Některé hnětače jsou vybaveny chlazením. K dosažení požadované teploty vody se používá míchání teplé a studené vody v potřebném poměru pomocí směšovačů. Nastaví se požadovaná teplota vody a její míchání probíhá průtočně automaticky [1, 2].

3.2.3 Způsoby mísení a hnětení

Diskontinuální příprava těst – s přicházející mechanizací byla nejdříve snaha strojně napodobovat ruční hnětení. Při konstrukci hnětacích zařízení k tomu posloužily dva hlavní principy, na kterých byla jejich funkce založena. Prvním způsobem je použití stabilního stojanového hnětače s hnětacím elementem (páka, kotva, spirála, apod.) ponořeným do těsta v díži, která se otáčí. Druhý princip využívá planetového pohybu otáčejících se hnětacích elementů, které jsou pak ponořeny do stojící díže. Postupně byly vyvíjeny intenzivnější hnětače s jinými hnětacími elementy a také s vysokými obrátkami (spirálové hnětače s hnětacím elementem ve tvaru spirály) [2, 9].

Polokontinuální výroba těst – v 60. letech byl v Československu vyvinut první systém přípravy těsta v dížích, umístěných na otáčivém karuselu. Díže tak byly postupně nastavovány do pozic, kde se prováděly jednotlivé technologické úlohy. V první poloze se dávkovaly suroviny, v další poloze se do díže spouštělo hnětadlo a bylo vyhněteno těsto. Nejmodernější zařízení pro velké průmyslové pekárny plně automaticky řízené výroby těsta v dížích dospělo k podobnému postupu. Řídící počítač kompletně řídí veškerou přípravu těsta včetně dávkování surovin, které se provádí podle receptur uložených v databázi. Díže jsou mechanickým vozíkem přemísťovány do jednotlivých pozic v dávkovači surovin, k hnětači, do zracího boxu a na překlápěč díží. Pohyb vozíku je rovněž automaticky řízen počítačem [2, 9].

Kontinuální výroba těst – československé kontinuální výrobníky těst byly od počátku 60. let postupně zaváděny do průmyslových pekáren pod označením KVT pro žitná těsta a KVPT pro pšeničná těsta. Označení je doplněno číslem, které udává přibližný výkon pře-

počtený na celkovou hmotnost hotových výrobků za hodinu. Jedná se o hnětač doplněný dávkovacím zařízením.

Mouka se plynule dávkuje šnekovým dopravníkem umístěným pod zásobníkem na mouku a všechny ostatní složky se dávkují kapalné. Pouze ojediněle se vyskytují hnětače vybavené dávkovacím zařízením pro tuhé přísady [2].

3.3 ZRÁNÍ A KYNUTÍ TĚSTA

Zrání těsta začíná hned po vyhnětení, buď v dížích, nebo na pásek kontinuálních linek. Kvasinky obsažené v těstě produkují CO_2 a etanol. Při fermentaci žitnými kvasy vzniká ještě kyselina octová a mléčná. Při vyšší teplotě probíhá spíše mléčné kvašení a při nižší teplotě alkoholové kvašení. Těsto se musí před dělením přetuzit [22].

Přetuzením se vypudí z těsta přebytečné kvasné plyny, jejichž koncentrace se stává pro kvasinky toxickou, dosáhne se stejnoměrnější pórovitosti a zároveň se do těsta vpraví kyslík, důležitý pro činnost kvasinek i pro zpevnění lepkové kostry výrobku [32].

Zrání těsta značí období, kdy se těsto ponechává v klidu, aby se mohl důkladně rozběhnout fermentační proces. Doba zrání se značně liší pro různé druhy těst. Pro těsta přímo vedená je nutná delší doba zrání, než pro těsta vyráběná z již rozkvašených kvasných předstupňů [2].

3.3.1 Fermentační procesy v těstě

V těstech **biologicky kypřených** probíhají procesy alkoholového kvašení. Proces alkoholového kvašení vyžaduje kromě přítomnosti kvasinek také dostatek zkvasitelného substrátu, tedy zkvasitelných cukrů. Hlavním zkvasitelným substrátem v těstě je maltosa.

Maltosa bývá ve zdravých světlých pšeničných moukách přítomna v množství 1 - 2 %. S vyšším vymletím obsah maltosy většinou stoupá výše. V moukách se běžně neuvádí. Maltosa vzniká hydrolýzou škrobu amylolytickými enzymy. Pro správný průběh zrání a kynutí těsta je potřebná přiměřená aktivita amylas, především α -amylasy. Příliš nízký obsah a aktivita α -amylasy vede k nedostatečné tvorbě zkvasitelných cukrů, a v důsledku toho k pomalému kynutí těsta a k malému objemu výrobku. Příliš vysoká aktivita α -amylasy naopak urychluje hydrolýzu škrobu za vzniku dextrinů, které mohou způsobovat vyšší lepivost těsta. Produkty alkoholového kvašení jsou CO_2 a etanol. Při zrání je důležitá teplota, neboť při vyšších teplotách je podporováno spíše mléčné kvašení a tvorba kyselin, při nižších spíše alkoholové kvašení a tvorba kypřícího CO_2 [1, 2, 9].

Při fermentaci žitnými kvasy vznikají ještě ve větším množství kyselina octová a mléčná a v podstatně menších množstvích další organické kyseliny, aldehydy a ketony.

Ty jsou pak nositeli typické chuti našich chlebů s žitnou moukou, další chuťově významné složky vznikají ještě při pečení [1].

Průběh **chemického nakypření** můžeme do značné míry regulovat volbou kypřicího prostředku a prostředí, ve kterém bude působit. Na rozdíl od biologicky kypřených těst nevyžadují těsta chemicky kypřená delší dobu zrání z důvodu nakypření.

Při **mechanickém kypření** těst a hmot, není dále třeba nechávat těsta zrát, naopak musí být rychle zpracována [2, 9].

3.4 DĚLENÍ A TVAROVÁNÍ TĚST

Po vyzáření je těsto děleno na klonky o takovém objemu, který dává po upečení požadovanou hmotnost výrobků. Pro mechanizované tvarování výrobků se používá dvojího principu. Buď je těsto rozvalováno na tenký plátek a pak srolováno (rohlíky), nebo se vyrobí okrouhlý nebo protáhlý bochánek těsta (tzv. klonek) a do něj se na průběžném pásu shora tlakem raznice vyrazí tvar housky, hvězdičky apod [1].

3.4.1 Stroje na tvarování chleba

Tvarování do přibližného tvaru koule probíhá ve **vykulovacím stroji**. Těstové kusy jsou tvarovány mezi dvěma pásy pásových dopravníků, pásy se otáčejí různým směrem a různou rychlostí. Vyšší rychlost pásu otáčejícího se ve směru průchodu těsta strojem zajišťuje požadovaný směr pohybu těsta. Při kulování se musí dosáhnout celistvého povrchu a rovnoměrně kulovitěho tvaru klonku [23].

Tvar večky je získán ve **vyvalovacím stroji**. Těstový kus ve tvaru koule je v něm nejprve tvarován mezi dvěma nad sebou umístěnými pásovými dopravníky, které mají rozdílnou rychlost pohybu a otáčejí se tak, že plochy pásů dopravníku, umístěné proti sobě, se pohybují opačným směrem. Po průchodu těstového kusu mezi těmito dopravníky je na spodním dopravníku těstový kus dopraven pod tužící desku. Zde, mezi dopravníkem a tužící deskou, je opracován, čímž je jeho mechanické tvarování ukončeno [23].

3.4.2 Stroje na tvarování běžného pečiva

Stroje na tvarování běžného pečiva zpracovávají převážně těsta z pšeničné mouky o malé hmotnosti [9].

Nejběžnějším mechanizačním prvkem pro tvarování běžného pečiva je **rohlíkový stroj**. Předkynutý klonek, vložený do stroje prochází mezi dvěma páry rozvalovacích válců a vytvaruje se na placku. Ta se svine na rohlík mezi dvěma pásy s protisměrným pohybem. Rohlík se mezi pásy zároveň ztuží, protáhne do délky a spodním pásem se odvádí ze stroje. Při tvarování se těsto zaprašuje moukou, aby se nelepilo. Podle počtu klonků, které lze do stroje vedle sebe vkládat, rozlišujeme rohlíkové stroje jedno-, dvou- a třířádkové [32].

Při mechanizovaném tvarování housek a hvězdiček se vyrábějí zásadně **ražené tvary** pomocí raznic. Podobně jako rohlíkové stroje existují i jedno- až třířádkové houskovače a večkovače. Při mechanizované velkovýrobě běžného pečiva jsou rohlíkové a razící stroje součástí kontinuální tvarovací linky [32].

3.4.3 Dokynutí a sázení těst

Dokynutí zahrnuje důležitou část procesu fermentace a podmínku regenerace struktury těsta po tvarování. Dělením a tvarováním se mechanicky narušila lepková síťovina těsta a vypudily se kypřící plyny, proto musí tvarované kusy znovu kynout, což má vést k vytvoření dostatečného objemu. Dokynutí vytvarovaných těst probíhá v kynárnách, v uzavřených prostorách. Za optimální podmínky kynutí pokládáme teplotu ovzduší kolem 30 až 35 °C a relativní vlhkost vzduchu 75 až 85 °C. Doba kynutí se pohybuje okolo 32 – 50 minut [2, 18, 22].

Povrch dokynutých těstových kusů se před sázením upravuje. Úprava spočívá ve vlažení, popř. v sypání výrobků (mákem, solí a kmínem, sezamovým semínkem apod.). Při periodickém pečení jsou tyto úkony prováděny ručně, při kontinuálním pečení jsou tyto úkony zmechanizovány [32].

3.5 PEČENÍ

Pečení znamená velmi důležitou součást technologického procesu pro konečný vzhled a senzorickou kvalitu výrobku. Vedle fermentace nese hlavní podíl na vzniku typického aroma a chuti pečených výrobků. Zcela tradiční a z dávné historie známý postup pečení cereálních výrobků má kromě toho význam z hlediska nutričního a hygienického. Výrobky se upečením stávají stravitelnější, prodlouží se jejich uchovatelnost, a zejména z hlediska mikrobiologické kontaminace jsou po tepelném zpracování zcela nezávadné [2].

3.5.1 Průběh pečení

Pečením se v první fázi zvětšuje objem pečiva, posléze se fixuje jeho tvar a vytváří se aromatická, tmavěji zbarvená kůrka. Tepelným opracováním se zlepšuje stravitelnost výrobku a dochází k jeho částečné sterilaci. Zdárný průběh těchto procesů je podmíněn řadou fyzikálních, biologických a koloidně-chemických změn, které v těstovém kusu proběhnou po dodání příslušného množství tepelné energie [32].

Při pečení probíhá ještě značnou část hydrolytická činnost amylolytických enzymů a fermentační činnost kvasinek. Cereální amylasy jsou inaktivovány až při teplotách kolem 70 °C a zůstávají proto aktivní i nad teplotou denaturace bílkovin a po část doby mazovatení škrobu. Kvasinky odumírají při teplotách nad 50 °C. Při teplotách nad 60 °C, lze předpokládat, že již zcela ustaly projevy činnosti mikroflóry, i když ve střídě mohou přežít jednotlivé životaschopné kvasinky nebo bakterie mléčného kvašení [2].

Při teplotách na 60 °C dochází k denuraci bílkovin, které tak uvolňují dosud vázanou vodu. Současně dochází k mazovatení škrobu, který vodu přebírá. K vytvoření vláčné střídy výrobku musí mít škrob dostatek vody, která musí v pečeném výrobku z větší části zůstat a jen menší část se může odpařit [9].

K vytvoření kůrky jsou dány předpoklady hned na počátku pečení tím, že se povrch těsta obvykle zavlažuje vodním sprejem. Pro vytvoření kůrky je zapotřebí dostatečně vysoké teploty v peci nárazově při začátku pečení a rychlé zmazovatení škrobu v povrchové vrstvě vsazeného těstového kusu [1, 9].

Pečení má několik fází. Při pečení chleba se v počáteční fázi, tzv. zapékání, pohybují teploty obvykle mezi 270 – 280 °C. Po určité době se teplota postupně snižuje a na konci pečení se teploty pohybují obvykle od 230 do 210 °C. Obvyklá doba pečení chlebů o hmotnostech 1,3 – 1,5 kg bývá cca 50 - 55 min [2].

Pro pečení drobného běžného pečiva používají jednotlivé pekárny různých postupů. V pecích s ručním sázením se zapékací teploty na začátku pohybovaly mezi 260 – 270 °C. Teplota pak samovolně klesala. Některé pekárny volí pro pečivo opačné křivky s počátečními zapékacími teplotami zhruba 200 – 220 °C. V posledních dvou třetinách pečení se teplota zvyšuje na 240 – 270 °C. Běžné pečivo se na rozdíl od chleba peče celou dobu v zapařeném prostoru, z něhož se pára neodpouští. Doba pečení běžného pečiva o hmotnosti cca 40 – 60 g činí 12 – 15 min [2].

Při pečení probíhají reakce tvorby barevných látek především na povrchu těsta. Probíhají reakce neenzymového hnědnutí (Maillardova reakce) a tvorba meziproduktů karamelizace za spoluúčasti redukujících cukrů a aminokyselin. Tím se vytváří barva kůrky.

Současně probíhá tvorba dalších polykondenzačních a jiných produktů, které dávají čerstvým výrobkům typickou chuť a aroma. Výrazně se přitom uplatňují také pentozanové polysacharidy žita. Z nich vznikají sloučeniny na bázi furfuralu a hydroxymethylfurfuralu dávající zvlášť intenzivní vůni a chuť tmavých chlebovým výrobkům [1].

3.6 CHLADNUTÍ A EXPEDICE

Výroba nekončí upečením, je velmi důležité vychladnutí a uskladnění pečiva. Po upečení je odvod tepla z výrobku stejně pomalý jako prostup tepla dovnitř těsta. Dostatečné vychladnutí výrobků pro bezpečnou manipulaci s nimi může podle velikosti trvat až desítky minut. Výrobky se nechávají volně chladnout na vozících, z kontinuálních pecí se většinou ručně překládají na policové vozíky [9].

Pod pojmem expedice v pekárnách rozumíme veškerou manipulaci s výrobky od jejich výstupu z pece až po předání spotřebiteli. Část výrobků se před balením a expedicí krájí na plátky na strunových nebo nožových řezačkách. Manipulace s výrobky po upečení by měla být pod zvýšeným hygienickým dozorem [9, 18].

3.7 ZÁKLADNÍ POJMY A DEFINICE PRO PEKAŘSKÉ VÝROBKÝ DLE VYHLÁŠKY MZE ČR č. 333/1997 Sb.

Chlebem je pekařský výrobek kypřený kvasem, popřípadě droždím, o hmotnosti nejméně 400 g s výjimkou krájeného, ve tvaru večky, bochníku nebo formovaný.

Běžným pečivem je tvarovaný pekařský výrobek, vyrobený z pšeničné nebo žitné mouky, přísad a přídatných látek, který obsahuje méně než 8,2 % bezvodého tuku a méně než 5% cukru, vztaženo na celkovou hmotnost mlýnských obilných výrobků.

Pšeničným chlebem nebo pšeničným pečivem je pekařský výrobek, obsahující nejméně 90% podíl mlýnských obilných výrobků z pšenice z celkové hmotnosti mlýnských výrobků.

Žitným chlebem nebo žitným pečivem je pekařský výrobek, obsahující nejméně 90% podíl mlýnských výrobků ze žita z celkové hmotnosti mlýnských výrobků.

Žitnopšeničným chlebem nebo žitnopšeničným pečivem je pekařský výrobek, v jeho těstě musí být podíl žitných mlýnských výrobků vyšší než 50 % a pšeničných mlýnských výrobků vyšší než 10 % z celkové hmotnosti mlýnských výrobků.

Pšeničnožitným chlebem nebo pšeničnožitným pečivem je pekařský výrobek, v jehož těstě musí být podíl pšeničných mlýnských výrobků nejméně 50 % a žitných mlýnských výrobků vyšší než 10 % z celkové hmotnosti mlýnských výrobků.

Celozrnným chlebem nebo celozrnným pečivem je pekařský výrobek, jehož těsto musí obsahovat z celkové hmotnosti mlýnských obilných výrobků nejméně 80 % celozrnných mouk nebo jim odpovídající množství upravených obalových částic z obilky.

Vícezrnným chlebem nebo vícezrnným pečivem je pekařský výrobek, do jehož těsta jsou přidávány mlýnské výrobky z jiných obilovin než pšenice a žito, luštěniny nebo olejnin v celkovém množství nejméně 5 %.

Speciálním druhem chleba nebo pečiva je pekařský výrobek, který obsahuje kromě mlýnských výrobků ze pšenice a žita další složku, jako obiloviny, luštěniny nebo brambory, v množství nejméně 10 % z celkové hmotnosti mlýnských výrobků [16].

3.8 VÝHODY A NEVÝHODY VÝROBY CELOZRNNÉHO PEČIVA

Důsledky vysokého vymletí

Mlýnská technologie pro mletí pšenice je tradičně zaměřena na postupné vymílání středových částí zrna a v konečných fázích mletí pak na vydírání zbytků endospermu ze zbytků otrub. V důsledku toho je nejvíce pekařských kvalitních bílkovin obilného zrna obsaženo v krupicích a v prvních moukách z počátečních chodů ve mlýně (přední mouky). Čím méně je zrna vymleto a mouka je bělejší, mírně v ní klesá podíl bílkovin, mírně stoupá obsah sacharidů (škrobu) a výrazně klesá obsah tuku a zejména hrubé vlákniny (celulosa z obalových vrstev).

V dalších chodech se zvyšuje podíl částic z podobalových a v konci mletí i oděrků z obalových vrstev zrna. Tyto mouky proto mají zvýšený podíl složek: minerálních látek (tzv. popel), aleuronových bílkovin, rozpuštěných a nerozpuštěných obalových polysacharidů, vitaminů a barviv z obalových vrstev. Podpovrchové obalové vrstvy mohou mít příznivý účinek na zvýšení vaznosti mouk a prodloužení vláčnosti střídy pekařských výrobků, ale mohou také zvyšovat lepivost těsta. Vnější obalové vrstvy mohou sloužit jako zdroj nestravitelné vlákniny, což může být využíváno z hlediska potřeb úpravy výživových hodnot

výrobku (snížení energetického obsahu výrobku a zvýšení obsahu balastních nestravitelných látek), ale z hlediska pekárenské technologie mají tyto složky zhoršující účinek na kvalitu a zpracovatelnost těsta a často i na vzhled hotového výrobku [2].

Výhodou vysoko vymletých mouk jsou *zachované neškrobové polysacharidy*, jejichž příznivý význam pro lidskou výživu byl prokázán relativně nedávno. Jsou základem vlákniny, která tvoří důležitou součást potravy, působí preventivně proti cévním chorobám a některým nádorovým onemocněním. V souvislosti s tím se ve vyspělém světě a v poslední době i u nás klade důraz na vyšší konzumaci celozrnných obilných výrobků [2].

Vysoko vymílané tmavé mouky s vysokým obsahem popelovin si také *zachovávají značný podíl vitaminů* z původního zrna. Naproti tomu mouky nízko vymleté, světlé, s nízkým obsahem popelovin jsou na vitaminy nejkudší [13].

Další výhodou je *vyšší obsah popelovin*, které jsou tvořeny důležitými biogenními prvky (P, Ca, Mg, K, S aj.). Fungují jako živiny pro kvasné mikroby, popř. katalyzují kvasné pochody. Tmavé mouky s vyšším obsahem minerálií tedy rychleji kvasí [15].

Nevýhodou vysoko vymletých mouk je, že s intenzitou vymílání zadních mouk se zvyšuje pravděpodobnost *poškození škrobových granulí*. Obilí s narušeným škrobem, resp. z něho vymletá mouka, mohou být pro zpracování zcela nevhodná, pokud poškození škrobu dosáhlo významného podílu. Pokud jsou v mouce již narušená zrna škrobu a vysoká aktivita α -amylázy, dochází rychleji k hydrolýze škrobu již během fermentace v těstě, což má za následek příliš rychlou tvorbu nízkomolekulárních cukrů a lepivost těsta. Při procesu pečení 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 pak má nekvalitní střídu [2].

U vysoko vymletých mouk se vedle vyššího stupně poškození škrobových zrn začínají ve větší míře objevovat i neškrobové polysacharidy (hemicelulosa, pentosany), které vykazují vysokou hygroskopicitu a bílkovinný komplex, byť obsah bílkovin stoupá, který postupně ztrácí schopnost vytvářet pružný lepek, zvyšuje se jejich tažnost a schopnost bobtnání (až k hranici rozplývavosti v těsné blízkosti obalových vrstev) [10].

Změny vysoko vymleté mouky během zrání

Výhodou výše vymletých mouk je jejich rychlejší zrání, jelikož doba zrání závisí také na stupni vymletí, na teplotě skladování a na vlhkosti. Nevýhodou jsou vyšší ztráty v mouce,

kteřé mohou být podporovány vysokým vymletím mouky, vysokou vlhkostí, vysokou teplotou skladovacího prostoru, skladování mouky bez větrání [2].

Vysokým vymletím mouky dochází také ke změnám v 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, poněvadž bylo zjištěno, že výše vymleté mouky dosahují při skladování vyšší kyselosti. Vzrůst kyselosti je rychlý v prvních 15 - 20 dnech, potom se značně zpomalí [2].

Nevýhodou jsou změny lipidických složek. Při skladování nastává enzymový rozklad tuků, působením lipolytických enzymů dochází k hydrolyze, a tím k uvolňování mastných kyselin. Při delším skladování může nastat, také oxidační proces, k němuž slouží obilné lipidy svým vysokým podílem nenasycených mastných kyselin, jako vhodný substrát. Sensoricky se to projevuje zhoršením chutí, hořknutím až žluknutím a zatuchlým pachem mouky [2].

Změny vysoko vymleté mouky při kynutí

Aktivitu amylas (tzv. diastatickou mohutnost), ovlivňují nejen chemické změny, které proběhly v zrně a mouce během skladování, ale i stupeň vymletí mouk. Vliv vymletí je přirozený, neboť vnitřní obalové vrstvy obilky zrna obsahují po klíčku nejvíce amylolytických enzymů. Mouka vysoko vymletá obsahuje tedy nejvíce enzymů. Naproti tomu mouka nízko vymletá (málo obalových částic), obsahuje mnohem méně amylolytických enzymů, a vyznačuje se tedy i nízkou diastatickou mohutností. Praxe potvrzuje, že těsto z mouky nízko vymleté kyne mnohem pomaleji než těsto z mouky výše vymleté [13].

4 VÝZNAM CELOZRNNÉHO PEČIVA VE VÝŽIVĚ

Chléb a pečivo tvoří spolu s těstovinami základnu pyramidy zdravé výživy jako hlavní zdroj sacharidů v lidské výživě. Je tedy doporučovaných zdrojem každodenního příjmu energie pro lidské tělo [24].

Z dietetického hlediska je rozhodně lepší konzumovat tmavé a celozrnné chleby. Konzumace tmavých chlebů s vyšším podílem žita nebo za použití žitného kvasu je pro lidský organismus žádoucí, neboť posiluje odolnost buněk. To například v praxi znamená, že tmavé a ještě více celozrnné pekárenské výrobky je vhodné používat především v období klimatických změn, neboť posilování odolnosti buněk je praktickou prevencí vůči nachlazení či chřipce. K takové prevenci jsou ale vůbec nejlepší celozrnné výrobky. Celozrnné mouky totiž obsahují kromě škrobového jádra obilky také povrchové obaly a klíčky, které jsou z lidského organismu schopny odvádět škodlivé látky. Je přitom naprostým mýtem, že jsou obaly zrn škodlivé, neboť obsahují v přírodě získané kontaminanty, jako jsou těžké kovy (olovo, kadmium a rtuť). Respektive – obsahují je, ale do lidského organismu tyto látky neproniknou [25].

Nejdůležitější aspekty kladného vlivu celozrnných a vícezrnných druhů chleba a pečiva na lidský organismus ve srovnání s pšeničným chlebem a pečivem lze shrnout do následujících bodů [24].

Nižší glykemický index (GI) vyjadřuje rychlost a rozsah, s jakými potravina zvyšuje koncentraci cukru v krvi. Obecně platí, že čím vyšší má GI hodnotu, tím má příslušná potravina větší tendenci narušit vyváženou hladinu glukózy v krvi. Nejvhodnější je tedy volit ke konzumaci jídla s nízkým GI. Pro organismus to znamená rovnoměrnější průběh odbourávání energie v těle, díky pomalejšímu trávení bez velkých výkyvů potřeby inzulínu. Také máme delší pocit sytosti vlivem pomalejšího odbourávání složených sacharidů a nestravitelnosti vlákniny [24, 37]. Ukázka pekařských výrobků a jejich GI v tab. 3.

Vyšší nutriční hodnota, zejména nesrovnatelně vyšší obsah minerálních látek a vitamínů z obalových částic zrna, ze semen olejnatých plodin a z ostatních pseudoobilovin, luštěnin a jiných používaných surovin.

Nižší obsah energie, pokud výrobek obsahuje vysoké množství vlákniny, neboť vláknina jako nestravitelná látka má energetický obsah blízký nule. I když energetická hodnota bílé-

ho a celozrnného pečiva může být téměř stejná, výživová hodnota ale mluví jednoznačně ve prospěch pečiva celozrnného [24, 34].

Odlišné složení hlavních živin. Cukry jsou mnohem více zastoupeny ve formě složených polysacharidů, menší je obsah jednoduchých cukrů (mono- a disacharidů). Proteiny lze charakterizovat vyšším podílem plnohodnotných bílkovin s esenciálními aminokyselinami. Tuky obsahují v poměrně hojném množství nenasycené mastné kyseliny ω -3 a ω -6.

Přírodní látky se zdravotními přínosy pro zdraví. Těchto látek je velké množství a lze je popsat jako antioxidanty, flavony, β -glukany, stopové prvky a mnoho dalších [24].

Tab. 3. Pekařské výrobky a jejich glykemický index (100 čistá glukóza, nad 70 vysoké, 70 – 55 střední, do 55 nízké glykemické indexy)[26]

Výrobek	Glykemický index
Bageta	90 – 95
Pšeničné pečivo	83
Kobliha	76
Celozrnný pšeničný chléb	65
Žitný chléb	64
Žitný celozrnný chléb	40

4.1 VLIV CELOZRNNÉHO PEČIVA NA ZDRAVÍ

Celozrnné potraviny představují důležitý zdroj živin a důležitých ochranných složek, které jsou nedostatkové v běžné stravě obyvatel Evropy. Stoupající počty a dostupnost chutných celozrnných potravin a ochota obyvatel je konzumovat ve zvýšeném množství může mít příznivý vliv na jejich zdravotní stav [33].

Na základě nedávných epidemiologických poznatků o ochranné roli celozrnných potravin proti některým významným chorobám včetně koronárních srdečních onemocnění, některých typů rakoviny a diabetu II., bude však nezbytné spotřebu bílé mouky omezit ve prospěch celozrnných výrobků. Spotřeba celozrnných potravin je rovněž spojována s nižší tělesnou hmotností žen středního věku ve srovnání s těmi, které dávaly přednost potravin z bílé mouky [33].

Za hlavní složku obilky s příznivým vlivem na zdraví byla dlouho považována vláknina, ale v současné době jsou však hodnoceny i další složky celého zrna s příznivými účinky na lidské zdraví. Jedná se především o vitamin E, skupina vitaminu B, minerální látky jako železo, hořčík, zinek, selen a některé ochranné přírodní látky [33].

Celozrnné pečivo je díky vysokému obsahu vlákniny prevencí celé řady onemocnění:

- **snížení hladiny cholesterolu.** Vláknina, v žaludku brzy po požití nabobtná a obalí potravu. Omezí se tak rychlost a množství vstřebávaných tuků a tedy i vstřebávání cholesterolu [29].

- **prevence cukrovky.** Podobně jako je to s tuky, je to i s cukry. Z potraviny, která obsahuje vlákninu, se cukr uvolňuje do krve jen pomalu a pozvolna. Organismus je tak ušetřen „nájezdů“ cukru, jako se děje po snědení potravin bez vlákniny. Šetříme si tak trávicí trakt a pomáháme tak předejít vzniku cukrovky [29].

- **prevence rakoviny střev.** Ochranný účinek celozrnných potravin proti rakovině se vztahuje především na rakovinu tlustého střeva. Celozrnné výrobky představují bohatý zdroj sacharidů, které může střevní mikroflóra fermentací měnit na mastné kyseliny s krátkým řetězcem. Tyto mastné kyseliny mohou snižovat aktivitu různých rakovinotvorných faktorů. Přítomná vláknina rovněž zvětšuje objem stolice a váže karcinogeny, které jsou tak z těla odstraněny dříve, než mohou být příčinou vzniku různých problémů [38].

- **prevence zácpy.** Vláknina vstřebáváním vody změkčuje a zvětšuje objem obsahu střev, čímž zmírňuje zácpu [29].

4.2 OTÁZKY SPOJOVANÉ S CELOZRNNÝM PEČIVEM

4.2.1 Co je možno označit jako celozrnné pečivo?

Celozrnné pečivo musí podle zákona o potravinách obsahovat minimálně 80 % celozrnných mouk z celkové hmotnosti pečiva. Pokud je ve složení uvedena na prvním místě hladká mouka a celozrnná až na druhém nebo třetím, nejedná se o celozrnný výrobek (výrobce všech druhů potravin musí uvádět suroviny ve složení podle množství tak, že na prvním místě je vždy ta, které bylo použito nejvíce).

Vícezrnné pečivo musí obsahovat minimálně 5 % mouky z jiných obilovin než pšenice a žito. Pečivo tedy může být vícezrnné, ale přitom vůbec nemusí být celozrnné [27].

4.2.2 Jak poznat, jestli je výrobek celozrnný?

V některých případech se však může stát, že jsou výrobky takto deklarovány neoprávněně (tedy označeny klamavě). Jako celozrnné se totiž někdy nabízejí také druhy chleba a pečiva, které obsahují například jen 10 – 20 % celozrnných mouk a zbytek tvoří hladká pšeničná mouka, doplněna případně menším podílem různých semen či celých zrn. Nejsou to tedy celozrnné pekařské výrobky, jedná se o chléb a pečivo pšeničné, v lepším případě vícezrnné. Pokud by však chtěl spotřebitel právě jejich konzumací výrazněji zvýšit přísun vlákniny do těla, příliš by se mu to nepodařilo [34].

Naskytá se tedy otázka, zda může spotřebitel poznat, že je výrobek opravdu celozrnný, jak se deklaruje v nabídce. Ve většině případů to není schopen sám zjistit, k tomu by musel znát přesné receptury. Řady vlastností se však dá vyvodit z údajů o složení, jim musí být označeny výrobky balené (na obalu či etiketě). U nebalených výrobků je to problematické a informace může poskytnout jedině příslušná pekárna. Podle jiných kritérií se nelze orientovat [27, 34].

4.2.3 Přibarvení na tmavo?

Občas se objeví sdělení, že některé pekařské výrobky nabízené v obchodech bývají určitým způsobem přibarveny. Spotřebitel by měl vědět, že podle příslušné vyhlášky k zákonu o potravinách nesmějí chléb ani výrobky z chlebového těsta obsahovat přidaná barviva s výjimkou sladového chleba, který je možné barvit karamellem. Některé druhy chleba a běžného pečiva mají však výrazně tmavou střídku, barva je docílena pražením ječmene nebo žita. Proto není důvod k obavám, tmavý chléb a pečivo nejsou barveny syntetickými barvivy [27, 34].

ZÁVĚR

Tématem bakalářské práce bylo celozrnné pečivo, jeho suroviny, výroba a nutriční význam. Dříve se pro výrobu pečiva tradičně používala spíše žitná mouka, ale vzhledem k výraznému poklesu produkce žita v ČR se v současné době stále více přechází na mouku pšeničnou. Při výrobě celozrnného pečiva se celozrnná mouka vymílá až na 97 %.

Cílem práce bylo zhodnotit u výroby pečiva jeho výhody a nevýhody. Výhody jsou především z hlediska nutričního. Díky vyššímu stupni vymletí mají zachováno až 40 % původního obsahu vitaminů, vyšší podíl minerálních látek (nejvýše 1,9 %), zvýšený podíl aleuronových bílkovin a neškrobových polysacharidů. Výhodou výše vymletých mouk z hlediska technologického je rychlejší zrání a často také kynutí. Nevýhodou je především krátkodobá trvanlivost celozrnných výrobků, protože v celozrnné mouce dochází ke žluknutí tuku z obsažených rozemletých pšeničných klíčků. Další nevýhodou vysoko vymletých mouk je to, že se zvyšuje pravděpodobnost poškození škrobových granulí, což způsobuje lepivost těsta, a finální výrobek má nekvalitní strukturu. Celkově jsou výše vymleté mouky hůře stravitelné (díky vysokému obsahu vlákniny), výrobky z nich jsou méně vzhledné, mají nahořklou a trpčí chuť, ale jejich vyšší biologická hodnota je nesporná.

Jak již bylo několikrát v práci zmíněno celozrnné pečivo, musí obsahovat z celkové hmotnosti mlýnských obilných výrobků nejméně 80 % celozrnných mouk nebo jim odpovídající množství upravených částic obilky. Na našem trhu se však setkáváme i s výrobky z předních pšeničných mouk, které se dobarvují karamellem, aby byly tmavší, výživová hodnota je však stejná jako u běžného pečiva. Spotřebitelé tento výrobek zakoupí v domněnání, že se jedná o výrobek celozrnný, neplatí však, že každé tmavé pečivo je zároveň celozrnné. Spotřebitel by tedy měl pozorně číst složení výrobku a u nebaleného výrobku se obracet na pracovníky pekárny.

I když v roce 2008 dle Českého statistického úřadu rostla spíše poptávka po běžném pšeničném pečivu typu klasického bílého rohlíku a housky raženky, tak spotřeba celozrnných a vícezrnných druhů chleba a pečiva stále roste a podle odborníků na výživu se jedná o velmi dobrý trend a do budoucna, díky vyššímu zájmu spotřebitelů o kvalitní a plnohodnotné potraviny, se poptávka po celozrnném pečivu přiblíží pečivu klasickému.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KADLEC, P. et al. *Co byste měli vědět o výrobě potravin*. 1. vyd. Ostrava: VŠCHT, 2009. 534 s. ISBN 978-80-7418-060-6
- [2] PŘÍHODA, J., HUMPOLÍKOVÁ, P., NOVOTNÁ, D. *Základy pekárenské technologie*. 1. vyd. Praha: Pekař cukrář s. r. o., 2003. 363 s. ISBN 80-902922-1-6
- [3] KOPÁČOVÁ, O. *Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům I. část*. 1. vyd. Praha: ÚZPI, 2007. 55 s. ISBN 978-80-7271-184-0
- [4] SKOUPIL, J. *Suroviny na výrobu pečiva*. Pardubice, 1994, 211 s. ISBN 80-85644-07
- [5] LANGMAIER, F. *Nauka o zboží*. 1. vyd. Brno: VUT, 1999. 144 s. ISBN 80-2141502-09
- [6] HRABĚ, J., ROP, O., HOZA, I. *Technologie výroby potravin rostlinného původu*. 1. vyd. Zlín: UTB, 2006. 178 s. ISBN 80-7318-372-2
- [7] SCHLETT, S. *100 potravin pro zdraví*. 1. vyd. Praha, 2008. 248 s. ISBN 978-80-249-0991-2
- [8] PŘÍHODA, J., HRUŠKOVÁ, M. *Mlýnská technologie svazek 1, hodnocení kvality*. 2007. 187 s. ISBN 978-80-239-9475-9
- [9] KUČEROVÁ, J. *Technologie cereálií*. 1. vyd. Brno: MENDELU, 2004. 141 s. ISBN 80-7157-811-8
- [10] PŘÍHODA, J., SKŘIVAN, P., HRUŠKOVÁ, M. *Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2004. 200 s. ISBN 80-7080-530-7
- [11] KADLEC, P. *Technologie sacharidů*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2000. 138 s. ISBN 80-7080-400-9
- [12] BLÁHA, L., KOPOVÁ, I., ŠREK, F. *Suroviny pro učební obor Cukrář, Cukrářka*. 4. vyd. Praha: Informatorium, 2007 ISBN 978-80-7333-000-2
- [13] HAMPL, J., et al. *Jakost pekárenských a cukrárenských výrobků*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1981. 227 s.
- [14] PŘÍHODA, J., HAMPL, J. *Cereální chemie a technologie II. (Pekárenství)*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 1985. 248 s. SNTL

- [15] SKOUPIL, J., MÜLLEROVÁ, M., ŠTROBACH, J. *Zpracování mouky: technologie pro 3. ročník SPŠ potravinářské technologie*. 2. vyd. Praha: SNTL, 1981. 286 s.
- [16] Vyhláška 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, pro mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta
- [17] KOTRBA, D. *Přidaná hodnota surovin – trend v pekárenství a cukrářství*. Potravinářská revue, 2009, č. 5, s. 49–55.
- [18] MÜLLEROVÁ, M., SKOUPIL, J. *Technologie pro 4. ročník SPŠ studijního oboru zpracování mouky*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1988. 235 s.
- [19] KOPECKÁ, B. *Zlepšující přípravky: nepostradatelná součást výroby pečiva*. Pekař cukrář, 2009, č. 3 s. 24.
- [20] ALTERNA, J., ALTERNOVÁ, L. *Technologie 1. Ročník SPŠ*. 1. vyd. Svoboda servis, 2003. ISBN 80-86320-16-2
- [21] MÜLLEROVÁ, M., SKOUPIL, J. *Technologie pro 3. Ročník SPŠ potravinářské, výroba chleba a jemného cukrářského pečiva*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1986. 192 s.
- [22] KUČEROVÁ, J., PELIKÁN, M., HŘIVNA, L. *Zpracování a zbožíznalství rostlinných produktů*. 1. vyd. Brno: MENDELU, 2007. 125 s. ISBN 978-80-7375-088-6
- [23] ROHOUŠ, V., ZÁVODSKÝ, K. *Stroje a zařízení v pekárnách pro 3. Ročník SOU*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1987. 102 s.
- [24] NOVÁKOVÁ, E. *Český chléb – zdroj energie a nutričních látek*. Potravinářská revue, 2010, č. 7, s. 19–21.
- [25] HAVEL, P. *Proč chléb už není, co býval*. Test, 2007, ročník, č. 8
- [26] NOVÁKOVÁ, E. *Jedinečnost chleba z hlediska výživy – tabulka GI*. Pekař cukrář, 2009, č. 10, s. 10 – 12.
- [27] KUNOVÁ, V. *Zdravá výživa*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2004. 136 s. ISBN 80-247-0736-05

INTERNETOVÉ ZDROJE

- [28] KOPÁČOVÁ, O. *Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům, II. část* [online]. [2007-03-21] [cit. 2011-02-27]. Dostupné z: http://www.agronavigator.cz/UserFiles/File/Agronavigator/Kopacova/CER%20II_web.pdf
- [29] *Proč jíst celozrnné pečivo?* [online]. [cit. 2011-03-10]. Dostupné z: <http://www.penam.cz/cs/zijte-zdrave/zdrava-vlaknina/proc-jist-celozrnnne-pecivo/>
- [30] Obr. 1. *Pšenice setá* [online]. [cit. 2011-04-10]. Dostupné z: http://vfu-www.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/czech/Psenice_detail.jpg
- [31] Obr. 2. *Podélný průřez pšeničným zrnem* [online]. [cit. 2011-04-10]. Dostupné z: http://ivana.friva.net/clanky/image/200504282006_obili-rez.jpg
- [32] *Výroba běžného pečiva* [online]. [cit. 2011-03-10]. Dostupné z: http://www.udlice.cz/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=54&Itemid=9
- [33] EUFIC: *The power of Wholegrains. FOOD TODAY* [online]. 2006, č. 3 [cit. 2011-03-14]. Dostupné z: <http://www.eufic.org/article/en/page/FTARCHIVE/artid/whole-grains/>
- [34] BEDNÁŘOVÁ, V. *Je celozrnný chléb vždy celozrnný?* [online]. [2009-07-08]. [cit. 2011-03-14]. Dostupné z: <http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1000794&docType=ART&nid=11327>
- [35] *Co je vlastně celozrnná mouka?* [online]. [cit. 2011-03-14]. Dostupné z: http://www.pekarny.unas.cz/celozrnnne_pecivo.html
- [36] Obr. 3 *Žito seté* [online]. [cit. 2011-04-10]. Dostupné z: http://www3.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul_key=81&idkapitola=2
- [37] KALOUDCOVÁ, L. *Glykemický index*. [online]. [2009-01-23] [cit. 2011-03-14]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/bio/zdrava-vyziva-2/glykemicky-index-zajimavy-pomocnik-pro-zhubnuti.aspx>
- [38] EUFIC: *Wholegrain Power. FOOD TODAY* [online]. 2002, č. 2 [cit. 2011-03-14]. Dostupné z: <http://www.eufic.org/article/en/nutrition/fibre/artid/wholegrain-power/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

GI Glykemický index.

MZE Ministerstvo zemědělství.

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Pšenice setá [30]</i>	13
<i>Obr. 2. Podélný řez pšeničným zrnem [31]</i>	15
<i>Obr. 3. Žito seté [36]</i>	16
<i>Obr. 4. Schématické srovnání nepřímého (A) a přímého (B) způsobu vedení těsta.</i> <i>Uvedené časy jsou pouze orientační [2]</i>	30

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Variabilita obsahu hlavních složek obilného zrna [3]</i>	19
<i>Tab. 2. Průměrné zastoupení hlavních složek v pšeničné a žitné mouce [4]</i>	23
<i>Tab. 3. Pekařské výrobky a jejich glykemický index (100 čistá glukóza, nad 70 vysoké, 70 – 55 střední, do 55 nízké glykemické indexy)[26]</i>	44