

# Ječný kvasný chléb

Lenka Křápková Dis.

---

Bakalářská práce  
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

akademický rok: 2012/2013

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Lenka KŘÁPKOVÁ  
Osobní číslo: T10005  
Studijní program: B2901 Chemie a technologie potravin  
Studijní obor: Chemie a technologie potravin-specializace  
Technologie mléka a mléčných výrobků  
Forma studia: kombinovaná  
Téma práce: Ječný kvasný chléb

Zásady pro vypracování:

### I. Teoretická část

1. Historie, botanická charakteristika ječmene
2. Složení ječného zrna
3. Charakteristika a technologie výroby kvasu

### II. Praktická část

1. Charakteristika použitého ječmene
2. Metodika množení kvasu a jeho hodnocení
3. Metodika přípravy pečiva a jeho hodnocení
4. Vyhodnocení vlivů použitých surovin na zpracovatelnost a stabilitu těsta a na kvalitu pečiva
5. Diskuse výsledků s literaturou
6. Formulace závěrů

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] PRUGAR J. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Praha: VÚPS, 2008, 327 s. ISBN 978-80-86576-28-2.

[2] KOPÁČOVÁ, O. Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům, Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1.vyd. ,2007, ISBN 978-80-7271-184-0. .

[3] RIEDER, Anne, Ann Katrin HOLTEK?LEN, Anette MOLDESTAD a Stefan SAHLSTR?M. Effect of barley and oat flour types and sourdoughs on dough rheology and bread quality of composite wheat bread. Journal of Cereal Science. 2012, Vol 55, s. 44-52. .

[4] HLÁSENSKÁ, A. Úpravy jaderných krmiv [online]. Brno, 2010, 14.12.2010 [cit.

2012-12-30]. Dostupné z:

[http://www.mendelu.cz/dok\\_server/slozka.pl?id=48974;download\\_pdf=71015](http://www.mendelu.cz/dok_server/slozka.pl?id=48974;download_pdf=71015). Seminární práce. Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v brně. Vedoucí práce Sikora M. .

[5] ZGAŽAROVÁ, M. Obiloviny jako součást lidské stravy. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Bakalářská práce, s. 62./nl

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Iva Burešová, Ph.D.**  
Ústav technologie potravin


Datum zadání bakalářské práce: **16. ledna 2013**

Termín odevzdání bakalářské práce: **2. května 2013**

Ve Zlíně dne 4. února 2013

  
doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.  
*děkan*



  
doc. Ing. František Buňka, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- 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 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> 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 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně

  
.....

---

<sup>1)</sup> 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.

<sup>2)</sup> 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).

<sup>3)</sup> 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). Odpírá-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 výdělků jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělků dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Téma bakalářské práce je výroba ječného kvasného chleba za použití fermentační technologie. Cílem bylo vytvořit vhodnou recepturu a stanovit technologický postup pro výrobu ječného kvasného chleba, který by byl pro zákazníky přijatelný svým složením a chutí. Jako rostlinný materiál byl použit bezpluchý ječmen KM 2084, který byl fermentován za pomoci bakterií mléčného a octového kvašení na kvas. Kvas byl dále použit na výrobu chlebového těsta, z kterého následně byl upečen chléb. Důkaz byl kladen na reologické a senzorické vlastnosti chleba

Pro ječný kvasný chléb je typická příchuť ječmene, která je pro mnohé nepříjemná. U pečený ječný kvasný chléb má oproti běžnému konzumnímu chlebu menší objem, sníženou stabilitu těsta, ale větší a pravidelnější pórovitost střídy.

Klíčová slova: ječmen,  $\beta$ -glukany, kvas, kvasování

## **ABSTRACT**

The theme of the thesis is the production of fermented barley bread using fermentation technology. The aim was to establish a suitable recipe and provide a technological process for the production of fermented barley bread, which would be interesting for the customers in its composition and taste. As the plant material was used naked barley KM 2084, which was fermented using bacteria, lactic and acetic acid to ferment. Yeast was further used for production of bread dough, from which was subsequently baked bread. The emphasis was placed on the rheological and sensory properties of bread.

For barley fermented bread is typical flavor of barley, which is unpleasant for many people. The baked fermented barley bread is compared to conventional consumerism bread smaller volume, reduced stability of dough, but larger and more regular crumb porosity.

Keywords: barley, beta-glucans, yeast, fermentation technology

Děkuji Mgr. Ivě Burešové Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky při zpracování mé bakalářské práce. Poděkování patří i Ing. R. Kurečkovi a Ing. E. Hýskové za praktické rady.

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

# OBSAH

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>1</b>  | <b>ÚVOD</b> .....  | <b>9</b>  |
| <b>I</b>  | <b>TEORETICKÁ ČÁST</b> .....                             | <b>10</b> |
| <b>2</b>  | <b>JEČMEN</b> .....                                      | <b>11</b> |
| 2.1       | CHEMICKÉ SLOŽENÍ JEČMENE.....                            | 13        |
| 2.1.1     | Sacharidy .....  | 13        |
| 2.1.1.1   | β -glukany .....   | 13        |
| 2.1.2     | Bílkoviny.....   | 15        |
| 2.1.3     | Tuky .....   | 15        |
| 2.1.4     | Minerální látky .....                                    | 15        |
| 2.1.5     | Vitaminy.....  | 16        |
| 2.1.6     | Biologicky významné látky.....                           | 16        |
| 2.1.7     | Antinutriční látky .....                                 | 16        |
| 2.2       | ZPRACOVÁNÍ ZRNA JEČNÉHO ZRNA .....                       | 16        |
| 2.2.1     | Skladování obilí .....                                   | 17        |
| 2.2.2     | Příprava zámelu.....                                     | 18        |
| 2.2.3     | Čištění a příprava obilí k mletí.....                    | 18        |
| 2.2.4     | Mletí ječmene.....                                       | 19        |
| 2.2.5     | Skladování mouky.....                                    | 20        |
| <b>3</b>  | <b>TECHNOLOGIE VÝROBY CHLEBA</b> .....                   | <b>22</b> |
| 3.1       | VEDENÍ KVASŮ .....                                       | 22        |
| 3.2       | MIKROFLÓRA ŽITNÝCH KVASŮ .....                           | 22        |
| 3.2.1     | Mléčné bakterie .....                                    | 23        |
| 3.2.2     | Kvasinky .....   | 24        |
| 3.3       | TŘÍSTUPŇOVÉ VEDENÉ KVASU.....                            | 25        |
| 3.4       | MÍSENÍ CHLEBOVÉHO TĚSTA .....                            | 28        |
| 3.5       | ZRÁNÍ CHLEBOVÉHO TĚSTA.....                              | 29        |
| 3.6       | DĚLENÍ A TVAROVÁNÍ CHLEBOVÉHO TĚSTA .....                | 29        |
| 3.7       | KYNUTÍ, SÁZENÍ A VLAŽENÍ CHLEBA .....                    | 29        |
| 3.8       | PEČENÍ CHLEBA .....                                      | 30        |
| 3.8.1     | Změny v těstě během pečení .....                         | 31        |
| <b>II</b> | <b>PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....                              | <b>32</b> |
| <b>4</b>  | <b>CÍL PRÁCE</b> .....                                   | <b>33</b> |
| <b>5</b>  | <b>MATERIÁL A METODY</b> .....                           | <b>34</b> |
| 5.1       | MATERIÁL POUŽITÝ NA VÝROBU JEČNÉHO KVASNÉHO CHLEBA ..... | 34        |
| 5.1.1     | Použité mouky.....                                       | 34        |
| 5.1.2     | Kvasové kultury .....                                    | 34        |
| 5.1.3     | Natural = žitný kvas .....                               | 35        |
| 5.1.4     | FH STABIL.....   | 35        |
| 5.2       | METODY.....  | 35        |
| 5.2.1     | Množení ječného kvasu.....                               | 35        |
| 5.2.2     | Měření pH kvasu .....                                    | 36        |
| 5.2.3     | Měření titrační kyselosti kvasu .....                    | 36        |
| 5.2.4     | Výpočet dávky kvasu do těsta.....                        | 37        |



|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 5.2.5    | Objem a stabilita chleba .....                 | 38        |
| 5.2.6    | Senzorické hodnocení .....                     | 39        |
| <b>6</b> | <b>VÝSLEDKY.....</b>                           | <b>41</b> |
| 6.1      | VLIV KVASNÉ KULTURY NA CHLEBA .....            | 41        |
| 6.2      | OBJEM A STABILITA CHLEBA .....                 | 41        |
| 6.3      | VÝSLEDKY SENZORICKÉHO HODNOCENÍ.....           | 43        |
| <b>7</b> | <b>DISKUZE.....</b>                            | <b>48</b> |
|          | <b>ZÁVĚR .....</b>                             | <b>49</b> |
|          | <b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>          | <b>51</b> |
|          | <b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b> | <b>56</b> |
|          | <b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>                    | <b>57</b> |
|          | <b>SEZNAM TABULEK.....</b>                     | <b>58</b> |
|          | <b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>                      | <b>59</b> |

## 1 ÚVOD

Snaha o zvýšení nutriční hodnoty komerčních pekařských i pečivářských výrobků je celosvětovým trendem. Využití nejrůznějších surovin se zvýšeným obsahem nutričně významných složek potravy jako přídatku k pšeničné mouce umožňuje vyvíjet stále širší sortiment výrobků s pozitivními zdravotními účinky na lidský organismus, a má proto velký vliv na rozšíření konzumace takto obohacených produktů mezi spotřebiteli.

V hladké pšeničné mouce je nízký obsah vlákniny, dále je zde nízké zastoupení některých skupin vitaminů, antioxidantů a dalších biologicky aktivních látek. Ječmen je jednou z perspektivních potravinářských surovin pro vysoký obsah rozpustné vlákniny a zvýšený obsah polyfenolických látek s antioxidačními účinky. Jeho využití v pekárenství však omezuje strukturální složení bílkovinného komplexu s fyzikálněchemickými vlastnostmi nevhodnými pro výrobu kynutých těst.

Zahraniční publikace s výsledky využití ječmene a jiných netradičních zrnin k přípravě cereálních výrobků s příznivým vlivem v prevenci diabetu, kardiovaskulárních a dalších civilizačních chorob se začaly hojněji objevovat v posledních 20 letech. Současný přehled prací potvrzuje, že toto téma začíná nabývat na významu i v tuzemsku a přilehlém.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 2 JEČMEN

Ječmen (obr. 1.) se řadí ve vědecké klasifikaci do říše rostliny (*Plantae*), podříše cévnaté rostliny (*Tracheobionta*), oddělení krytosemenné (*Magnoliophyta*), třída jednoděložné (*Liliopsida*), řád lipnicotvaré (*Poales*), čeleď lipnicovité (*Poaceae*), podčeleď vlastní lipnicovité (*Pooideae*) a rod ječmen (*Hordeum*) [1].



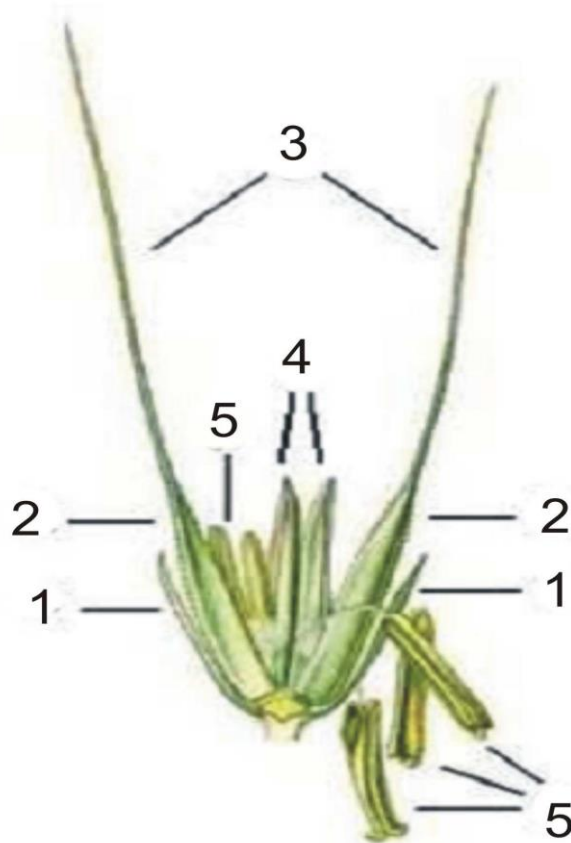
Obr. 1 Ječmen setý [1]

Podle způsobu růstu se ječmeny dělí na divoce rostoucí plané ječmeny, z nichž je u nás nejrozšířenější ječmen myší, a ječmeny seté, které se vyskytují v kultuře a jsou jednoletou jarní nebo ozimou trávou. Kulturní ječmeny se pak ještě dělí na ječmeny dvouřadé a víceřadé [2, 3].

Z morfologického hlediska se rostlina ječmene skládá kořenové soustavy typu svazčitého kořenu. Stéblo ječmene tvoří 4–8 článků (internodií), oddělených kolénky (nody) a dosahuje výšky 80 až 130 cm. Listy ječmen má pravotočivé a jsou umístěny nad sebou ve dvou řadách. Květenství a květ je složený nerozvětveným klasem (lichoklas), tvořený smáčknutým větvenem, na stranách obrveným, který je rozdělen na jednotlivé články. Obilka (zrno) je složena ze tří částí: obalu, endospermu a zárodku. Obal zrna je tvořen vnějším oplodím a vnitřním osemením, které spolu srůstají. Endosperm (bílek) vyplňuje hlavní podíl zrna. Jeho vnější vrstva se nazývá aleuronová. Buňky aleuronové vrstvy obsahují zásobní proteiny, tuk a menší množství škrobových zrn. Zárodek (klíček) tvoří nejmenší část zrna, představuje asi 1,5-4% podíl. Jsou v něm již vytvořeny základy budoucí rostliny. Na po-

částku klíčení se v zárodku aktivují enzymy, které degradují obsah škrobového endospermu. Obilky jsou pluchaté nebo bezpluché (nahé) [4].

U pluchatého ječmene je obilka na hřbetní straně kryta pluchou, která svými okraji překrývá menší plušku (Obr. 2). Plucha spolu s pluškou chrání obilku před vnějšími vlivy. Svou strukturou se příliš neliší od listů a jejich zvrásnění určuje jemnost. Zrno bezpluchých forem ječmene se na rozdíl od pluchatého nemusí loupat, má lepší senzorycké vlastnosti. Nevýhodou je citlivost na poškození klíčku. V současné době je bezpluchý ječmen nejvíce ceněn jako vynikající zdroj rozpustné vlákniny. Obsah celkové potravinářské vlákniny u různých odrůd kolísá od 15 do 24 %, z toho nerozpustná vláknina tvoří 11–19 % a rozpustná 3–6 %. Pluchatý ječmen se tradičně používá jako krmivo pro zvířata nebo pro výrobu sladu a malá část slouží pro lidskou výživu [3,5].



Obr. 2 Dvoukvěťý klas, 1 - plevy, 2 - pluchy, 3 - osiny, 4 - plušky, 5 - tyčinky [3]

## 2.1 Chemické složení ječmene

Ječmen obsahuje 80–88 % sušiny a 12–20 % vody. Sušinu tvoří organické dusíkaté (bílkoviny) a bezdusíkaté sloučeniny (sacharidy, tuky) a anorganické látky. Anorganické látky (popeloviny) tvoří podstatně menší podíl sušiny než organické látky. Jejich obsah kolísá mezi 2–3 %.

### 2.1.1 Sacharidy

V obilném zrně lze nalézt různé druhy sacharidů od jednoduchých cukrů až po vysokomolekulární polysacharidy. Některé z nich jsou obsaženy ve velmi malém množství např. sacharóza 1–2 % a rafinóza 0,3–0,5 %, zatímco celulóza a lignin jiné představují desítky procent z hmotnosti zrna. Jejich obsah se v jednotlivých odrůdách se může významně lišit a je ovlivňován lokálními klimatickými a půdními podmínkami v daném roce a dodržováním agrotechnických opatření [6].

**Monosacharidy** jsou zastoupeny zejména ve formě hexozanů. Největší význam má glukóza, která se spolu s fruktózou vyskytuje v zrně jen v nepatrném množství 0,1 % na hmotnost zrna [7,8].

Z **disacharidů** se v obilce vyskytuje sacharóza, která je obsažena především v klíčku, a maltóza. Sacharóza sama není přímo kvasitelná kvasinkami ethanolového kvašení, ale po hydrolyze poskytuje směs monosacharidů glukózy a fruktózy, tzv. invertní cukr, která je pro kvasinky kvasitelná. Ve zralém, neporušeném a suchém zrně se oligosacharidy vyskytují ve velmi nízkých koncentracích [9].

**Polysacharidy** obilných zrn se dělí zpravidla na škrob a na skupinu neškrobových polysacharidů. Škrob je obsažen v obilném endospermu a tvoří přibližně 60–75 % sušiny obilky. Obsah škrobu v mouce je 80 %, který je tvořen převážně endospermem. Škrob má vedle pšeničného lepku zásadní význam pro cereální technologii a může být biochemicky hydrolyzován amylolytickými enzymy tzv. amylázami. Jde o enzymy třídy hydroláz, které katalyzují hydrolytické štěpení glykosidových vazeb mezi molekulami glukózy v polymerních řetězcích molekul amylózy a amylopektinu [10].

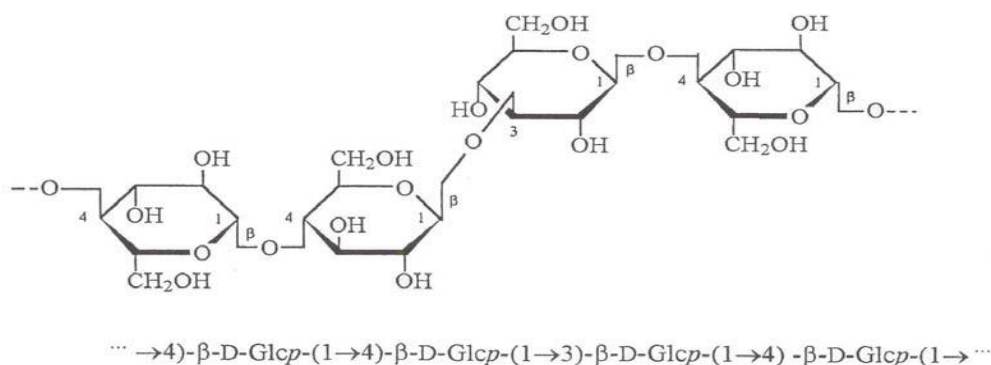
#### 2.1.1.1 $\beta$ -glukany

$\beta$ -glukany jsou polysacharidy, homopolymery  $\beta$ -glukózy. V přírodě se vyskytují v nejrůznějších konfiguracích. Molekuly jsou tvořeny 1,3-D-glukózovou kostrou s glykosidickými můstky v pozicích  $\beta$  (1→3) a  $\beta$  (1→6), na něž jsou navázány různě dlouhé postranní řetěz-

ce 1,6-D-glukózy. Ve většině případů jde o řetězec větvený v polohách 1 a 3, proto se užívá termín  $\beta$ -1,3-D-glukan.  $\beta$ -1,4-glukany (větvené i linerární) prakticky imunitu nepodporují, větší účinky už mají  $\beta$ -1,6-glukany a největší  $\beta$ -1,3-glukany s 1,6 větvením. Účinnost  $\beta$ -glukanů se zvyšuje s jejich četnějším větvením a vzrůstající molekulovou hmotností. Nejúčinnější jsou  $\beta$ -glukany s molekulovou hmotností kolem 5 000 až 10 000 kD [11].

Rozpustnost  $\beta$ -glukanů ve vodě závisí především na jejich struktuře a ta souvisí s původem  $\beta$ -glukanů (např. klesá v řadě oves > ječmen > pšenice). Čím více je v molekule vazeb (1 $\rightarrow$ 4), tím nižší je rozpustnost polymerů. Nejvíce rozpustné jsou polymery obsahující asi 30 % vazeb (1 $\rightarrow$ 3) a 70 % vazeb (1 $\rightarrow$ 4), jejichž řetězec je složen z 2–3 jednotek  $\beta$ -D-glukózy spojených vazbami (1 $\rightarrow$ 4), mezi nimiž se nachází jednotka vázaná vazbou (1 $\rightarrow$ 3) (obr. 3.) [8].

Rozpustnost  $\beta$ -glukanů se zvyšuje s rostoucí teplotou (např. při 40 °C se extrahuje asi 20 %  $\beta$ -glukanů ječmene, při 65°C asi 30–70 % a vznikají viskózní roztoky).  $\beta$ -glukany vázané na proteiny jsou nerozpustné. K tvorbě gelu dochází po částečné hydrolýze proteinu, nativní molekuly gel netvoří.  $\beta$ -glukany jsou částečně rozpustnou a částečně nerozpustnou vlákninou potravy a mají užitečnou fyziologickou funkci jako složka potravy [8,12].



Obr. 3 Základní struktura  $\beta$ -glukanů s kombinovanými vazbami (1 $\rightarrow$ 3), (1 $\rightarrow$ 4) [8]

$\beta$ -glukany jsou strukturální součástí buněčných stěn a jsou obsaženy v obalových vrstvách a endospermu obilného zrna. Zatímco u ječmene jsou  $\beta$ -glukany relativně rovnoměrně rozloženy po celém endospermu, především je jejich koncentrace soustředěna do aleuronové vrstvě. Naopak je tomu v pluše ječmene, která obsahuje z hemicelulozu převážně pentosany a méně  $\beta$ -glukanů [13].

### 2.1.2 Bílkoviny

Bílkoviny jsou biopolymery tvořené dvaceti základními aminokyselinami. Aminokyseliny se dělí na esenciální a neesenciální. Esenciální aminokyseliny jsou pro lidský organismus nezbytné, nedokáže si je syntetizovat (valin, leucin, izoleucin, treonin, metionin, fenylalanin, tryptofan, lyzin, histidin, arginin). Naopak neesenciální aminokyseliny si lidské tělo dokáže syntetizovat [7, 10].

Dominantní aminokyselinou v obilovinách je kyselina glutamová, která je téměř výhradně přítomna jako glutamin. Jeho obsah v zrna a mouce představuje více než 1/3 z celkového obsahu aminokyselin. Druhou nejvíce obsaženou kyselinou je prolin, který díky svému strukturnímu uspořádání dává předpoklady k vytvoření pružné prostorové bílkovinné struktury ječného těsta. V obilovinách se také vyskytuje malé množství lyzinu, a jelikož je jeho obsah nízký, není tato obilná bílkovina pro člověka plnohodnotná [10].

### 2.1.3 Tuky

Tuky tvoří 2–3 % hmotnostní podíl ječného zrna. Jsou obsažené v mouce převážně jako smíšené triacylglyceroly nasyčených i nenasycených kyselin. V tuku ječné mouky jsou především nenasycené kyseliny: olejová 16–18 %, linolová 48–57 %, palmitová cca 20 %, linoleová cca 5 % a v menší míře stearová 1,5 %. Tuk obsažený v klíčku nemá větší technologický význam, poněvadž klíček je před mletím odstraňován. Při špatném odstranění klíčku a nevhodném skladování mouky může však dojít k hydrolýze tuku a nežádoucímu zvýšení její kyselosti. Žluknutí je podmíněno většinou vyšší vlhkostí obilí a rozvojem plísní produkujících lipázy [14,15].

Přítomnost malého množství tuku a zejména fosfolipidů (lecitinu) v mouce je technologicky nutný. Obě skupiny látek při mísení a zrání těsta vytváří s bílkovinami komplex, čímž podporují jeho bobtnavost [15].

### 2.1.4 Minerální látky

Obsah minerálních látek není konstantní, do značné míry je ovlivněn obsahem minerálií v půdě a formou hnojení. Obecně ječmen obsahují jen malé množství minerálií. V ječmeni je průměrně 1,80 % minerálních látek. Největší podíl minerálních látek je lokalizován v osemení a v aleuronové vrstvě. Oxid fosforečný tvoří polovinu celkového obsahu minerálií ve formě fytinu. Ve větším množství jsou přítomny draslík, hořčík, síra a vápník. Jelikož se mouky připravují podle obsahu popela, jsou minerální látky technologicky významné [16].



### 2.1.5 Vitaminy

V obilninách se nacházejí především vitamíny skupiny B a vitamín E. Vysoký obsah vitamínů je v klíčku, zejména v jeho části - štítku a v aleuronové vrstvě. Podle stupně vymletí může úbytek některých vitamínů činit i více než polovinu původního obsahu v zrně. Naopak naklíčením zrna lze obsah některých vitamínů zvýšit a navíc soubor běžně se vyskytujících vitamínů obohatit o vitamín C, který se při biologickém procesu klíčení syntetizuje [17].

### 2.1.6 Biologicky významné látky

Ječmen obsahuje řadu látek, které mohou vykazovat příznivé účinky na lidské zdraví. Tyto látky jsou označovány jako fytochemikálie nebo rostlinné bioaktivní látky. Flavonoidy jsou sice v obilovinách zastoupeny v relativně malém množství, jsou zde ale přítomny jiné antioxidanty, včetně menšího množství tokotrienolů, tokoferolů a karotenoidů. Flavonoidy mají blahodárný vliv a účinek preventivního charakteru proti některým typům rakoviny a srdečním onemocněním. Ligniny působí i na vnitrobuněčné enzymy, na syntézu bílkovin a na diferenciaci buněk. Kyselina p-aminobenzoová je významným růstovým faktorem a je obsažena nejvíce v obalových vrstvách [17,18].

### 2.1.7 Antinutriční látky

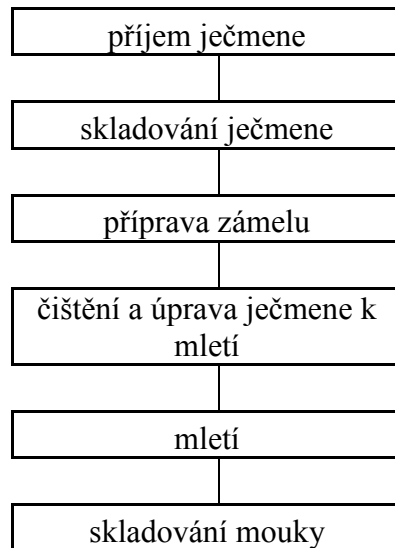
Antinutriční látky jsou složky potravy, které mohou mít na výživu organismu negativní vliv tím, že zhoršují využitelnost živin nebo je rozkládají či jinak mění. Ječmen obsahuje velké množství kyseliny fytové, která je přítomna ve formě fytátu. Ve většině obilovin se fytát koncentruje v aleuronové vrstvě, v menší míře i v klíčku. Má schopnost vázat na jednu svou molekulu šest atomů vápníku, hořčíku nebo dvojmocného železa. Tyto sloučeniny nejsou v lidském organismu rozložitelné a tím se snižuje jejich absorpce v organismu [19].

## 2.2 Zpracování zrna ječného zrna

Jen velmi malá část ječmene sklizená ve světě je určena k výrobě obilných produktů pro lidskou výživu. Velká část se využívá jako krmivo pro zvířata a malý podíl se používá na osivo a pro průmyslové zpracování. Mlýnářství je řízeno normou ČSN 56 0512 Metody zkoušení mlýnských výrobků [9,20].

Hlavním úkolem mlynářské technologie při zpracování ječmene je oddělit obalové části od endospermu, což je prováděno postupným drcením zrna a meliva s následným tříděním a čištěním [6].

Zpracování ječmene ve mlýně se skládá z několika na sebe navazujících etap mletí (Obr. 4).



Obr. 4 Zpracování ječmene

Při příjmu se kontroluje množství a kvalita zrna. Kontrola kvality je základem pro dosažení co největší standardizace vlastností mlýnských výrobků, podle požadavků odběratelů na jednotlivé druhy mlýnských výrobků [21].

Obilí je do mlýna dováženo silničními nebo železničními vozidly. Z jednotlivých dodávek obilí se odebírají předepsaným způsobem vzorky. Ke vzorkování slouží ruční vzorkovače nebo automatické pneumatické vzorkovače. Obilí se dříve vykládalo ručně, v dnešní době se provádí vykládání mechanickými zařízeními do tzv. koše. V horní části koše je mřížka nebo síto zachycující nejhrubší nečistoty obilí jako je kamení, úlomky cihel, kusy dřev, větévek atd. [6].

### 2.2.1 Skladování obilí

Předčištěné obilí se skladuje a postupně vydává k mlýnskému zpracování celé měsíce, některé partie až do další sklizně, tedy někdy více než rok. Část obilí se dokonce uskladňuje, jako tzv. strategické zásoby i po více let.

K tomu, aby se potenciál zrna zachoval v optimální podobě, je nutné, aby se nacházelo po dobu uskladnění ve stavu tzv. anabiózy. V takovém stavu zrno žije, nicméně jeho životní

pochody jsou utlumeny na minimum. Jediným procesem, který přetrvává, je velmi pomalé dýchání [22].

V prvních týdnech skladování, dochází k procesu, který se nazývá posklizňové dozrávání. Během tohoto procesu dochází k dobudování terciárních a kvartérních struktur biopolymérů endospermu [22].

Zrno, které neprošlo posklizňovým dozráváním, se hůře skladuje a má nižší užitnou hodnotu. Doba potřebná k dostatečnému posklizňovému dozrání zrna závisí na jeho stavu v okamžiku sklizně a na mnoha faktorech, obecně trvá 1,5–2 měsíce [23,24].

### 2.2.2 Příprava zámelu

Sestavení směsi obilí na zámel je základní opatření ve mlýně, kterým se vlastnosti jednotlivých partií obilovin vhodně kombinují tak, aby byla zaručena standardnost výroby mouk.

Podle chování směsi se dělí:

- silné, které lze používat samostatně, ale především jako zlepšovatele slabších mouk
- normální (standardní), které jsou používané samostatně
- slabé mouky, které mohou být použity pouze v kombinaci s moukou silnou

Dalším nepřímými ukazateli kvality mouky jsou:

- objemová hmotnost vyjadřovaná v g jako hmotnost 1 litru zrna
- podíl tzv. plných zrn, což je podíl zrn nad sítím 2,5 mm

Oba znaky obvykle mají úzký vztah k výnosu zrna a jsou ovlivněny počasím a období dozrávání zrna. Významným kritériem je i tvrdost zrna, jež souvisí se strukturou endospermu, uložením škrobových zrn v bílkovinné matici. Obsah popela (minerálních látek) je v mlynářské technologii velmi důležitý znak, podle něhož se řídí technologický proces ve mlýně, míchají se mouky a provádí kontrola výroby [25].

### 2.2.3 Čištění a příprava obilí k mletí

Před mletím se obilí musí dokonale zbavit všech příměsí. Jakékoliv zanedbání procesu v této fázi se negativně promítne do výsledného produktu. Obilí k mletí nejprve prochází předčistírnou, za níž následuje vlastní „čistírna“, která tvoří podstatnou část mlýna. Obě tyto části se skládají z aspirátoru, odkaménkovače, triérů a magnetických separátorů [7].

Aspirátér je soustava sítí o různé hustotě a velikosti ok, kde je zrno zbaveno prachu, kaméneků, hrudek, písku apod. Jemného prachu je obilí zbaveno vestavěným větrákem. Vibrační třídíč tzv. odkaménkovač, slouží k oddělení kaméneků a těžkých příměsí a nečistot od zrna na základě rozdílné měrné hmotnosti. Síto má mírný sklon, takže vrstva obilí ve vznosu

nad sítím pozvolna stéká ve směru sklonu síta. Částice o větší hmotnosti zůstávají na síti a vibračním pohybem síta jsou odhazovány proti směru sklonu síta tak, že vypadávají na opačné straně než zrno [6].

Následují triéry duté válce se sklonem, plášť je opatřený důlky, do kterých se při otáčení zachycují zrna stejné hmotnosti a hustoty jako je obilné zrno, ale odlišného tvaru a jsou vynášena po stěně válce nahoru. Před horní úvratí vypadávají zrna z důlků do žlabu, procházející středem válce. Šnekem, který je součástí žlabu, jsou zrna vyhrnována ven [7,26].

Nakonec obilí prochází přes magnetické separátory, kde se z proudícího zrna odstraní železné příměsi, hřebíky, šrouby apod.

Následuje loupání obilí ve speciálních loupacích strojích, při loupání se zrno zbavuje pluch, zevní buničité pokožky a jemných chloupků, slupka zrna by měla zůstat neporušená a celistvá, aby umožnila oddělení křehkých částic jádra vysáváním. Loupací stroje však neodstraní úplně slupky, proto se používají kartáčovací stroje, které vyčistí i rýhy zrn, takže obilí vychází z kartáčovacího stroje hladké. Kartáčovka je vodorovná válcová skříň s bubny obsahující uvnitř mnoho kartáčů [27].

U vyčištěného zrna se upraví vlhkost na 15–16 % v intenzivním nakrápěči, nakrápí se vodou ve speciálně konstruovaných přístrojích. Obalové části zvláční, nelámou se a lépe se oddělí od jádra zrna při vysévání meliva. Ještě než je obilí podrobena mletí, nechá se odležet v odležovacích komorách přibližně 6–8 hodin. [26].

#### 2.2.4 Mletí ječmene

Úkolem mletí je co nejúplněji oddělit slupku od endospermu a rozmělnit endosperm na předepsanou jakost (granulaci). Skládá se z řady základních technologických kroků, které se označují jako mlecí chody neboli pasáže [26].

Mlecí pasáže zahrnují vždy jednu drtící operaci a následuje třídění meliva na hruběji granulované produkty (krupice a krupičky) a jemně granulované–pasážní mouky (částice menší než 200  $\mu\text{m}$ ). Proces mletí dělíme do tří základních etap: [26]

- Šrotování – šetrné otírání zrna, oddělení endospermu v hrubších částicích s nízkým výtěžkem pasážních mouk,
- Luštění krupic – drcení vytříděných a vyčištěných produktů (krupic), které obsahují ulpělou část slupky, a to tak aby zůstala neporušená a dala se snadno oddělit,
- Vymílání – drcení částic čistého endospermu na žádanou granulaci [28].

V dnešních technologických postupech se obvykle používá 5 šrotů, 5 luštících a 6 vymílacích chodů, celkem 16 pasáží, ale i více. Z každé pasáže vychází jedna nebo více pasážních mouk, které se podle obsahu popela míchají na obchodní druhy mouk [28].

Hlavní mechanickou částí drcení zrna jsou válcové stolice, které se skládají z páru ocelo-litinových mlecích válců buď s hladkým, nebo rýhovaným povrchem. Řídké, hluboké rýhy vedou k tvorbě krupic a slouží ke šrotování krupice. Husté rýhy vedou k tvorbě mouky, a proto se používají při mletí žita [26,27].

Melivo se třídí proséváním. Nejdůležitějším strojem je rovinný vysévač, což je kovová skříň tvořena soustavou 12 až 18 sít vodorovně uložených nad sebou v rámech, které krouživými pohyby posouvají melivo po sítě při současném prosévání a třídění podle zrnitosti (7 druhů meliva) [22,26].

Hlavní částí reformy (čistička krupic) je tzv. žejbro pohybující se v uzavřené skříni a opatřené čtyřmi sítí za sebou, po kterých se pohybuje melivo, které je zespondu provětráváno. Částice se dělí:

- jadrné krupice, které propadnou sítím,
- lehčí částice, které přepadají do síta a jsou odváděny na další zpracování (luštění),
- lehké části slupek unášené vzduchem do cyklonu [7].

Ve mlýně jsou dále řazeny vytloukáací stroje (vytloukačky), které doplňují technologický účinek mlecích stolic a moučná míchačka, která odebírá mouku rovnoměrně ze zásobníku šnekovým dopravníkem. Přitom se mouka homogenizuje a získává stejný vzhled, zrnitost, barvu, vlhkost, stejný obsah popela a stejné pekařské vlastnosti v celém objemu a vrací se zpět do zásobníku [29].

### 2.2.5 Skladování mouky

Mouka se skladuje v silech (volně ložená) či obalech, a to buď pytlovaná, nebo pro drobné spotřebitelské balení se používají sulfitové balicí papíry [7].

Vlhkost mouky by se měla pohybovat kolem 11–15 %. Nižší vlhkost dozrávající procesy zpomaluje, při vyšší vlhkosti může dojít k intenzivnímu dýchání, které vede k celkovému znehodnocení mouky. Těsta z těchto mouk pak mají vlivem snížené vaznosti zhoršenou konzistenci a výrobky z nich jsou nízké, těžké a málo objemné. Ke žluknutí během skladování dochází spíše u mouky suché, zvláště při vyšší teplotě a přístupu denního světla. Relativní vlhkost skladu má být kolem 60–70 % [30,31].

Mouka je nejdůležitější pekárenskou surovinou, poněvadž v těstě tvoří většinový podíl všech surovin. Na chemické složení mouky má vliv způsob a doba skladování apod. [23,32].

### 3 TECHNOLOGIE VÝROBY CHLEBA

V minulosti byla výroba pečiva soustředěna ve velkém počtu malých pekáren s použitím různých technologických postupů, a tím vznikaly chleby s různou jakostí. V dnešní době jsou klasické postupy nahrazeny kontinuálně komplexními mechanizovanými linkami s průběžnými pecemi na výrobu chleba a pečiva. Kontinuální výrobníky kvasů a těsta představují nejvyšší stupeň mechanizace výroby, což zabezpečuje vysokou a standardní jakost výrobků [22].

#### 3.1 Vedení kvasů

Základem klasické výroby chleba jsou kvasy, které se tvoří přímo ve výrobním procesu – na rozdíl od výroby pšeničného pečiva, kde jsou základem uměle přidané kvasinky. Kvas je část těsta ze žitné mouky a vody, ve kterém za optimální teploty nastávají změny vedoucí k vytvoření látek potřebných k výrobě chleba. V kvasu kvasinky tvoří oxid uhličitý, který zvětšuje objem těsta. Bakterie mléčného kvašení tvoří kyselinu mléčnou, octová aj., které zlepšují hydrofilní vlastnosti bílkovin a tím podporují tvorbu pevné struktury těsta [33].

Potřebná mikroflóra na vedení nového kvasu se získává odebráním malé části vyzrálého kvasu, tzv. nátěstku z předešlé výroby (tj. posledního třetího stupně) před mísením těsta, ve kterém jsou kvasinky i bakterie kvašení plně zastoupeny. Při delší době skladování nátěstku aniž by došlo k jeho znehodnocení, je nutné snížit obsah vody přídatkem mouky, až vznikne tzv. drobenka. V drobence je nízká vodní aktivity a ta silně zpomalí metabolismus mikroorganismů a ty se dostávají do latentního stavu [27,33].

Těsto vzniklé smísením nátěstku s vodou a moukou se nazývá kvásek. Dalším přidáním vody a mouky do vykvašeného kvásku vzniká vlastní kvas. Kvas se nepřipravuje najednou, ale v několika stupních: ke kvasu z minulé výroby, ve kterém je již namnožena kulturní mikroflóra, se přidávají postupně malá množství žitné mouky a vody. Do těsta se vedle kvasu, který se skládá výhradně z žitné mouky a vody, přidává mouka pšeničná, sůl a další přísady. Kvas tvoří 50–60 % hmotnosti chleba [33,34].

#### 3.2 Mikroflóra žitných kvasů

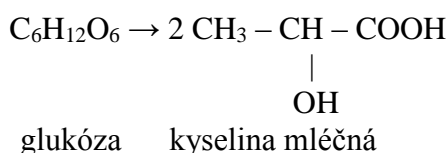
V žitném těstě panují složité vztahy mikrobiálních a biochemických procesů, které určují charakteristické rysy chleba – chuť, aroma, celkovou vyšší aktivní kyselost a drobnější

pórovitost střídky. Hlavní skupinu mikroorganismů tvoří mléčné bakterie, zodpovědné za mléčné kvašení, druhotný význam má ethanolové kvašení způsobené kvasinkami [33].

### 3.2.1 Mléčné bakterie

Mléčné bakterie vyvolávají mléčné kvašení. Mléčné bakterie se dělí na homofermentativní (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus delbrückii*) (obr. 5.), které vytvářejí z cukrů v těstě kyselinu mléčnou. A na heterofermentativní, které z cukrů vytvářejí nejen kyselinu mléčnou, ale i určité množství kyseliny octové, ethanolu a oxidu uhličitého (*Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus fermenti*). Poměr homofermentativních a heterofermentativních mléčných bakterií v kvasu je uveden v (tab. 1) [35,36].

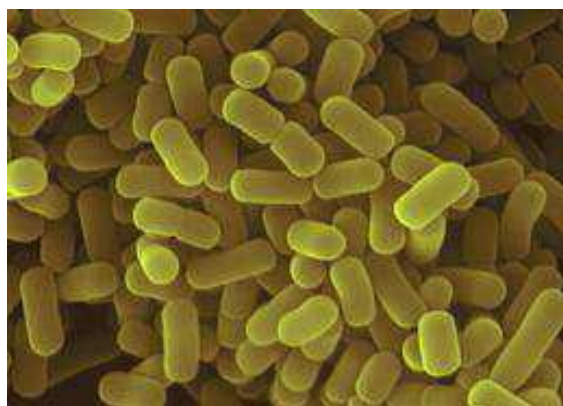
Mléčné bakterie zkvašují glukózy, galaktózy, laktózy, sacharózy, rafinózy, arabinózy a někdy i vícemocných alkoholů na hlavní produkty kyselinu mléčnou, kyselinu octovou, ethanol a oxid uhličitý. Zjednodušeně lze rozklad vyjádřit jako: [27]



Činnost bakterií mléčného kvašení v kvasech a těstě je při výrobě chleba prospěšná z několika důvodů:

- kyselina mléčná a kyselina octová dodávají chlebu typicky navinulou (nasládlou) chuť a vůni
- tvorba aromatických látek zlepšuje chuť a vůni chleba
- vytvořené kyselé prostředí působí příznivě na kvasinky, což se projevuje zvýšením jejich růstu a činnosti
- kyselé prostředí tvoří ochranu, čímž se potlačuje množení a činnost nežádoucích mikroorganismů
- kyseliny ovlivňují koloidní poměry v kvasech a těstech tím, že umožňují dokonalejší zbobtnání bílkovin mouky, které jsou pak schopny lépe vázat vodu
- ovlivňují barvu střídky, kterou činí světlejší
- vytvořený oxid uhličitý kypří těsto [27]



Obr. 5 *Lactobacillus plantarum* [37]

Tab. 1 Zastoupení různých druhů mléčných bakterií v kvasech [38]

| Získané bakterie                 | Podíl izolovaných kmenů [%] | Výskyt v nakysnutém těstě [%] |
|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Homofermentativní                | 54,0                        |                               |
| <i>Lactobacillus delbrüeckii</i> | 4,0                         | 10,1                          |
| <i>Lactobacillus leichmannii</i> | 1,8                         | 8,3                           |
| <i>Lactobacillus plantarum</i>   | 41,1                        | 66,7                          |
| <i>Lactobacillus casei</i>       | 7,1                         | 19,4                          |
| Heterofermentativní              | 46,0                        |                               |
| <i>Lactobacillus brevis</i>      | 24,8                        | 50,0                          |
| <i>Lactobacillus fermentii</i>   | 14,1                        | 19,4                          |
| <i>Lactobacillus pastorianus</i> | 4,9                         | 2,8                           |
| <i>Lactobacillus buchneri</i>    | 2,2                         | 2,8                           |

### 3.2.2 Kvasinky

Kvasinky jsou jednobuněčné organismy patřící do čeledi hub. V žitných kvasech jsou obvykle zastoupeny dvěma druhy – *Saccharomyces cerevisiae* (obr. 6) a *Saccharomyces minor*. První druh je větší a spíše se blíží drožd'árenským kvasinkám, druhý je menší, kulatého tvaru, netvoří spory a je považován za zvláštní chlebovou kvasinku. K dalším rodům přítomným v kvasech patří *Candida*, *Hansenula*, *Mycoderma*, *Pichia*, *Torula*, *Torulopsis*, *Willia*. Kvasinky zkvašují přímo pouze jednoduché cukry. Sacharóza se enzymem sacharázou štěpí na monosacharidy D-glukózu a D-fruktózu, maltóza enzymem maltázou na 2 molekuly glukózy, škrob nejdříve amylázou na maltózu a dále na 2 molekuly glukózy. Při

ethanolovém kvašení vznikají produkty ethanol a oxid uhličitý. Kvašení lze vyjádřit rovnicí: [33,34,35]



glukóza      etanol      oxid uhličitý

Ethanolové kvašení probíhá za teploty 28–32 °C a optimálního pH 4,5–5,1. Příznivou teplotou pro činnost pekařských kvasinek je teplotní rozmezí 30–32 °C. Množství chloridu sodného nad 0,5 % působí škodlivě svým plazmolytickým účinkem, zejména v kvasech. Proto se sůl nikdy nepřidává do kvasů, ale až při mísení těsta [35].



Obr. 6 *Saccharomyces cerevisiae* [39]

### 3.3 Třístupňové vedené kvasu

Třístupňový kvas se vede podle rámcový technologický postup (RTP). RTP (tab. 3.) je všeobecný technologický postup, který poskytuje technologům dostatek volnosti k eventuálním vyrovnáním výkyvů v jakosti suroviny, je sestaven na jednotném principu [33].

Kvas se začíná vyvádět ze základu, který může být z drobenky nebo nátěstku. Základ slouží k tomu, aby se kvasná mikroflóra např. z drobenky přivedla do virulentního (fyziologicky aktivního) stavu. I. stupeň kvasu má v podstatě stejný účel, jako základ (přednostní množení kvasinek). Výtěžnost je 200 %, počáteční teplota I. stupně kvasu je 24–25 °C. Doba zrání bývá 5 hodin. Zralý kvas I. stupně se vyznačuje značným nárůstem objemu, hrubší pórovitou strukturou a typickou chutí a vůní. Konečná kyselost tohoto stupně má být 9–10 °. Dostatečná kyselost je zárukou, že se v kvasu nerozmnoží nežádoucí kontaminace [34].

II. stupeň kvasu má nastavené parametry tak, aby se přednostně množily mléčné bakterie. Proto je kvas tužší konzistenci o výtěžnosti 170 %, počáteční teplota poněkud vyšší 26–

27 °C. Doba zrání II. stupně je 4 hodiny (mléčné bakterie mají kratší generační dobu). Konečná kyselost II. stupně má mít hodnoty 12–13 °[35].

III. stupeň kvasu má již virulentní mikroflóru a parametry se upravují tak, aby se kvasinky a mléčné bakterie rovnoměrně rozmnožovaly a prokvašely substrát. Výtěžnost III. stupně je 200 %, teplota zrání tohoto stupně je 27–28 °C a doba zrání 3 hodiny. Poměr mezi kvasinkami a bakteriemi je v jednotlivých stupních kvasu různý (tab. 2). V III. stupni je poměr mezi kvasinkami a bakteriemi 70:30, což je optimální poměr pro zdravý, zralý kvas. Zralý kvas je zpracováván tak, že 2/3 odebereme k výrobě chlebového těsta. Zbylá 1/3 se použije k výrobě opakovaného kvasu [34,35].

Tab. 2 Podíl kvasinek a bakterií v mikroflóře kvasu a těsta [38]

| Stupeň kvasu a těsta | Průměrný počet KTJ·g <sup>-1</sup> ·10 <sup>6</sup> |                           |                         |          |
|----------------------|---|---------------------------|-------------------------|----------|
|                      | Kultivační stanovení                                |                           | Mikroskopické stanovení |          |
|                      | celkový počet mikro-organismů                       | poměr kvasinek a bakterií | kvasinky                | bakterie |
| základ               | 6,82  | 60:40                     | 18,4                    | 1050     |
| I. stupeň            | 4,26  | 60:40                     | 17,5                    | 1121     |
| II. stupeň           | 1,64  | 40:60                     | 30,4                    | 1694     |
| III. stupeň (kvas)   | 10,3  | 70:30                     | 20,9                    | 800      |
| těsto                | 5,01  | 80:20                     | 15,6                    | 697      |

Tab. 3 RTP pro vedení třístupňového žitného kvasu pro 100 kg těsta [23]

| <b>Základ</b>   |                      |                             |               |
|-----------------|----------------------|-----------------------------|---------------|
| <b>Suroviny</b> | <b>Množství [kg]</b> | <b>Doporučené parametry</b> |               |
| drobenka        | 0,84                 | teplota                     | 24-25 °C      |
| voda            | 1,68                 | výtěžnost                   | 200%          |
| mouka           | 0,84                 | kyselost                    | 11-12 °       |
| zákvas          | 4,16                 | doba zrání                  | 8 až 10 hodin |

| <b>I. stupeň</b> |                      |                             |          |
|------------------|----------------------|-----------------------------|----------|
| <b>Suroviny</b>  | <b>Množství [kg]</b> | <b>Doporučené parametry</b> |          |
| základ           | 3,36                 | teplota                     | 24-25 °C |
| voda             | 3,36                 | výtěžnost                   | 200%     |
| mouka            | 3,36                 | kyselost                    | 9-10 °   |
| zákvas           | 10,08                | doba zrání                  | 5 hodin  |

| <b>II. stupeň</b> |                      |                             |          |
|-------------------|----------------------|-----------------------------|----------|
| <b>Suroviny</b>   | <b>Množství [kg]</b> | <b>Doporučené parametry</b> |          |
| I. stupeň         | 10,08                | teplota                     | 26-27 °C |
| voda              | 7,14                 | výtěžnost                   | 170%     |
| mouka             | 12,18                | kyselost                    | 12-13 °  |
| zákvas            | 29,40                | doba zrání                  | 4 hodin  |

| <b>III. stupeň</b> |                              |                             |          |
|--------------------|------------------------------|-----------------------------|----------|
| <b>Suroviny</b>    | <b>Množství [kg]</b>         | <b>Doporučené parametry</b> |          |
| II. stupeň         | 29,40                        | teplota                     | 27-28 °C |
| voda               | 31,92                        | výtěžnost                   | 210%     |
| mouka              | 22,68                        | kyselost                    | 9-10°    |
| zákvas             | 84,00                        | doba zrání                  | 3 hodiny |
| 1/3 zákvasu        | 28,00 kg nově do III. stupně |                             |          |
| 2/3 zákvasu        | 56,00 kg do těsta            |                             |          |

| <b>Těsto</b>    |                      |                             |          |
|-----------------|----------------------|-----------------------------|----------|
| <b>Suroviny</b> | <b>Množství [kg]</b> | <b>Doporučené parametry</b> |          |
| III. stupeň     | 56,00                | teplota                     | 28-30 °C |
| voda            | 9,6                  | výtěžnost                   | 164%     |
| mouka           | 34,4                 | kyselost                    | 7-8°     |
| zákvas          | 100,00               | doba zrání                  |          |
| sůl             | 0,91                 |                             |          |

### 3.4 Mísení chlebového těsta

Poměr jednotlivých složek v těstě se nejčastěji vyjadřuje v recepturních předpisech v procentech na hmotnost mouky. Poměr mouka a voda kolísá v širokých mezích, v krajních případech na 100 % mouky je 35-80 % vody, vzájemný poměr má v technologii prvořadý význam. Určuje chování těsta během celého technologického procesu, chod biochemických a biologických pochodů v něm, výtěžnost těsta a hotových výrobků [27].

Chlebové těsto vzniká hnětením 2/3 zralého kvasu, mouky, vody, soli a kmínu. Vývin těsta nastává během hnětení, kdy se tvoří základní textura (kostra) těsta. Přídavek vody do těsta závisí na vaznosti použitých mouky (vaznost je průměrně 73 %) a na kvalitě mouky. Vaznost se vypočítá ze vztahu: [40]

$$V_z = \frac{H_v}{H_m} \cdot 100 [\%]$$

$V_z$  – vaznost mouky [%]

$H_v$  – hmotnost vody [kg]

$H_m$  – hmotnost mouky [kg]

Dávka vody přímo do těsta je malá, většina vody se používá již při výrobě kvasu. S dávkováním vody se zároveň reguluje teplota těsta, teplota se volí tak, aby probíhalo intenzivní kvašení a konečná teplota těsta byla 28–30 °C [41].

Dávkování soli do těsta se pohybuje od 1,5–1,8 % na hmotnost použité mouky. V kontinuální výrobě se sůl dává ve formě solanky (nasycený roztok s koncentrací 26–28% NaCl). Sůl není jen chuťovou přísadou, mírně ztužuje bílkoviny (dehydratuje), snižuje činnost mikroorganismů a enzymů, dále zvyšuje osmotický tlak prostředí a tím zhoršuje fyziologický stav mikroorganismů. Proto ji nelze přidávat do kvasných stupňů [23].

Doba mísení závisí na použití hnětacího zařízení (pohybuje se v rozmezí 4–15 minut). Těsto při vyšším obsahu žitné mouky má sklon k přemísení, proto se snažíme vymístit těsto co nejrychleji, ale ne na úkor kvality těsta. Ve druhé fázi hnětení se vytváří struktura těsta, nejdůležitější působící veličinou pro optimální kvalitu těsta je jeho teplota. Pokud je těsto příliš chladné nebo příliš teplé vede to nutně ke kvalitativním nedostatkům u hotového výrobku, minimálně znesnadňuje kolísající teplota těsta ruční i strojové zpracování. Okamžik optimálního vyhnětení těsta se vysvětluje dosažením úplné hydratace všech složek bílkovin a škrobu, které mohou být hydratovány. V optimu vyhnětení ve struktuře těsta nezůstávají žádné zbytky moučných zrn, které by nebyly propojeny ve spojitě struktuře těs-

ta. Od dosažení optima další vodu nepřijímají a při pokračování hnětení se viskozita těsta snižuje [23,41].

### 3.5 Zrání chlebového těsta

Zrání probíhá v dížích (u kontinuální výroby na zrácích pásech) a během zrání probíhá:

- koloidně chemické procesy (bobtnání moučných koloidů)
- biochemické procesy (mléčné a ethanolové kvašení, enzymová hydrolyza, oxidoredukční pochody)

Při hnětení těsta došlo k nabobtnání podstatné části vysokomolekulárních bílkovin a vytvoření homogenizovaného a velmi přesyceného roztoku pentozanů. Škrob se jen mírně hydratuje, nevytváří se škrobový gel v celé jeho mase, neboť bobtnat mohou jedině výrazně narušená zrna. Zrna jsou narušována enzymy amylázy a hydrolyzují amylozu na maltózu. Maltóza je zkvasitelná pro mikroflóru těsta (biologické procesy) a vzniká oxid uhličitý, ethanol, kyselina mléčná aj. [7,23].

Doba zrání se pohybuje v rozmezí 20-30 minut a závisí na teplotě vymíseného těsta a prostředí, na typu použité mouky, na podílu pšeničné a žitné mouky, na kvalitě mouky, na podílu kvasu a na jeho výtěžnosti. Stupeň zralosti těsta se posuzuje na základě nárůstu objemu a konzistence těsta. Optimální kyselost těsta je 70-75 mmol/kg [23,41].

### 3.6 Dělení a tvarování chlebového těsta

Zralá těsta se dělí na kusy předepsané hmotnosti, pro nastavení hmotnosti děleného těsta je potřeba znát ztráty pečení a odpařením po upečení výrobku až do konce doby jeho trvanlivosti. Navážené těstové kusy se následně ztužují a tvarují na podlouhlé večky. Soustava strojů, která vykonává tyto operace, se skládá z dělicího, skulovacího a vyvalovacího stroje. Při strojovém dělení se zpracovávají těsta spíše tužší, z důvodu většího mechanického narušení těsta, než při ručním zpracování. Vytvarované těstové kusy se mohou ručně osazovat do ošatek, v průmyslových pekárnách jsou osazovány mechanicky a pomocí mechanizace postupují do průběžné kynárny [23,41].

### 3.7 Kynutí, sázení a vložení chleba

Kynutí vytvarovaných chlebových vek probíhá v ošátkách vysypaných žitnou moukou. Při kontinuální výrobě probíhá kynutí v průběžné kynárně a při diskontinuální výrobě kynou těstové kusy na vozech v kynárně, nebo v prostoru pekárny. Teplota prostředí při kynutí

chleba nemá být o mnoho vyšší než 30 °C a relativní vlhkost se má pohybovat okolo 70 %. Při překročení těchto parametrů dochází k nerovnoměrnému nakynutí těstového kusu (povrch překynutý, vnitřek nedokynutý) a tím i k vytvoření vad pórovitosti a tvaru upečeného chleba. Doba kynutí záleží na několika faktorech:

- receptuře
- velikosti těstového kusu
- podílu kvasu v těstě
- enzymatické aktivitě mouky
- teplotě prostředí

Těstové kusy kynou v rozmezí 30-55 minut. Optimální nakynuté těstové kusy se skládají z ošatek na sázecí stůl pece, nebo na vysunutou část pečícího pásu. Před vsazením těstového kusu do pece se provádí vlažení [15,37].

### 3.8 Pečení chleba

Pečení chleba je důležitá součást technologického procesu pro konečný vzhled a senzoric-kou kvalitu výrobku. Společně s fermentací nese hlavní podíl na vzniku typického aroma a chuti pečených výrobků. Po upečení jsou výrobky stravitelnější, prodlouží se jejich uchovatelnost a z hlediska mikrobiologické kontaminace jsou po tepelném zpracování zcela nezávadné [41].

Před sázením chleba do pece se většina chlebů vlaží vodou na povrchu tak, aby voda nestékala na lopatu, nebo do sázecího zařízení. Tato operace reguluje tvorbu kůrky a podporuje hydrologické procesy, které v kůrce probíhají. Chléb se sází do zapařené pece, z důvodu tvorby lesku a barvy vrchní kůrky chleba [15].

Chléb se začíná péct při nejvyšší teplotě 230–280 °C, jedná se o tzv. zapékání, po určité době se teplota postupně snižuje a závěrečná část pečení, tzv. vypékání, probíhá při teplotách kolem 200 °C [9].

Ihned po sázení těsto zvětší svůj objem, po určité době se tento růst zastaví. Povrch chleba se pokrývá tenkou blankou, která se postupně mění v kůrku. Pod kůrkou se vytváří střídka, která je na dotyk suchá a zachovává svoji strukturu. Celý vnitřní objem se zmenší na střídku až bezprostředně před ukončením pečení. Teplota střídky nikdy nepřekročí 100 °C. Doba pečení se pohybuje kolem 35–80 minut a závisí na teplotě pece, hmotnosti výrobku, tvaru chleba, způsobu pečení a druhu mouky (žitná mouka pečení prodlužuje) [13,34].

### 3.8.1 Změny v těstě během pečení

Při pečení dochází v těstě k zásadním mikrobiologickým a biochemickým změnám, které mají hlavní význam při tvorbě jakostních znaků chleba. Těsto je špatný vodič tepla a prohřívá se pomalu od povrchu do středu. Část vody se mění v páru, která uniká do prostoru pece, a jednak se rozpíná směrem k vnitřním chladnějším vrstvám a tam kondenzuje [7].

Aktivita kvasinek se při 40 °C zvýší, dochází k zvětšení objemu chleba po dobu 5–10 minut podporované také rozpínáním oxidu uhličitého, ethanolu a částečně vnitřní vodní párou. Kvasinky odumírají při teplotě 50 °C. Při teplotě nad 60 °C, již ustaly projevy činnosti mikroflóry a struktura těsta se začíná měnit ve střídu. Jde hlavně o mazovatění škrobu a denaturaci bílkovin. Bílkoviny při koagulaci uvolňují část vody, kterou vázaly během bobtnání (mísení těsta). Tato voda a ostatní volná voda v těstě je pevně vázána mazovatějším škrobem [27].

Cereální  $\beta$ -amylázy jsou inaktivovány až při teplotách kolem 70 °C,  $\alpha$ -amylázy se inaktivují při teplotě 75 °C. Do doby inaktivace amyláz probíhalo mazovatění škrobu. S narůstající teplotou se začíná tvořit základ střídky a inaktivují se proteolytické enzymy [27].

Do 100 °C probíhá termické reakce tvorba melanoidních látek monosacharidů se způsobujících zbarvení kůry. Hydrolýza bílkovin, zvláště aminokyselinami (Maillardova reakce). Při teplotě 110 °C začíná docházet k dextrinaci škrobu, po dosažení teploty 120 °C se tvoří tmavé zbarvení dextrinů (barvení kůrky), karamelizace cukrů, tvorba barevných, chuťových a aromatických látek. Při teplotě 140–200 °C probíhá na povrchu kůrky karamelizace cukrů a tvorba tmavých produktů [7].



## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 4 CÍL PRÁCE

Cílem bakalářské práce bylo vytvořit vhodnou recepturu a technologický postup na výrobu chleba z těsta s ječným kvasem. Cíle bylo dosaženo:

- vedením ječného kvasu
- provedením pekařského pokusu
- vyhodnocením kvality pečiva
- vyhodnocením získaných dat
- diskusí získaných dat s literaturou
- formulací závěrů

## 5 MATERIÁL A METODY

### 5.1 Materiál použitý na výrobu ječného kvasného chleba

Základní suroviny pro výrobu kvasu byly:

- Pšeničná mouka chlebová
- Žitná mouka tmavá
- Ječná mouka bezpluchá KM 2084
- Kvasová kultura 8 Kultursauer
- Kvasová kultura 11 E
- Stabilizovaný kvas NATURAL
- Stabilizátor chleba FH STABIL

#### 5.1.1 Použité mouky

Na zkušební vedení kvasu a k výrobě těsta byly použity mouky (tab. 4):

- pšeničná mouka chlebová
- ječná mouka bezpluchá KM 2084
- žitná mouka tmavá

Tab. 4 Chemické složení použitých mouk [42]

|                        | <b>Pšeničná mouka chlebová</b> | <b>Ječná mouka bezpluchá KM 2084</b> | <b>Žitná mouka tmavá</b> |
|------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| <b>Dusikaté látky</b>  | 12,80                          | 10,90                                | 8,30                     |
| <b>Lysin</b>           | 2,60-2,80                      | -                                    | 3,50-4,50                |
| <b>Škrob</b>           | 67,50                          | 64,03                                | 63,00                    |
| <b>Vláknina</b>        | 12,60                          | 2,11                                 | 20,10                    |
| <b>β-glukany</b>       | -                              | 4,90                                 | -                        |
| <b>Sacharidy</b>       | 3,10                           | 3,20                                 | 3,20                     |
| <b>Tuk</b>             | 2,00                           | 3,50                                 | 3,50                     |
| <b>Minerální látky</b> | 1,60                           | 2,00                                 | 2,00                     |

#### 5.1.2 Kvasové kultury

Na zkušební vedení kvasu byly dodány dva vzorky zárodečné drobenky (s označením 8 Kultursauer a 11 E) z VUPP. Tyto kvasy byly vybrány na základě obsahu kyseliny mléčné a kyseliny octové (tab. 5.).

Tab. 5 Obsah organických kyselina a cukrů ve vzorku kvasu

|               | Aw    | Kys. mléčná<br>[mg/100 g<br>kvasu] | Kys. octová<br>[mg/100 g<br>kvasu] | Celkové<br>množství<br>kys. [mg/100<br>g kvasu] | Glukosa<br>[g/100 g lyof.<br>kvasu] | Maltosa<br>[g/100 g lyof.<br>kvasu] | Manitol<br>[g/100 g lyof.<br>kvasu] |
|---------------|-------|------------------------------------|------------------------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 8 Kultursauer | 0,950 | 868,950                            | 946,210                            | 1815,000  | 0,380                               | 0,710                               | 1,100                               |
| 11 E          | 0,972 | 762,640                            | 1370,390                           | 2133,000  | 0,250                               | 0,390                               | 0,600                               |

### 5.1.3 Natural = žitný kvas

NATURAL=Žitný kvas nahrazuje klasický vyvedený třístupňový žitný kvas. Jde o tekutý, stabilizovaný a za koncentrovaný kvas – přirozeně fermentovaný. Dávkování NATURALU =Žitný kvas je 1–6 % na celkové množství použité mouky nebo 5–7 % na celkově použitou žitnou mouku. NATURALU =Žitný kvas se skládá z žitné mouky, vody a kvasového základu. Celkové maximální množství mikroorganismů je 1 000 000/g, plísní a kvasinek max. 10 000/g. Kvas má kyselost 190,0–210,0.

### 5.1.4 FH STABIL

Ten to stabilizátor je velmi rozšířený při výrobě tradičního konzumního chleba v ČR jak v průmyslových, tak i v řemeslných pekárnách. Jedná se o komplexní přípravek, který zlepšuje vaznost a stabilitu těsta, dodává mu lepší mechanickou zpracovatelnost, zajišťuje rovnoměrnou pórovitost střídy a větší objem chleba. V neposlední řadě pak podporuje jeho delší čerstvost.

Dávka FH STABILU do těsta je 0,8–1 % na množství zpracované mouky. Přípravek se skládá z pšeničného lepku, pšeničné mouky bobtnavé, kukuřičné mouky bobtnavé, zahušřovač (E412), bramborové kaše, pšeničné sladové mouky, látky zlepšující mouku (E300) a enzymů.

## 5.2 Metody

### 5.2.1 Množení ječného kvasu

Ječné kvasy byly vyváděny z drobenky. K drobence byla přidána ječná mouka bezpluchá KM 2084 a voda o teplotě 18 °C. Směs byla zhomogenizovaná a vyšlehaná ve šlehači při střední rychlosti po dobu 2 minut. Následně byl kvas uložen do řízené kynárky s teplotou 20 °C a relativní vlhkostí 70 % po dobu 17 hodin. Po vyžrání I. stupně kvasu, byla změřena jeho kyselost.

K I. stupni se přidala ječná mouka bezpluchá KM 2084 a voda o teplotě 27 °C a celá směs byla šlehána na šlehači při střední rychlosti 2 minuty. Kvas byl uložen do řízené kynárky s teplotou 30 °C a relativní vlhkostí 70 %. Po vyzrání II. stupně kvasu, byla opět změřena jeho kyselost.

Následně k II. stupni kvasu byla přidána ječná mouka bezpluchá KM 2084 a voda o teplotě 18 °C a celá směs byla šlehaná při střední rychlosti 2 minuty. Kvas byl uložen do řízené kynárky s teplotou 20 °C a relativní vlhkostí 70 %. Po vyzrání III. stupně kvasu, byla změřena kyselost kvasu. 2/3 ječného kvasu bylo použito na výrobu ječného kvasného chleba a 1/3 ječného kvasu na přípravu drobenky (tab. 6).

Tab. 6 Postup množení kvasu a výroby drobenky

| Vedení                            | Navážka                                 | Pasáž | Výtěžnost | t [°C] | Čas [hod] |
|-----------------------------------|---|-------|-----------|--------|-----------|
| I. stupeň vedení (z drobenky)     | 40g drobenky + 100g mouky + 150 ml vody | 1     | 250       | 20     | 17        |
| II. stupeň vedení (z I. stupně)   | 40g kvasu + 100g mouky + 120 ml vody    | 2     | 220       | 30     | 5         |
| III. stupeň vedení (z II. stupně) | 40g kvasu + 100g mouky + 150 ml vody    | 3     | 250       | 20     | 17        |
| Drobenka (z III. stupně)          | 40g kvasu + 40g mouky                   | -     | -         | -      | -         |

### 5.2.2 Měření pH kvasu

Hodnota pH udává míru kyselosti/zásaditosti měřeného roztoku. Je definována jako záporný dekadický logaritmus aktivity vodíkových iontu v roztoku (pro zředěné roztoky: koncentrace vodíkových iontu resp.  $H_3O^+$  v roztoku).

$$pH = -\log a_{H^+}$$

pH je bezrozměrná veličina nabývající hodnot od 0 do 14. Hodnota pH = 7 odpovídá neutrálnímu roztoku, pH < 7 kyselému roztoku a pH > 7 zásaditému (bazickému) roztoku.

Všechna měření byla prováděna pH metrem se skleněnou kombinovanou elektrodou. Přístroj byl pravidelně kalibrován dle návodu výrobce pro přesné měření hodnot.

### 5.2.3 Měření titrační kyselosti kvasu

Titrační kyselost je měřena alkalimetry. Principem metody je kvantitativní analýza založená na stanovení koncentrace známého objemu vzorku. Odečtením spotřeby titračního standardu o známé koncentraci do tzv. bodu ekvivalence.

Bylo naváženo 10 g vzorku kvasu s přesností  $\pm 0,1$  mg. Přidáno 75 ml destilované vody, následně mixováno mixerem po dobu 1 minuty. 25 ml destilované vody byl očištěn mixér

a stěny nádoby. Do vzorku byla ponořena elektroda pH metru a titrován odměrným roztokem NaOH do hodnoty pH 8,5 po dobu 1 minuty. Následně zaznamenaná spotřeba odměrného roztoku NaOH. Měření u jednotlivých vzorků byla opakovaná 3x, pro získání přesnějších dat a snížení statistické odchylky.

#### 5.2.4 Výpočet dávky kvasu do těsta

Dávka kvasu do těsta ovlivňuje reologii, technologické parametry (dobu kynutí), chuť a vůni hotového výrobku.

Množství použité mouky k zakyselení

$$MZ = \frac{MJ * CHJ}{100} [\%]$$

MJ – množství ječné mouky v receptuře [g]

CHJ – chuťová jednotka [1]

MZ – množství mouky k zakyselení [%]

Tímto výpočtem vypočítáme, jaké procentuální množství mouky (např. pšeničné mouky hladké světlé) je potřebné zakyselit, abychom dosáhly požadované kyselosti.

Výpočet dávky kvasu do těsta

$$MK = \frac{MZ}{TK} [\%]$$

TK – průměrná titrační kyselost kvasu [SH]

MK – množství kvasu v těstě [%]

Výpočtem získáme procentuální množství potřebné dávky kvasu do těsta.

Výpočet množství mouky v kvasu

$$MM = \frac{MK}{VK} * 100 [\%]$$

VK – výtěžnost kvasu [%]

MM – množství mouky v kvasu [%]

Výpočtem vypočítáme podíl (množství) zkvašené mouky v kvasu.

Výpočet množství vody v kvasu [43]

$$MV = MK - MM [\%]$$

MV – množství vody v kvasu [%]

### 5.2.5 Objem a stabilita chleba

#### Podíl ječné mouky bezpluché KM 2084

Podíl ječné mouky bezpluché KM 2084 v těstě byl zkoušen v dávkách 40 %, 50% a 60 %, oproti kontrolním vzorkům se stejným obsahem žitné mouky (tab. 9).

Tab. 7 Receptura chlebů při zkoušce podílu ječné mouky bezpluché KM 2084

| Suroviny                      | Množství [%] |         |         |         |         |         |
|-------------------------------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                               | chléb 1      | chléb 2 | chléb 3 | chléb 4 | chléb 5 | chléb 6 |
| Žitná mouka chlebová          | 40           |         | 50      |         | 60      |         |
| Ječná mouka bezpluchá KM 2084 |              | 20      |         | 25      |         | 30      |
| Pšeničná mouka hladká světlá  | 60           | 60      | 50      | 50      | 40      | 40      |
| Kvas 8 Kultursauer            |              | 48      |         | 60      |         | 72      |
| NATURAL=Žitný kvas            | 3            |         | 3       |         | 3       |         |
| Sůl jemná                     | 2            | 2       | 2       | 2       | 2       | 2       |
| Droždí pekařské               | 2            | 2       | 2       | 2       | 2       | 2       |
| Voda                          | 75           | 46      | 75      | 39      | 75      | 32      |

#### Použití stabilizátoru

Na základě zkušeností, znalostí a komplexností přípravku byl vybrán jeden typ stabilizátoru a to FH STABIL. Při pekařských zkouškách byly dělány dvě varianty chlebů a to se stabilizátorem a bez stabilizátoru. Obě varianty chlebů byly zkoušeny na ječnou mouku bezpluchou KM 2084 a žitnou mouku chlebovou (tab. 10).

Hodnocení stability těsta různých variant bylo prováděno před zpracováním těsta (hnětením) a před sázením chleba do pece. Obojí hodnocení bylo prováděno hmatem a vyhodnoceno objektivně na základě praktických zkušeností.

Hodnocení objemu chleba bylo prováděno tak, že upečené a vychladnuté bochníky byly poskládány do řad. Jednotlivé řady mezi sebou byly pozorovány a srovnávány z hlediska výšky klenby a šířky bochníku

Tab. 8 Receptura chlebů při zkoušce FH STABILU

| Suroviny                      | Množství [%] |         |         |         |
|-------------------------------|--------------|---------|---------|---------|
|                               | chléb 1      | chléb 2 | chléb 3 | chléb 4 |
| Žitná mouka chlebová          | 40           | 40      |         |         |
| Pšeničná mouka hladká světlá  | 60           | 60      | 60      | 60      |
| Ječná mouka bezpluchá KM 2084 |              |         | 40      | 40      |
| Kvas 8 Kultursauer            |              |         | 48      | 48      |
| NATURAL=Žitný kvas            | 3            | 3       |         |         |
| FH STABIL                     |              | 1       |         | 1       |
| Sůl jemná                     | 2            | 2       | 2       | 2       |
| Droždí pekařské               | 2            | 2       | 2       | 2       |
| Voda                          | 75           | 75      | 46      | 46      |

### 5.2.6 Senzorické hodnocení

Senzorické hodnocení prováděly tři skupiny subjektů:

- Skupina A se skládá z 12 vyškolených hodnotitelů z VUPP.
- Skupina B se skládá z 12 odborných pekařských technologů
- Skupina C se skládá z 12 laiků, kteří jsou běžní spotřebitelé a nemají zkušenosti s odborným hodnocením

Pro hodnocení byla použita stupnicová metoda s grafickou stupnicí (úsečka 100 mm s vyznačením znaménka v poloze úměrné intenzitě sledovaného znaku). Sledovanými deskriptory byly vůně, a pórovitost střídy, chuť, intenzita pachuti, kyselost a celkový senzorický dojem. Byl proveden i test oblíbenosti, tj. hodnotitelé odpovídali na otázku, zda by si daný výrobek zakoupili v maloobchodní síti.

Řada chlebů určená k senzorickému hodnocení byla vyrobena podle receptury a technologického postupu (tab. 9 a tab. 10). Chléb č. 1. je pšenično-žitný chléb bez kmínu a chlebového koření, který slouží jako srovnávací vzorek. Podle jeho parametrů jsou hodnoceny ostatní vzorky chlebů.



Tab. 9 Recepturní složení hodnocených vzorků chleba

| Suroviny                      | Množství [%] |         |         |         |
|-------------------------------|--------------|---------|---------|---------|
|                               | chléb 1      | chléb 2 | chléb 3 | chléb 4 |
| Žitná mouka chlebová          | 40           |         |         |         |
| Pšeničná mouka hladká světlá  | 60           | 60      | 60      | 60      |
| Ječná mouka bezpluchá KM 2084 |              | 40      | 20      | 20      |
| Kvas 8 Kultursauer            |              |         | 48      |         |
| Kvas 11 E                     |              |         |         | 48      |
| NATURAL=Žitný kvas            | 3            | 3       |         |         |
| FH STABIL                     | 1            | 1       | 1       | 1       |
| Sůl jemná                     | 2            | 2       | 2       | 2       |
| Droždí pekařské               | 2            | 2       | 2       | 2       |
| Voda                          | 75           | 75      | 46      | 46      |

Tab. 10 Technologické parametry výroby chleba

|                     |         |
|---------------------|---------|
| Chuťové zakyselení  | 1500    |
| Navážka [g]         | 800     |
| Doba míchání [min]  | 6+4     |
| Teplota těsta [°C]  | 26      |
| Doba zrání [min]    | 20      |
| Doba kynutí [min]   | 50–60   |
| Teplota pečení [°C] | 240–210 |
| Doba pečení [min]   | 45      |

## 6 VÝSLEDKY

### 6.1 Vliv kvasné kultury na chleba

Přidání kvasu (8 Kultursauer a 11 E) se zkvašenou ječnou moukou bezpluchou KM 2084 do těsta příznivě ovlivňuje objem, pórovitost a vláčnost výrobku (obr. 7.). Oproti tomu chléb bez kvasu s moukou ječnou bezpluchou KM 2084 (zakyselen NATURALEM=Žitný kvas) má malý stažený objem, střída je tuhá s jemnou pórovitostí.

Rozdíly mezi kvasy 8 Kultursauerem a E 11 byly patrné jak v chuti kvasu tak i hotového výrobku. Rozdílné složení kvasu (obsah kyseliny mléčné a kyseliny octové) nemělo výrazný vliv na objem a stabilitu výrobku.



Obr. 7 Chleby s různým druhem kvasu

### 6.2 Objem a stabilita chleba

#### Podíl ječné mouky v těstě

Se zvyšujícím podílem ječné mouky bezpluché KM 2084 v těstě klesala stabilita a zpracovatelnost těsta a zvýšila se lepivost těsta. Vyšší podíl ječné mouky bezpluché KM 2084 v těstě měl příznivý vliv na elasticnost těsta.

Celkově těsta z ječné mouky bezpluché KM 2084 byla plastičtější, sušší a lépe zpracovatelná oproti těstům z žitné mouky chlebové, které byly lepivé, bez stability a hůře zpracovatelné.

Zvyšující se podíl ječné mouky bezpluché KM 2084 v těstě působil nepříznivě na objem bochníku. Bochníky měly nižší klenbu a širší základ, celkově výrobek působil rozjetým

(překynutým) dojmem. Tato tendence byla pozorována i u chleba se zvyšujícím se podílem žitné mouky chlebové.

### Vliv použitého stabilizátoru

Těsto bez FH STABILU bylo roztékavé, lepkavé a hůře zpracovatelné. Upečený chleba měl výrazně menší objem, pórovitost středy byla drobná a nepravidelná, celkově chleba působil hutným dojmem.

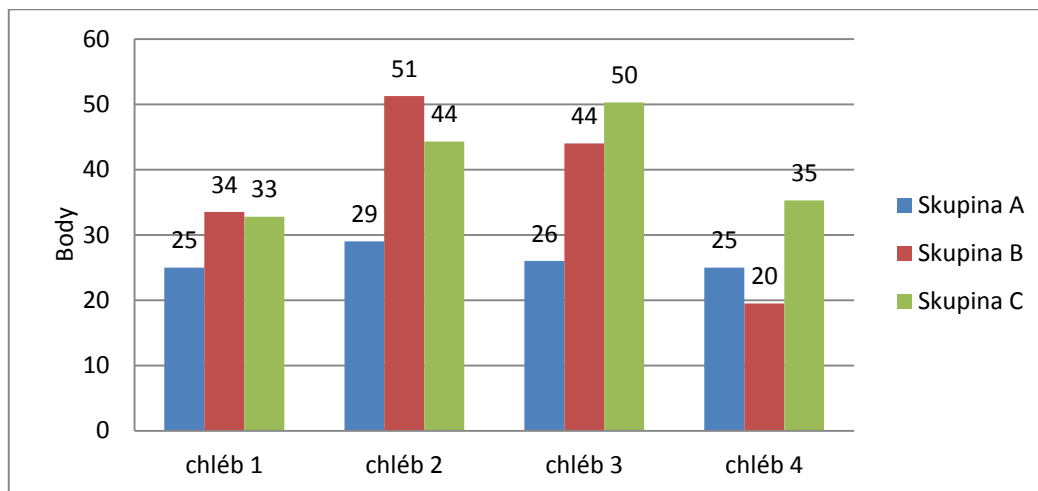
Těsto s FH STABLEM bylo pevné, suché a dobře zpracovatelné. Upečený chleba měl vysokou klenbu, středně velké a pravidelné póry, celkově chleba působil šťavnatým a nakynutým dojmem (obr. 8).



Obr. 8 Vliv FH STABILU na objem výrobku

### 6.3 Výsledky senzoričkého hodnocení

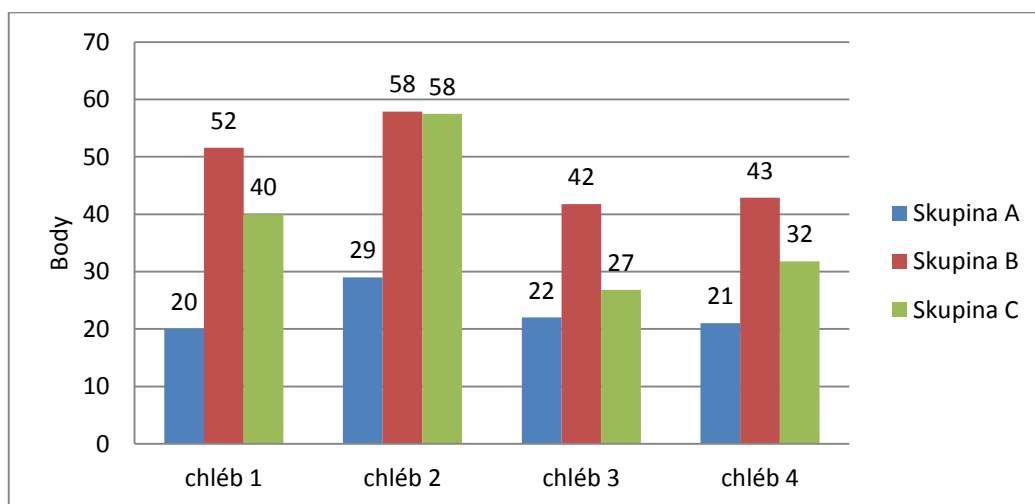
#### Vůně chleba



Obr. 9 Senzorické vyhodnocení vůně chleba

Všechny skupiny hodnotitelů se shodly, že chléba č. 2. (bez použití fermentovaného kvasu, zakyselen NATURALEM = Žitný kvas) měl nejméně přijatelnou chlebovou vůni. U tohoto vzorku byla výrazně cítit vůně ječmene, což hodnotitele velmi rušilo. Tyto nepříjemné faktory se objevují výrazně i u chleba č. 3. Zbylé vzorky chlebů byly hodnoceny srovnatelně, ale ani jedna řada nebyla vyhodnocena výborně.

#### Vzhled chleba

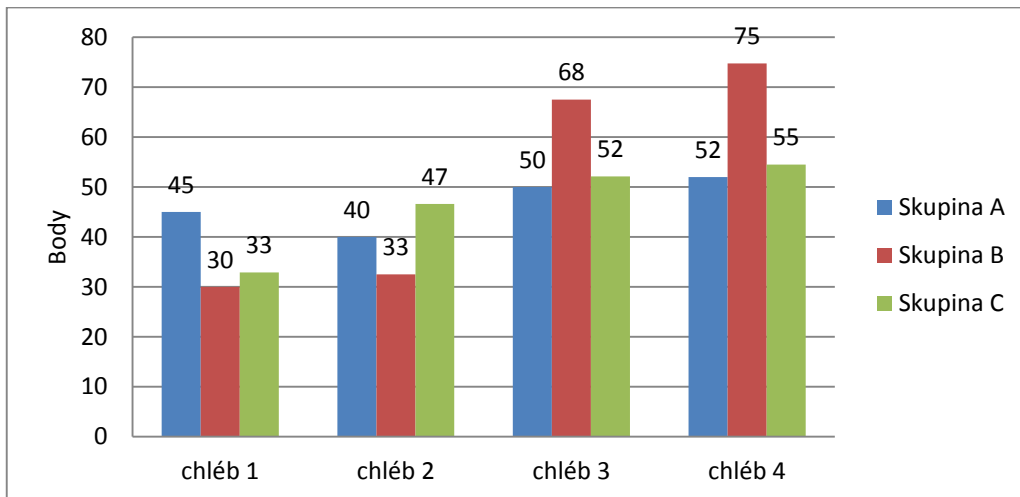


Obr. 10 Senzorické vyhodnocení vzhledu chleba

Skupiny hodnotitelů B a C srovnatelně hodnotily chléb č. 2., který měl stažený objem s výraznou klenbou, která působily nedokynutým dojmem. Cheby č. 3. a 4. vykazovaly dob-

rý objem s pěknou klenbou. Jednotlivé skupiny hodnotitelů se neshodují s názorem na vzhled chleba, jenž může být zapříčiněno rozdílnými zkušenostmi a zvyky.

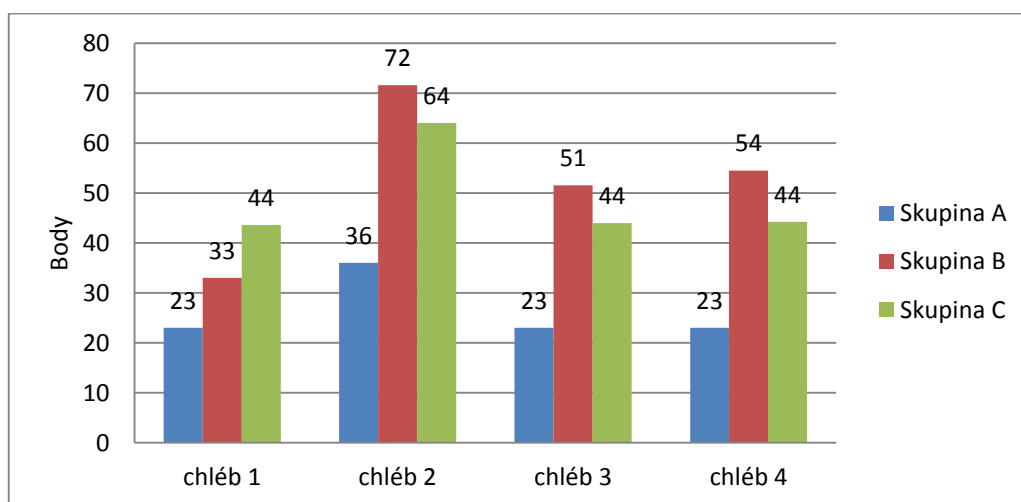
### Pórovitost střídy



Obr. 11 Senzorické vyhodnocení pórovitosti střídy

Vzorky chlebě č. 3 a 4., které obsahovaly fermentovaný kvas, měly střídu se středně velkými a pravidelnými póry. U chlebě zakyselené s NATURALEM = Žitný kvas (chléb č. 1 a 2.) byly póry malé, nevýrazné, působily tuhým a nedokynutým dojmem. V pórovitosti největší rozdíly viděla skupina hodnotitelů B (pekařští technologové), která má nejvíce zkušeností s hodnocením chlebě.

### Pružnost střídy

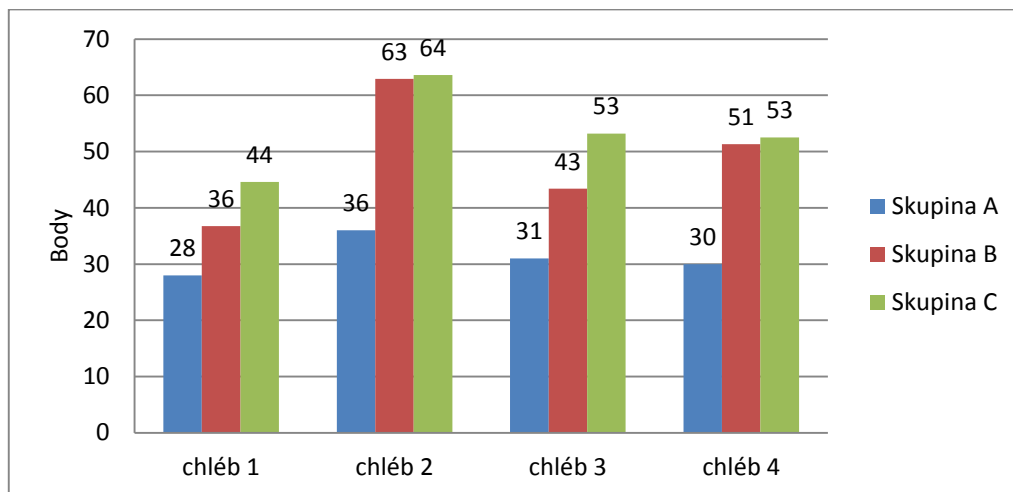


Obr. 12 Senzorické vyhodnocení pružnosti střídy

Chléb č. 1. vykazoval malou drobivost, ale střída působila mokřým a lepivým dojmem. Naopak chléb č. 2. měl suchou střídu a zvýšenou drobivost. Zbylé vzorky se blížily opti-

mální měkkosti a kompaktnosti. Velký rozdíl je mezi jednotlivými skupinami hodnotitelů, kteří mají rozdílný názor na pružnost.

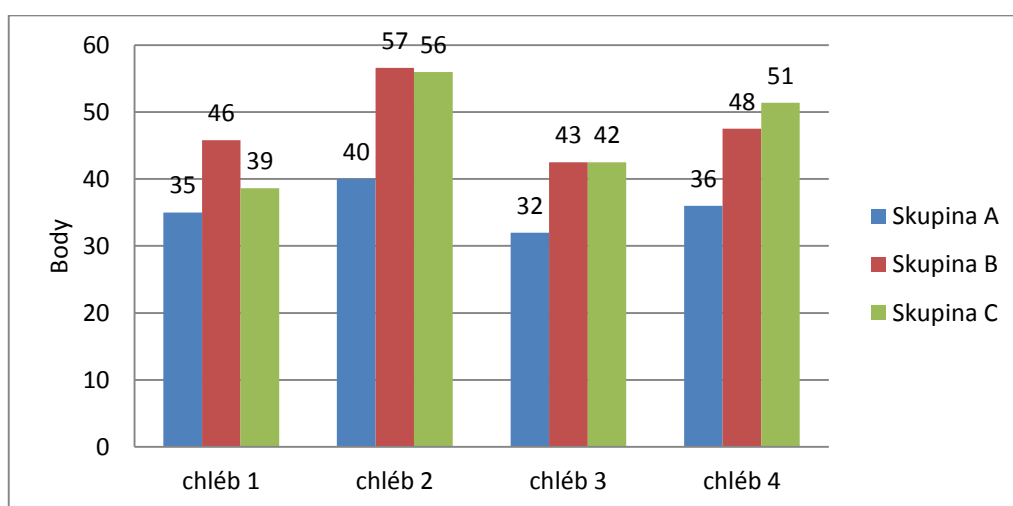
### Chuť chleba



Obr. 13 Senzorické vyhodnocení chutí chleba

Chuť je jedna z nejdůležitějších ukazatelů kvality chleba a následné oblíbenosti chleba. Vzorky chleba neobsahují chlebové koření, kmín ani jiné aromatizující komponenty, které by ovlivnily přirozenou chuť použitých surovin. Nejhorší byl vyhodnocený vzorek chleba č. 2., který byl pro hodnotitele nepříjemný a nevyvážený v chuti. Zbylé vzorky chleba byly hodnoceny průměrně.

### Kyselost chleba

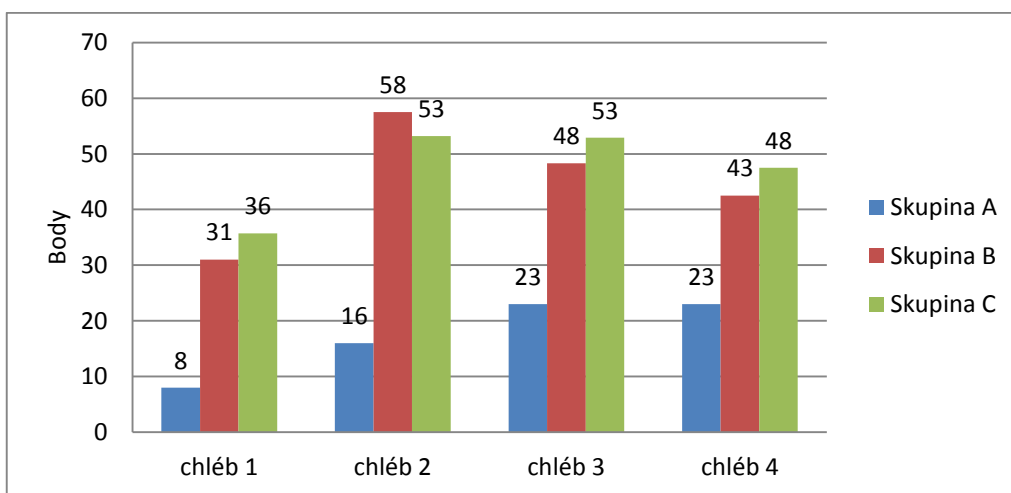


Obr. 14 Senzorické vyhodnocení kyselosti chleba

Kyselost chleba má vliv na stabilitu těsta tak i výrobku. Chléb č. 2. byl vyhodnocen, jako nejkyselější. Poněvadž obsahoval nezkvašenou ječnou mouku, která má vyšší kyselost než

žitná mouka chlebová o proti chlebu č. 1., který působil planějším dojmem. Chleby s fermentovaným kvasem jsou vyrovnanější v kyselosti. Kvas vzorku č. 4. obsahuje větší množství kyseliny octové, proto je vnímán intenzivněji. U vzorku č. 3. kvas obsahuje více kyseliny mléčné, která je vnímána jemnější kyselostí a mírnou nasládlostí.

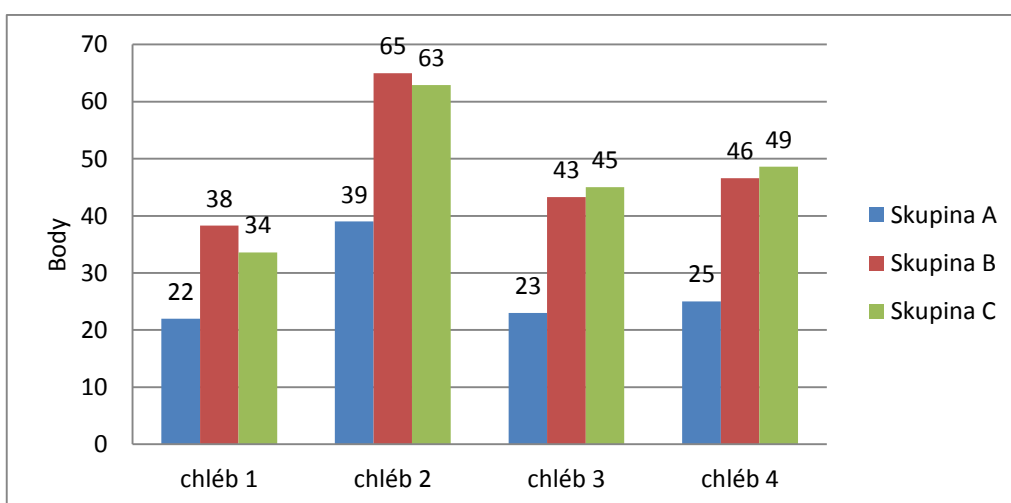
### Pachut' chleba



Obr. 15 Senzorické vyhodnocení pachuti chleba

Hodnotící skupina A (hodnotitelé z VUPP) je zvyklá na pachut' ječmene z dřívějších experimentů, proto jim chleba přišel výborný s příjemnou příchutí. Ostatní skupiny s ječnými výrobky tak často nepřijdou do kontaktu, proto je pro ně intenzita pachuti ječmene nepříjemná. Celkově hodnotily chleby s ječnou moukou záporně. Chléb č. 1. byl, pro všechny skupiny nejpříjemnější.

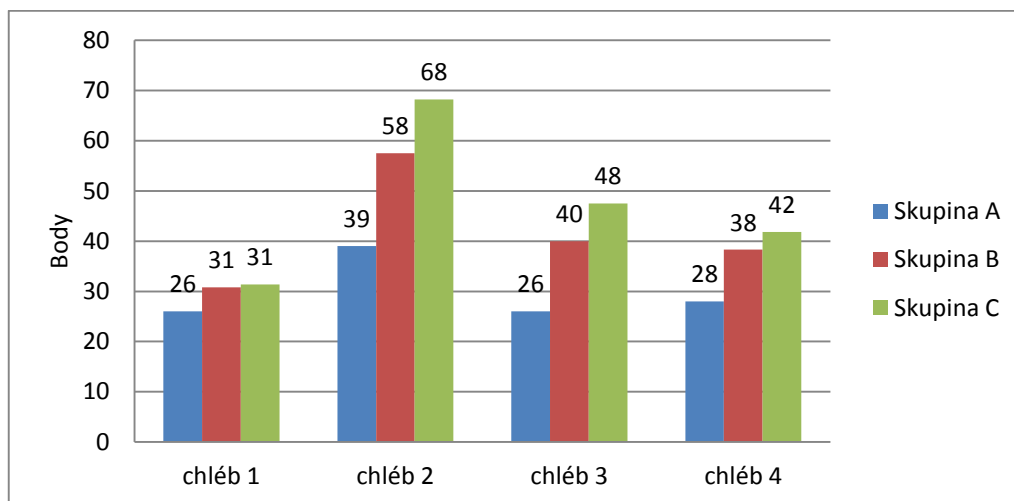
### Textura chleba



Obr. 16 Senzorické vyhodnocení textury střídy

Texturou střídy se rozumí kovatelnost, šťavnatost a žvýkatelnost. Chleba č. 2. byl na kousání tuhý a lepivý, celkově působil nedopečeným dojmem. Ostatní vzorky chlebů byly mezi sebou srovnatelné, dobře kousatelné a vláčné.

### Celková dojem chleba



Obr. 17 Senzorické vyhodnocení celkového dojmu chleba

Nejhůře byl vyhodnocen vzorek č. 2. pro svůj špatný vzhled, chuť, výraznou pachut' a zvýšenou drobivost. Nejlepší dojem udělal vzorek č. 1. svým vzhledem, pružností, šťavnatostí a chutí neobsahoval ječnou mouku. Následovali jej vzorky s ječnou moukou bezpuchou KM 2084 s fermentovaným kvasem, které vynikaly svojí pravidelnou pórovitostí, šťavnatostí a příjemnou nakyslostí chleba.

### Test oblíbenosti

U výše uvedených pekařských výrobků byl zařazen i test oblíbenosti, to znamená, zda bude o daný výrobek zájem na trhu. Chléb č.1. pšenično-žitný by si zakoupilo 83 % dotázaných. Chléb č. 3. s kvasem 8 Kultursauer by si zakoupilo 75 % dotazovaných, chléb č. 4. s kvasem 11E zaujal 67 % hodnotitelů a chléb č. 2. zakyselen NATURALEM=Žitný kvas s ječnou moukou bezpluchou KM 2084 projevilo zájem 20 % dotázaných.



## 7 DISKUZE

### Objem ječného chleba

Objem pečiva je považován za hlavní kvalitativní znak a jeho velikost je mírou pekařské jakosti. Je ovlivněn zejména kvalitou surovin, ale i úrovní technologie.

Objem ječného kvasného chleba byl ovlivněn ječnou moukou bezpluchou KM 2084. Chleba měl menší objem než běžný konzumní chléb, což potvrzuje i studie Gill et. al. [44] Která tvrdí, že ječná mouka díky vysokému obsahu vlákniny, má zvýšenou vaznost vody, což má za následek méně dostupnou vodu pro tvorbu kostry těsta. Dále ječné těsto vykazovalo nižší stabilitu, což je zapříčiněno menším obsahem lepku v ječné mouce.

### Pórovitost střídy chleba

Studie KRBIĀ et. al. [45] tvrdí, že střída ječných výrobků se vyznačuje menší pórovitostí a menší drobivostí. Toto tvrzení se potvrdilo u ječného chleba bez použití ječného kvasu, střída měla malé nevýrazné póry, byla tuhá a suchá. Naopak u ječného kvasného chleba kde je část mouky prokvašené, vykazuje střída velké a pravidelné póry, což potvrzuje i studie HAO et. al. [46].

### Pružnost a textura střídy chleba

Ječný chléb bez prokvašené mouky byl tuhý, lepivý celkově působil nedopečeným dojmem. Podle studie IZYDORCZYK et. al. [49] by měl být chleba vláčný, pružný dobře kousatelný oproti běžnému konzumnímu chlebu. Jež se potvrdilo u ječného chleba s prokvašenou moukou. Je to způsobeno rozdílným obsahem amylózy ve škrobu a její rychlejší retrogradací v ječné mouce [47].

## ZÁVĚR

Hlavním cílem práce bylo vytvořit vhodný technologický postup a recepturu na výrobu ječného kvasného chleba, který by byl přijatelný pro širší veřejnost a připomínal běžný konzumní chléb.

Byly navrženy vhodné receptury (tab. 11.) s technologickým postupem (tab. 12) na výrobu ječného kvasného chleba z ječné mouky bezpluché KM 2084 a kvasových kultur 8 Kultursauer a 11E.

Tab. 11 Vhodné receptury na výrobu ječného kvasného chleba

| Suroviny                      | Množství [%] |         |
|-------------------------------|--------------|---------|
|                               | chléb 1      | chléb 2 |
| Pšeničná mouka hladká světlá  | 60           | 60      |
| Ječná mouka bezpluchá KM 2084 | 40           | 40      |
| Kvas 8 Kultursauer            | 48           |         |
| Kvas 11 E                     |              | 48      |
| FH STABIL                     | 1            | 1       |
| Sůl jemná                     | 2            | 2       |
| Droždí pekařské               | 2            | 2       |
| Voda                          | 46           | 46      |

Tab. 12 Technologické parametry výroby chleba

|                     |         |
|---------------------|---------|
| Chuťové zakyselení  | 1500    |
| Navážka [g]         | 800     |
| Doba míchání [min]  | 6+4     |
| Teplota těsta [°C]  | 26      |
| Doba zrání [min]    | 20      |
| Doba kynutí [min]   | 50–60   |
| Teplota pečení [°C] | 240–210 |
| Doba pečení [min]   | 45      |

Výrobky z ječné mouky bezpluché KM 2084 a kvasů (8 Kultursauer a 11E) byly na základě posledních pečících zkoušek a senzorického hodnocení vzhledově nerozeznatelné od kontrolních chlebů pšenično–žitných. Klenutí, barva kůrky, pórovitost střídy i objem chleba byly prakticky identické. Hodnocena byla odlišně zejména chuť ječných chlebů, které působily svojí pachutí nepříjemným dojmem pro běžného hodnotitele (konzumenta). Tato

vada se v menší míře projevuje i ve vůni ječných kvasných chlebů. Tyto nedostatky se zintenzívněly u ječného chleba s neprokvašenou ječnou moukou.

Čerstvost ječných kvasných chlebů byla velmi dobrá v porovnání s pšenično-žitným chlebem. Ječný kvasný chléb si zachoval při delším skladování (5 dnů) čerstvost, vláčnost a šťavnatost.

Na závěr je možno konstatovat, že byl navrhnutý vhodný technologický postup na výrobu ječného kvasného chleba. Ale u ječného kvasného chleba je patrná pachuč ječmene, kterou je nutno odstranit úpravou receptury na těsto. Navrhovala bych recepturní přídavek mléčného proteinu a lipidů, chlebového koření nebo jiné aromatické přísady. Bez těchto úprav nebude ječný kvasný chléb vhodný pro běžného konzumenta.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] PROCHÁZKA, Stanislav. *Botanika: morfologie a fyziologie rostlin*. Vyd. 3., nezměn. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007. ISBN 80-737-5125-9.
- [2] KOSAŘ, Karel. *Technologie výroby sladu a piva*. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 2000, 398 s. ISBN 80-902-6586-3.
- [3] ZIMOLKA, Josef. *Ječmen - formy a užitkové směry v České republice*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2006, 200 s. ISBN 80-867-2618-5.
- [4] KONVALINA, Petr. *Pěstování obilnin a pseudoobilnin v ekologickém zemědělství*. 1. vyd. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2008, 64 s. ISBN 978-80-7394-116-1.
- [5] DOTLAČIL, Ladislav., FABEROVÁ, Iva. *Genofond zemědělstvích plodin*. Praha-Ruzyně: VÚRV, 2002.
- [6] PŘÍHODA, J, SKŘIVAN, P., HRUŠKOVÁ M. *Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin*. 1.vyd. Praha: Vysoká škola chemicko- technologická v Praze, 2004, 203 s. ISBN 80-70-80-530-7.
- [7] PŘÍHODA, Josef, HUMPOLÍKOVÁ, Pavla, NOVOTNÁ, Dana. *Základy pekárenské technologie*. Vyd. 1. Praha: Pekař a cukrář, 2003, 363 s. ISBN 80-902-9221-6.
- [8] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 1*. 2. vyd. Tábor: Osis, 2002, 344 s. ISBN 80-86659-00-3.
- [9] KADLEC, Pavel. *Technologie sacharidů*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2000, 138 s. ISBN 80-708-0400-9.
- [10] SLUKOVÁ, M. Kvalitativní ukazatele pšenice a pšeničných mouk. In: *Cereální chemie a technologie Praha: Ústav chemie a technologie sacharidů* [online]. 2005 [cit. 2012-12-30]. Dostupné z: [http://www.vscht.cz/main/soucasti/fakulty/fpbt/grant\\_TRP/dokumenty/06.pd](http://www.vscht.cz/main/soucasti/fakulty/fpbt/grant_TRP/dokumenty/06.pd).
- [11] ŠÍMA, P. *Živa: Beta-glukany - nadějně přírodní imunomodulační látky*. Praha: Academia, SSČ AV ČR, 2012. ISSN 0044-4812.
- [12] SWARNER, J. *Být fit a zdrav.* 1. vyd. Praha: Advent-Orion, 1994, 109 s. ISBN 80-7172-024-0.

- [13] LAZARIDOU, C.G. BILIADERIS a M.S. IZYDORCZYK. Cereal beta-glucans: structures, physical properties, and physiological functions. *Cereal beta-glucans: structures, physical properties, and physiological functions*. Boca Raton: CRC Press, 2007.
- [14] Kvalita ječmene. *Agroweb* [online]. 2002 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: [http://www.agroweb.cz/Kvalita-jeemene\\_\\_s44x8505.html](http://www.agroweb.cz/Kvalita-jeemene__s44x8505.html).
- [15] SKOUPIL, J. *Suroviny pro učební obor pekař, pekařka*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1989, 224 s. ISBN 04-816-89.
- [16] TICHÁ, J., VYZÍKOVÁ, P. *Polní plodiny* [online]. Brno, 2006, 43 s. [cit. 2012-12-30]. Dostupné z: [vfu-www.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/Polni\\_plodiny.doc](http://www.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/Polni_plodiny.doc).
- [17] PRUGAR, J.: Obiloviny v naší výživě (4), *Výživa a potraviny*, 2003, roč.58, č.3, str. 34-35.
- [18] PRUGAR, J.: Obiloviny ve výživě (5), *Výživa a potraviny*, 2003, roč.58, č.5, str.73.
- [19] HASKA, L., NYMAN, M., ANDERSSON, R. Distribution and characterisation of fructan in wheat milling fractions, *Journal of Cereal Science* 48, 2008 p.768 – 774.
- [20] ČSN56 0512-1. *Metody zkoušení mlýnských výrobků. Část 1: Všeobecná ustanovení*. Ostrava: SAGIT, 1993.
- [21] KADLEC, Pavel. *Technologie potravin I*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2002, 300 s. ISBN 80-708-0509-9.
- [22] KALINOVÁ, Jana. Posklizňová úprava, skladování a zpracování rostlinných produktů. *Posklizňová úprava, skladování a zpr* [online]. 2007 [cit. 2013-05-02]. Dostupné z: <http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/ecologica/kva.pdf>.
- [23] KUČEROVÁ, Jindřiška. *Technologie cereálií*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2004, 141 s. ISBN 978-80-7157-811-62008.
- [24] PRUGAR, Jaroslav. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 2008, 327 s., [13] s. barev. obr. příl. ISBN 978-808-6576-282.
- [25] Úpravy jaderných krmiv. *Úpravy jaderných krmiv* [online]. 2010 [cit. 2013-02-20]. Dostupné z: [http://www.mendelu.cz/dok\\_server/slozka.pl?id=48974;download\\_pdf=71015](http://www.mendelu.cz/dok_server/slozka.pl?id=48974;download_pdf=71015).

- [26] ZAJÍC, J. *Principy potravinářských technologií a vody*. 1. vyd. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury. 1985. 170 s.
- [27] PŘÍHODA, Josef, HUMPOLÍKOVÁ, Pavla, NOVOTNÁ, Dana. *Základy pekárenské technologie*. Vyd. 1. Praha: Pekař a cukrář, 2003, 363 s. ISBN 80-902-9221-6.
- [28] KADLEC, P. *Technologie potravin I*. 1. vyd. Praha: VŠCHT. 2002. 300 s. ISBN 80-7080-509-9.
- [29] PLISKOVÁ, V., PAVLIŠ, M. *Technologie pro 4. ročník SPŠ studijního oboru průmyslová výroba krmiv a mlynářství*. Praha: SNTL, 1988, 290 s.
- [30] MOMČILOVÁ, P. *Pečeme z celozrnného kynutého těsta*. Praha: Medical Publishing, 2003, 61 s. ISBN 8085936453.
- [31] NOVOTNÁ, A., NOVOTNÝ, R. *Chemické kontrolní metody pro 4. ročník SPŠPT*. Praha: SNTL, 1987, 248 s.
- [32] SKOUPIL, J. *Suroviny na výrobu pečiva*. Pardubice: Kora. 1994. 211 s. ISBN 80-85644-07-X.
- [33] VAVŘENA, Č. *Výroba žitného chleba*. 1. vyd. Praha 2: Průmyslové vydavatelství. 1951. 84 s.
- [34] PELIKÁN, Miloš. *Zpracování obilovin a olejnin*. Vyd. 2., V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2001, 148 s. ISBN 80-715-7525-9.
- [35] POKORNÝ, V. *Pekařská mikrobiologie a biochemie*. 1. vyd. Praha 2: SNTL – Nakladatelství technické literatury. 1956. 164 s.
- [26] HAMPL, J. HOLÝ Č., HAVEL F. *Jakost pekárenských a cukrárenských výrobků*. 1. vyd. Praha 1: SNTL – Nakladatelství technické literatury. 1981. 232 s.
- [37] Bacteria can drive the evolution of new species. *Nature* [online]. 2012 [cit. 2012-04-16]. Dostupné z: <http://www.nature.com/news/2010/101101/full/news.2010.575.html>.
- [38] Model system. *MiMage - Role of Mitochondria in Conserved Mechanisms of Ageing*. [online]. 2006 [cit. 2012-04-1]. Dostupné z: [http://www.mimage.unifrankfurt.de/modelsystems/saccharomyces\\_cerevisiae\\_ms\\_01.htm](http://www.mimage.unifrankfurt.de/modelsystems/saccharomyces_cerevisiae_ms_01.htm).
- [39] GÖRNER, Fridrich, VALÍK., Ľubomír. *Aplikovaná mikrobiológia požívatin: princípy mikrobiológie požívatin, potravinársky významné mikroorganizmy a ich*

- skupiny, mikrobiológia potravinárskych výrob, ochorenia mikrobiálneho povodu, ktorých zárodky sú prenášané požívateľmi*. 1. vyd. Bratislava: Malé centrum, 2004, 528 s. ISBN 80-967-0649-7.
- [40] PŘÍHODA, Josef, HRUŠKOVÁ, Marie. *Hodnocení kvality: aplikace doporučených přístrojů, metod a interpretace výsledků pro praxi*. Praha: Svaz průmyslových mlýnů České republiky, 2007, 187 s. Mlýnářská technologie. ISBN 978-80-239-9475-9.
- [41] Důležitost pravidelné kontroly chleba. *Pekař a cukrář*. 2000, roč. 2000, č. 10, s. 24-26.
- [42] SMRŽ, František. *Renesance ječmene: publikace České technologické platformy pro potraviny* [online]. Praha: Potravinářská komora České republiky, 2012, 31 s.[cit. 2013-04-16]. ISBN 978-80-905096-0-3.
- [43] ARENDT, E., AUTIO, K., BOCKER, G., BRUMMER, M., EHRMMAN, M., FREUND, M., FLANDER, L., KATINA, K., NEUMANN, H., POUTANEN, K., SEIFFERT, M., STEPHMAN, H., ULMER, M. *Handbuch Sauerteig*. Hamburg: B.Behr's Verlag GmbH CO.KG, 2006. ISBN 3-89947-166-0.
- [44] GILL, S., VASANTHAN, T., OORAIKUL B., ROSSNAGEL, B., Wheat Bread Quality as Influenced by the Substitution of Waxy and Regular Barley Flours in Their Native and Extruded Forms. *Journal of Cereal Science*. roč. 36, č. 2, s. 219-237. ISSN 07335210. DOI: 10.1006/jcrs.2001.0458. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0733521001904588>.
- [35] ŠKRBIĆ, B., MILOVAC, S., DODIG, D., FILIPČEV B. Effects of hull-less barley flour and flakes on bread nutritional composition and sensory properties. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.01.028. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814609000430>.
- [46] HAO, M., BETA, T. Development of Chinese steamed bread enriched in bioactive compounds from barley hull and flaxseed hull extracts. *Food Chemistry*. roč. 133, č. 4, s. 1320-1325. ISSN 03088146. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.02.008. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814612001732>.
- [47] IZYDORCZYK, M.S., CHORNICK, T.L., PAULLEY, F.G., EDWARDS N.M., DEXTER, J.E. Physicochemical properties of hull-less barley fibre-rich fractions varying in particle size and their potential as functional ingredients in two-layer flat bread. *Food Chemistry*. roč. 108, č. 2, s. 561-570. ISSN 03088146. DOI:

10.1016/j.foodchem.2007.11.012.

Dostupné

z:

<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814607011545>.



**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

|                  |                              |
|------------------|------------------------------|
| ČSN              | Česká státní norma.          |
| H <sub>3</sub> O | Hydronium                    |
| KTJ              | Kolonie tvořící jednotku     |
| NaOH             | Hydroxid sodný               |
| pH               | Vodíkový exponent            |
| RTP              | Rámcová technologický postup |
| Sb.              | Sbírka zákonů                |

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

|   |    |
|---|----|
| Obr. 1 Ječmen setý.....   | 11 |
| Obr. 2 Dvoukvětý klas, 1 - plevy, 2 - pluchy,.....                                    | 12 |
| Obr. 3 Základní struktura $\beta$ -glukanů s kombinovanými vazbami (1→3), (1→4) ..... | 14 |
| Obr. 4 Zpracování ječmene.....  | 17 |
| Obr. 5 <i>Lactobacillus plantarum</i> .....   | 24 |
| Obr. 6 <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....  | 25 |
| Obr. 7 Chleby s různým druhem kvasu .....   | 41 |
| Obr. 8 Vliv FH STABILU na objem výrobku .....   | 42 |
| Obr. 9 Senzorické vyhodnocení vůně chleba.....  | 43 |
| Obr. 10 Senzorické vyhodnocení vzhledu chleba.....                                    | 43 |
| Obr. 11 Senzorické vyhodnocení pórovitosti střídy .....                               | 44 |
| Obr. 12 Senzorické vyhodnocení pružnosti střídy.....                                  | 44 |
| Obr. 13 Senzorické vyhodnocení chuť chleba.....                                       | 45 |
| Obr. 14 Senzorické vyhodnocení kyselosti chleba .....                                 | 45 |
| Obr. 15 Senzorické vyhodnocení pachuti chleba.....                                    | 46 |
| Obr. 16 Senzorické vyhodnocení textury střídy .....                                   | 46 |
| Obr. 17 Senzorické vyhodnocení celkového dojmu chleba.....                            | 47 |

**SEZNAM TABULEK**

|   |    |
|---|----|
| Tab. 1 Zastoupení různých druhů mléčných bakterií v kvasech .....             | 24 |
| Tab. 2 Podíl kvasinek a bakterií v mikroflóře kvasu a těsta .....             | 26 |
| Tab. 3 RTP pro vedení třístupňového žitného kvasu pro 100 kg těsta .....      | 27 |
| Tab. 4 Chemické složení použitých mouk .....                                  | 34 |
| Tab. 5 Obsah organických kyselina a cukrů ve vzorku kvasu.....                | 35 |
| Tab. 6 Postup množení kvasu a výroby drobenky .....                           | 36 |
| Tab. 7 Receptura chlebů při zkoušce podílu ječné mouky bezpluché KM 2084..... | 38 |
| Tab. 8 Receptura chlebů při zkoušce FH STABILU .....                          | 39 |
| Tab. 9 Recepturní složení hodnocených vzorků chleba .....                     | 40 |
| Tab. 10 Technologické parametry výroby chleba .....                           | 40 |
| Tab. 11 Vhodné receptury na výrobu ječného kvasného chleba .....              | 49 |
| Tab. 12 Technologické parametry výroby chleba .....                           | 49 |

## SEZNAM PŘÍLOH

- A      Formulář k sensorickému hodnocení pekařských výrobků

**PŘÍLOHA P I: FORMULÁŘ K SENZORICKÉMU HODNOCENÍ PEKAŘSKÝCH  
VÝROBKŮ****Senzorické hodnocení pekařských výrobků**

Jméno: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

Úkol 1 : U předložených vzorků zaznamenejte, prosím, na grafické stupnici nejdříve vůni, poté celkový vzhled, pórovitost a pružnost střídy, příjemnost chuti, intenzitu pachuti, texturu celkový dojem a optimalizujte kyselou chuť chleba.

Vz.č.....

**Vůně chleba**

\_\_\_\_\_ velmi příjemná

\_\_\_\_\_ odporná

Vz.č.....

**Vůně chleba**

\_\_\_\_\_ velmi příjemná

\_\_\_\_\_ odporná

Vz.č.....

**Vůně chleba**

\_\_\_\_\_ velmi příjemná

\_\_\_\_\_ odporná

Vz.č.....

**Vůně chleba**

\_\_\_\_\_ velmi příjemná

\_\_\_\_\_ odporná

Vz.č.....

**Vzhled chleba**

\_\_\_\_\_ vynikající

\_\_\_\_\_ odporná

Vz.č.....

## Vzhled chleba

vynikající

odporný

Vz.č.....

## Vzhled chleba

vynikající

odporná

Vz.č.....

## Vzhled chleba

vynikající

odporná

Vz.č.....

## Pórovitost střídy

bez pórů

příliš velké  
póry

Vz.č.....

## Pórovitost střídy

bez pórů

příliš velké  
póry

Vz.č.....

## Pórovitost střídy

bez pórů

příliš velké  
póry

Vz.č.....

## Pórovitost střídy

bez pórů

příliš velké  
póry

Vz.č.....

## Pružnost střídy

velmi pružná

drobivá

Vz.č.....

## Pružnost střídy

velmi pružná

drobivá

Vz.č.....

## Pružnost střídy

velmi pružná

drobivá

Vz.č.....

## Pružnost střídy

velmi pružná

Vz.č.....

## Chuť chleba

velmi příjemná

odporná

Vz.č.....

## Chuť chleba

velmi příjemná

odporná

Vz.č.....

## Chuť chleba

velmi příjemná

odporná

Vz.č.....

## Chuť chleba

velmi příjemná

odporná

Vz.č.....

## Kyselost chleba

absolutně neky-  
selá

optimální

velmi kyselá

Vz.č.....

## Kyselost chleba

absolutně neky-  
selá

optimální

velmi kyselá

Vz.č.....

## Kyselost chleba

absolutně neky-  
selá

optimální

velmi kyselá

Vz.č.....

## Kyselost chleba

absolutně neky-  
selá

optimální

velmi kyselá



Vz.č.....

## Pachut' chleba

nepřítomna

velmi silná

Vz.č.....

## Pachut' chleba

nepřítomna

velmi silná

Vz.č.....

## Pachut' chleba

nepřítomna

velmi silná

Vz.č.....

## Pachut' chleba

nepřítomna

velmi silná

Vz.č.....

## Textura střídy

vinikající

velmi šatná

Vz.č.....

## Textura střídy

vinikající

velmi šatná

Vz.č.....

## Textura střídy

vinikající

velmi šatná

Vz.č.....

## Textura střídy

vinikající

velmi šatná

Vz.č.....

## Celkový dojem chleba

vynikající

odporný

Vz.č.....

## Celkový dojem chleba

vynikající

odporný

Vz.č.....

## Celkový dojem chleba

vynikající

odporný

Vz.č.....

## Celkový dojem chleba

vynikající

odporný

Úkol 2: Do tabulky uveďte, prosím, pořadí vzorků (1 – nejlepší...4- nejhorší)

|              |  |  |  |  |
|--------------|--|--|--|--|
| č.<br>vzorku |  |  |  |  |
| pořadí       |  |  |  |  |

Poznámky \_\_\_\_\_