

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Vesna SLEMENŠEK

**VPLIV DODATKA SLADNE MOKE NA KAKOVOST PŠENIČNIH
KRUHOV**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**THE INFLUENCE OF MALT FLOUR ADDITION ON QUALITY OF
WHEAT BREAD**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2008

Slemenšek V. Vpliv dodatka sladne moke na kakovost pšeničnih kruhov.

Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za živilstvo, 2008

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija živilske tehnologije. Opravljeno je bilo na Katedri za vrednotenje živil Oddelka za živilstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za živilstvo je za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Andreja Plestenjaka in za recenzentko prof. dr. Terezijo Golob.

Mentor: doc. dr. Andrej Plestenjak

Recenzentka: prof. dr. Terezija Golob

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Vesna SLEMENŠEK

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dd
DK UDK 664.64.016 : 664.641.12 : 664.644.5(043)=163.6
KG pekovski izdelki / kruh / pšenični kruh / aditivi / pekovski aditivi / encimi / sladna moka / staranje kruha / specifični volumen kruha / trdota kruha
AV SLEMENŠEK, Vesna
SA PLESTENJAK, Andrej (mentor)/GOLOB, Terezija (recenzentka)
KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
LI 2008
IN VPLIV DODATKA SLADNE MOKE NA KAKOVOST PŠENIČNIH KRUHOV
TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP IX, 49 str., 8 pregl., 8 sl., pril., vir.
IJ sl
JI sl/en
AI Namen diplomske naloge je bil ugotoviti vpliv različnih dodatkov sladne moke na hitrost staranja sredice in na volumen belega pšeničnega kruha. Poskus smo izvedli v 3 ponovitvah in v dveh paralelkah. Pripravili smo kontrolni vzorec kruha in kruhe s tremi različnimi dodatki (0,5 %, 1,0 % in 2,0 %) dveh vrst sladnih mok. Testo smo pripravili iz moke T500 po direktni metodi. Ugotovili smo, da je dodatek sladne moke vplival na specifični volumen in staranje kruha. Kruhi z dodatkom sladne moke so imeli večji specifični volumen od kontrolnega vzorca. Specifični volumen je bil najmanjši pri kontrolnem vzorcu in največji pri kruhu z dodatkom 2,0 % sladne moke iz Pivovarne Union. Dodatek sladne moke je pozitivno vplival tudi na trdoto sredice kruha ter posledično na staranje kruha. Meritve trdote sredice so pokazale, da imajo vsi vzorci belega pšeničnega kruha z dodatkom sladne moke (ne glede na delež in vrsto dodane sladne moke) nižje vrednosti v primerjavi z belim pšeničnim kruhom brez dodatkov sladne moke. Iz tega smo zaključili, da so se vzorci z dodano sladno moko počasneje starali. Trdenje sredice je s časom naraščalo, najbolj počasi pri kruhih z dodatkom 2,0 % sladne moke iz Pivovarne Union. Iz tega smo lahko sklepali, da se je sredica teh kruhov najpočasneje starala.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 664.64.016 : 664.641.12 : 664.644.5(043)=163.6
CX bakery products / bread / wheat bread / additives / bakery additives / enzymes / malt flour / bread staling / specific volume of bread / hardness of bread
AU SLEMENŠEK, Vesna
AA PLESTENJAK, Andrej (supervisor)/GOLOB, Terezija (reviewer)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
PY 2008
TI THE INFLUENCE OF MALT FLOUR ADDITION ON QUALITY OF WHEAT BREAD
DT Graduation Thesis (University studies)
NO IX, 49 p., 8 tab., 8 fig., ann., ref.
LA sl
AL sl/en
AB The purpose of the diploma thesis was to find out the influence of different concentrations of malt flour on wheat bread freshness and volume. The experiment has been repeated for three times with three different concentrations (0,5 %, 1,0 % in 2,0 %) of two sorts of malt flour, which were compared with control sample. We prepared dough from flour T500 using direct method. We found out, that supplement of malt flour influenced the specific volume and the staling rate of bread. Bread with supplemental of malt flour had larger specific volume from control sample. Specific volume was smallest at control sample and highest at bread with 2,0 % supplement of malt flour from brewery Union. The supplement of malt flour influences the firmness of bread crumb positively and consecutively its staling rate. Firmness measurements of bread crumb, prepared with supplemental of malt flour have all lower values (regardless of share or sort malt flour added) in comparison to control sample. We can deduce that bread, prepared with malt flour, stale slower. By adding 2,0 % of malt flour from brewery Union, the suppression of staling rate of bread crumb was most effectiv.

KAZALO VSEBINE

	str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VIII
KAZALO SLIK	IX
KAZALO PRILOG	IX
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	X
1 UVOD.....	1
1.1 NAMEN DELA	1
2 PREGLED OBJAV.....	2
2.1 SESTAVINE TESTA	2
2.1.1 Moka	2
2.1.2 Kvas.....	3
2.1.3 Voda	3
2.1.4 Sol.....	4
2.1.5 Sladkor	4
2.1.6 Mleko.....	4
2.1.7 Jajca	4
2.1.8 Maščoba	5
2.1.9 Aditivi.....	5
2.2 JEČMEN	5
2.2.1 Slad.....	5
2.2.2 Proces proizvodnje slada.....	6
2.2.3 Uporaba slada	6
2.3 POSTOPEK IZDELAVE PŠENIČNEGA KRUHA.....	7
2.3.1 Mešanje surovin in zames testa	7
2.3.2 Načini zamesa testa.....	7
2.3.2.1 Direktni način zamesa testa	7
2.3.2.2 Indirektni način zamesa testa	8

2.3.3	Fermentacija (vzhajanje testa)	8
2.3.4	Deljenje in okroglo oblikovanje kosov testa	9
2.3.5	Peka testa	9
2.3.6	Hlajenje in skladiščenje pečenih izdelkov	10
2.4	STARANJE KRUHA	11
2.4.1	Škrob	12
2.4.2	Amiloza in amilopektin	13
2.4.3	Želiranje škroba	14
2.4.4	Beljakovine	15
2.5	PREPREČEVANJE STARANJA KRUHA.....	16
2.5.1	Maščobe	16
2.5.2	Emulgatorji.....	16
2.5.3	Encimi in slad	16
2.5.4	Topne prehranske vlaknine	17
2.5.5	Zames s kislim testom	17
2.5.6	Skladiščenje pekovskih izdelkov pri višjih temperaturah	17
2.5.7	Zmrzovanje pekovskih izdelkov	17
2.6	ENCIMI V PEKARSKI INDUSTRIJI	18
2.6.1	Amilaze	18
2.6.1.1	α -amilaze	19
2.6.1.2	β -amilaze	19
2.6.1.3	Amiloglukozidaze.....	19
2.6.2	Proteaze.....	19
2.6.3	Lipaze	20
2.6.4	Oksidoreduktaze	20
2.6.4.1	Oksidaze	20
2.6.4.2	Glukoza oksidaze.....	20
2.6.4.3	Heksoza oksidaze	21
2.6.4.4	Lipooksigenaze	21
2.6.5	Pentozanaze	21
2.6.6	Transglutaminaze	21
2.6.7	Izboljšanje kakovosti kruha s kombiniranjem encimov	21
2.7	METODE UGOTAVLJANJA STARANJA	22
2.7.1	Volumen kruha	22
2.7.2	Merjenje trdote sredice	23
3	MATERIAL IN METODE	24
3.1	MATERIAL	24
3.1.1	Surovine za testo	24
3.1.1.1	Moka.....	24
3.1.1.2	Kvas	24
3.1.1.3	Voda	24
3.1.1.4	Kuhinjska sol	24

3.1.1.5	Sladkor.....	25
3.1.1.6	Olje	25
3.1.1.7	Sladna moka	25
3.1.2	Zames testa	25
3.1.3	Fermentacija testa.....	25
3.1.4	Pečenje	25
3.2	METODE DELA	26
3.2.1	Tehnološki postopek priprave kruha.....	26
3.2.1.1	Recepti za pripravo belih pšeničnih kruhov	27
3.2.1.2	Priprava in peka testa.....	28
3.2.2	Instrumentalne metode.....	28
3.2.2.1	Analiza moke.....	28
3.2.2.2	Merjenje mase	28
3.2.2.3	Merjenje volumna in specifičnega volumna belih pšeničnih kruhov	29
3.2.2.4	Merjenje trdote sredice belih pšeničnih kruhov	29
3.3	STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV	30
4	REZULTATI	31
4.1	REZULTATI IZRAČUNOV IN INSTRUMENTALNIH ANALIZ IZDELKA ...	31
4.1.1	Volumen in specifičen volumen belih pšeničnih kruhov	31
4.1.2	Trdota sredice belih pšeničnih kruhov	35
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	41
5.1	RAZPRAVA	41
5.2	SKLEPI	43
6	POVZETEK	44
7	VIRI.....	45
ZAHVALA		
PRILOGE		

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Rezultati meritev volumna in mase obogatenih belih pšeničnih kruhov in kontrolnih vzorcev glede na vrsto in količino dodatka	31
Preglednica 2:	Izračunani specifični volumni obogatenih belih pšeničnih kruhov in kontrolnih vzorcev glede na vrsto in količino dodatka	32
Preglednica 3:	Specifičen volumen belih pšeničnih kruhov z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri	32
Preglednica 4:	Vpliv vrste in količina dodatka na specifičen volumen belega pšeničnega kruha (model 1, Duncanov test, $\alpha = 5\%$).....	33
Preglednica 5:	Rezultati meritev trdote sredice belih pšeničnih kruhov glede na vrsto in količino dodatka, 4 h, 28 h in 52 h po peki	36
Preglednica 6:	Rezultati merjenja trdote sredice belih pšeničnih kruhov z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri	37
Preglednica 7:	Viri variabilnosti in statistične značilnosti njihovega vpliva na trdoto sredice belih pšeničnih kruhov	37
Preglednica 8:	Vpliv vrste in količine dodatka na trdoto sredice belih pšeničnih kruhov (model 2, Duncanov test, $\alpha = 5\%$).....	38

KAZALO SLIK

Slika 1:	Močno povečana struktura testa (lepo vidna škrobna zrnca, ki so vpeta v beljakovinski matriks) (Hoseney, 1994).....	10
Slika 2:	Model staranja sredice kruha, ki prikazuje spremembe molekularnih struktur v škrobnih zrncih testa, svežega, starega in pogretega kruha (Bowles, 1996)	12
Slika 3:	Amiloza in amilopektin (Thomas in Atwell, 1999).....	13
Slika 4:	Del strukture amilopektina v škrobnem zrncu (Thomas in Atwell, 1999)	14
Slika 5:	Nabrekanje škrobnih zrnc z naraščajočo temperaturo (30 °C, 60 °C, 70 °C in 90 °C) (Thomas in Atwell, 1999)	15
Slika 6:	Shema priprave belega pšeničnega kruha z dodatkom sladne moke in kontrolnega vzorca.....	26
Slika 7:	Grafični prikaz vpliva vrste in količine dodatka na specifičen volumen belih pšeničnih kruhov.....	33
Slika 8:	Višina sredice vzorcev belega pšeničnega kruha, tj. kontrolnega vzorca kruha, kruha z dodatkom 0,5 %, 1,0 % in 2,0 % sladne moke Union	34
Slika 9:	Višina sredice vzorcev belega pšeničnega kruha, tj. kontrolnega vzorca kruha, kruha z dodatkom 0,5 %, 1,0 % in 2,0 % sladne moke Kolinska.....	35
Slika 10:	Trdote sredice belih pšeničnih kruhov (brez dodatka, z dodatkom sladne moke Union v različnih koncentracijah) v odvisnosti od dnevov	39
Slika 11:	Trdote sredice belih pšeničnih kruhov (brez dodatka, z dodatkom sladne moke Kolinska v različnih koncentracijah) v odvisnosti od dnevov	40

KAZALO PRILOG

PRILOGA A:	Rezultat kemijske analize moke
PRILOGA B:	Ekstenzograf
PRILOGA C:	Farinograf

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

AACC	American Association of Cereal Chemists
DSC metoda	Differential scanning colorimetry
KV	koeficient variabilnosti
max	maksimalna vrednost
min	minimalna vrednost
N	Newton
n	število obravnavanj
so	standardni odklon deviacije
T	tip moke
V	volumen
\bar{x}	povprečna vrednost

1 UVOD

Žita so pomemben del našega jedilnika. Taka, kot jih uživamo danes, so bila vzgojena iz različnih vrst trav. Čeprav je sama proizvodnja kruha stara že skoraj 6000 let, je ljudem šele pred 300 leti uspelo pri meljavi ločiti lusko od ostalega žitnega zrna in takrat se je poleg črne pojavila še bela moka. Bel kruh je bil merilo in odsev višje življenske ravni in blaginje (Goljat, 2004; Meyer, 1990; Zhou in Therdthai, 2006).

Kruh predstavlja osnovno živilo, ki se vsakodnevno pripravlja in uživa v številnih državah sveta. Danes dajemo večji pomen polnozrnatim in črnim kruhom, zaradi večje vsebnosti vlaknin, ki pozitivno vplivajo na zdravje človeka. V primerjavi z vrstami belega kruha ostanejo ti dlje časa sveži, ker se počasneje starajo. Da bi ustregli vsem zahtevam, so v pekarski industriji začeli dodajati različne dodatke, ki jih imenujemo pekarski aditivi (Goljat, 2004; Meyer, 1990; Zhou in Therdthai, 2006). Pripravki za obarvanje kruha so večinoma pripravljeni iz praženih žit, predvsem praženega slada. Za proizvodnjo slada se običajno uporablja ječmen, lahko pa tudi druga žita, na primer pšenica, rž in oves (Hough, 1991). Slad se uporablja za različne namene. Najpogosteje za proizvodnjo piva, lahko pa ga uporablja tudi za predelavo v sladno moko, tekoče ekstrakte, ekstrakte v prahu in sladne kosmiče. Ti produkti se uporablja v pekarstvu, slaščičarstvu, proizvodnji pijač in kosmičev (Malted ingredients, 2005).

V diplomske nalogi smo poskušali ugotoviti, če dodatek sladne vpliva na kakovost kruhov, predvsem na volumen in na staranje sredice kruha. Volumen pekovskih izdelkov je odvisen od kvalitete surovin, tehnološkega procesa, postopanja z izdelkom po peki in postopanja z njim v trgovini. Največji vpliv na volumen ima kakovost moke, in sicer vsebnost amilolitičnih encimov (Cauvain, 2003). Staranje kruha je izredno zapleten proces, ki zajema vse spremembe, ki se dogajajo v kruhu po peki. Spremembe se pojavijo tako v skorji kot tudi v sredici (Baik in Chinachoti, 2000).

1.1 NAMEN DELA

V diplomskem delu smo želeli ugotoviti vpliv različnih dodatkov sladne moke na hitrost staranja sredice in na volumen pšeničnega belega kruha. Poskus smo naredili s tremi različnimi dodatki sladne moke, in sicer 0,5 %, 1,0 % in 2,0 %. Uporabili smo dve vrste sladne moke: iz ječmena Pivovarne Union in iz že pripravljene sladne moke Droga Kolinska. Ječmen smo zmleli na Biotehniški fakulteti, in sicer na Katedri za tehnologijo rastlinskih živil. Za primerjavo smo spekli tudi kontrolni vzorec. Kakovost pečenih kruhov smo določali s pomočjo določanja specifičnega volumna in s pomočjo merjenja trdote sredice. Volumen in maso kruhov smo merili 3 ure po peki in nato izračunali specifični volumen, ki je tudi pokazatelj poroznosti sredice. Trdoto sredice smo merili 4 ure, 28 ur in 52 ur po peki in tako posredno določili hitrost staranja kruha.

2 PREGLED OBJAV

2.1 SESTAVINE TESTA

Kruh je izdelek, ki ga dobimo z mesenjem, vzhajanjem, oblikovanjem in pečenjem. Za to so razen moke potrebne še druge sestavine, ki jih delimo na: osnovne (moka, kvas, voda in sol), pomožne (mašcobe, sladkor, mleko in jajca), dodatke (mak, kumina, janež, citronska kislina in sadje) in aditive (za izboljšanje lepka, za preprečevanje kvarjenja, za povečanje svežine). Kruh spečemo iz osnovnih sestavin, pomožne sestavine pa uporabljamo, da izboljšamo kakovost kruha ali peciva. Dodatke uporabljamo, da dopolnimo okus izdelka, zaradi njih pa se ne sme spremeniti barva ali notranjost izdelka. Aditive uporabljajo predvsem v pekarnah. Namesto aditivov se v gospodinjstvih uporablja kislo testo, droži ali indirekten postopek priprave testa. Kruhu, ki mu je dodano kislo testo, dalj časa obdrži svežino (Renčelj in sod., 1993).

2.1.1 Moka

Večina pekovskih izdelkov je narejena iz pšenice. V pekarski industriji pšenična moka, voda, sol, kvas (in oziroma ostali mikroorganizmi), in pogosto tudi druge sestavine, tako kot mašcoba in sladkor, z mešanjem privedemo v viskoelastično testo, ki ga nato fermentiramo in končno spečemo. Pšenična moka vsebuje največ škroba, in sicer 70-75 %, vode vsebuje približno 14 %, beljakovin 10-12 %, topnih sladkorjev 2-3 %, mašcob 2 % in vlaknin ter mineralnih snovi 2-3 %. Taka sestava pšenične moke običajno zagotavlja kakovosten kruh (Goesaert in sod., 2005).

Med krušne vrste moke štejemo tiste, iz katerih lahko samostojno zamesimo testo in spečemo kruh. Pšenična bela moka je zmleta iz jedra žitnega zrna, ki vsebuje obilo škroba in beljakovine. Prav te omogočajo lepše oblikovanje testa in pri peki vsakokrat zagotovijo uspeh. Iz bele moke spečemo kruh z rahlo, mehko in prijetno sredico (Goljat, 2004). Pred uporabo moko presejemo, da odstranimo primesi in razbijemo grudice. S sejanjem moko prezračimo, da hitreje veže vodo in pospeši fermentacijo v testu (Renčelj in sod., 1993).

2.1.2 Kvas

Kvas je rahljalno sredstvo krušnega testa le pod določenimi pogoji (zrak, voda oziroma vlaga, hrana in toplota), ki omogočajo razmnoževanje kvasovk vrste *Saccharomyces cerevisiae*. Zrak dobijo kvasovke iz presejane moke. Pakirana moka v papirnatih vrečkah je presejana, nič pa ne škodi, če jo še enkrat presejemo. Vlago, ki je tudi potrebna za njihov razvoj, pridobijo iz tekočine, potrebno za pripravo testa. Hrane imajo kvasovke dovolj že v testu, če je v masi tudi malo sladkorja, to samo pospeši njihov razvoj. Toploto dodajamo kvasovkam prek zmesi v testu, posode, v kateri mesimo, prejemajo pa jo tudi iz okolja. Če je toplota preveč, se lepek v testu spremeni in se ne razteza več dobro. Tako se ustavi vzhajanje, v najboljšem primeru pa so pečeni izdelki iz takšnega testa suhi (Goljat, 2004).

Kvas je naprodaj v treh oblikah, ki se med seboj razlikujejo v vsebnosti vode, aktivnosti ter stabilnosti:

- KOMPRIMIRANI KVAS – najbolj aktivna oblika kvasa. Uporablja se v količinah od 2,5 do 8 % glede na moko. Vsebuje 28 – 32 % suhe snovi, ohlajen je na 2 – 6°C, Obstojen je 2 -4 tedne, globoko zmrznjen pa več mesecev.
- AKTIVNI SUHI KVAS – pridobivajo ga z liofilizacijo (postopek sušenja z zamrzovanjem). Nastali granulat se pakira v nepropustno embalažo, ponovno se aktivira z raztplavljanjem v vodi.
- INSTANT AKTIVNI SUHI KVAS – prednost te oblike kvasa je dobra topnost, ki omogoča dodajanje le-tega med sestavine zamesa testa brez predhodne rehidracije (Batič in Raspor, 1994).

Dodatek instant aktivnega suhega kvasa predstavlja zmanjšano uporabo v primerjavi s komprimiranim kvasom za 2/3 (Batič in Raspor, 1994).

Prisotnost kvasovk v testu povzroča alkoholno fermentacijo, pri kateri se iz fermentabilnih sladkorjev sproščajo etanol, ogljikov dioksid (CO_2) in energija (Batič in Raspor, 1994). Sproščanje plina v testu rahlja sredico in vpliva na volumen končnega izdelka. Ostale komponente, ki nastajajo pri procesu fermentacije pa vplivajo na aroma in okus pekovskih izdelkov (Lai in Lin, 2006).

2.1.3 Voda

Voda je pomembna sestavina testa, saj pospešuje nabrekanje in zaklejitev škroba. Optimalna količina vode se spreminja glede na vrsto in tip moke (Apling, 1993). Voda mora biti mikrobiološko neoporečna in čista (Eršte, 1994). Njeno kakovost se stalno nadzoruje. V vodi se topijo številni elementi. Trdoto vode določamo po vsebnosti Ca in Mg ter njunih soli (karbonati, sulfati). Za pripravo kvašenega testa je najbolj primerna voda srednje trdote. Mehka voda spremeni lastnosti lepka in poslabša lastnosti testa. Prisotni elementi ojačijo gluten, kar ima ugoden vpliv na reološke lastnosti moke. V vodi se raztopijo razne druge sestavine, npr. sol in sladkor. Med peko tekočina izpareva in rahlja testo. Pomembna je tudi temperatura vode, ki segreje testo in omogoči optimalno delovanje kvasovk (Apling, 1993).

2.1.4 Sol

Sol je v pekarstvu osnovna surovina, saj vpliva na okus, kakovost, prožnost in barvo skorje. Sol vpliva tudi na hitrost vzhajanja testa. Prevelika količina soli zavira razvoj kvasovk, premajhna pa pospešuje fermentacijo. Sol dobro vpliva tudi na lepek. Sol pred uporabo sezemo, raztopljam in je nikoli ne mešamo s kvasom (Renčelj in sod., 1993). Količino potrebne soli izračunamo glede na količino moke, dodamo jo od 1 do 2 %. Za dobre tehnološke lastnosti zadostuje 0,5 % soli (Eršte, 1994). Neslano testo hitro vzhaja, postaja raztegljivo, mehkejše, lepljivo in se slabo peče (Renčelj in sod., 1993).

2.1.5 Sladkor

Sladkorji predstavljajo hrano za kvasovke, saj med pretvarjanjem le tega sproščajo ogljikov dioksid in etanol in s tem omogočajo vzhajanje testa. Hkrati sladkorji oblikujejo barvo skorje zaradi karamelizacije in reakcije s prostimi amino skupinami aminokislin, peptidov in proteinov (Poglajen, 2000). Uporabljam kristalni sladkor, ki je bele barve, brez vonja in je sladkega okusa. Pri 20 °C se topi brez usedline. Pri pečenju sladkor spreminja svojo barvo, zato moramo paziti na temperaturo peči oziroma na čas pečenja. Sladkor pospešuje fermentacijo izdelkov, povečuje volumen, daje enakomerno poroznost in vpliva na barvo izdelka. Prevelika količina sladkorja vpliva na suho sredico kruha in zavira fermentacijo v testu. Močno sladkan izdelek se težje peče, se prehitroobarva, sredica pa je surova (ali pacasta). Dodajamo največ 15 dag sladkorja na 1 kg moke (Renčelj in sod., 1993).

2.1.6 Mleko

Mleko je poleg vode, najpomembnejša tekočina, ki se uporablja v pekarstvu saj vsebuje 88-91 % vode. Vpliva na izboljšanje arome, okusa ter poveča prehransko vrednost pekovskih izdelkov. Na tehnološke lastnosti ne vpliva (Lai in Lin, 2006). V pekarstvu večinoma uporabljamajo sveže kravje mleko ali mleko v prahu. Uporabljam mleko primerne barve, vonja in okusa (Renčelj in sod., 1993).

2.1.7 Jajca

Jajca kot emulgator vplivajo na volumen in teksturo. Zaradi dodatka jajc imajo izdelki višjo prehransko vrednost in lepšo barvo, kar je posledica sestave rumenjaka (Pyler, 1992). Pri pripravi pazimo na svežino jajc, vonj in okus. Zaradi preveč jajc postane testo težko, ovira fermentacijo testa, ki zato postane trše, izdelek pa suh in drobljiv (Renčelj in sod., 1993). V pekarstvu se uporabljamajo jajca v treh oblikah; sveža, zmrznjena in v prahu (Lai in Lin, 2006).

2.1.8 Maščoba

Maščoba vpliva na volumen izdelka, poroznost, enakomerno prožnost testa, izdelki so krhki in lepše barve. Maščoba ne sme vplivati na vonj in okus izdelka (Renčelj in sod., 1993). Kruhu se dodaja v koncentraciji 1-5 % (Poglajen, 2000). Najboljše rezultate dosežemo z dodatkom maščob, ki vsebujejo predvsem nasičene maščobne kisline (loj, margarine in šorteningi). Učinek na podaljšanje svežosti pripisujejo prisotnosti monogliceridov, ki se zaradi svojih polarnih lastnosti med pečenjem kruha vgrajujejo v helikse amiloze in tako preprečujejo oblikovanje dvojnih heliksnih struktur (Knightly, 1996).

2.1.9 Aditivi

Pekovskim izdelkom se lahko dodajajo aditivi v skladu s predpisom, ki ureja aditive za živila. Aditiv je vsaka snov, ki se običajno ne uporablja oziroma ne uživa kot živilo in ne predstavlja običajne, tipične sestavine živila, ne glede na to, ali ima hrnilno vrednost, se pa namensko dodaja živilu iz tehnoloških razlogov v proizvodnji, predelavi, pripravi, obdelavi, pakiranju, transportu, hrambi in se zato nahaja v živilu ali v stranskem proizvodu živila in s tem posredno ali neposredno postane sestavina živila (Pravilnik..., 2004).

Aditivi se pekovskim izdelkom dodajo v tehnološkem postopku proizvodnje, med pripravo, obdelavo, predelavo, oblikovanjem, pakiranjem, transportom in hranjenjem. Nekateri aditivi imajo naraven izvor, kot recimo vitamin C, β -karoten, arome, encimi itd., medtem ko so drugi aditivi sintetizirane kemične spojine s točno znano sestavo (Katalenič, 1998). Kljub temu, da mehanizem staranja kruha še ni popolnoma raziskan, se celotna pekarska industrija trudi ta proces čim bolj upočasnititi, in sicer z dodajanjem sestavin kot so encimi, slad, lipidi, emulgatorji, sladila in ostale kemične snovi (Lai in Lin, 2006).

2.2 JEČMEN

Ječmen je stara in dolgo znana poljščina. Ječmen so gojili v Egiptu že konec 5. tisočletja p.n.š. Med vsemi žiti je geografsko najbolj razširjen, saj odlično uspeva v južnih krajih, v primerjavi z drugimi žiti pa je dosti bolj odporen proti mrazu (Shaar, 2007).

2.2.1 Slad

Slad je kaljeno žito. Proizvodnja slada je kontrolirana kalitev žit, kateri sledi zaustavitev kalitve z uporabo povišane temperature in sušenja zrn. Pri tem se razvije primerna barva in aroma. Za proizvodnjo slada se običajno uporablja ječmen, lahko pa tudi druga žita, na primer pšenica, rž in oves. Bistvo je modifikacija škroba s pomočjo encimov, ki jih proizvaja kalček ob kalitvi. Pri tem se škrob razgrajuje v enostavnejše sladkorje (Hough, 1991).

2.2.2 Proces proizvodnje slada

- Presejana zrna enake velikosti najprej namakajo. Jedro zrna začne kaliti. V tem procesu se izmenjujeta dva postopka. Namakanje vodi in počivanje na zraku.
- Namakanju sledi kalitev. V procesu se razvijejo encimi, ki škrob spremenijo v hrano za novo rastlino (sladkor), ki začne kaliti. Sladu v tej stopnji rečemo zeleni slad. Sam proces pravočasno ustavijo z uporabo toplote.
- Kalitvi sledi sušenje. Ob uporabi povišane temperature in zračnega toka se zrno najprej osuši in tako se zaustavijo vsi procesi kalitve. Ta proizvod se imenuje slad. V tem procesu slad dobi tipično barvo in aroma (Hough, 1991).

2.2.3 Uporaba slada

Tako pripravljen slad se potem uporablja za različne namene. Najpogosteje za proizvodnjo piva, lahko pa ga uporabljajo tudi za predelavo v sladno moko, tekoče ekstrakte, ekstrakte v prahu in sladne kosmiče. Ti produkti se uporabljajo v pekarstvu, slaščičarstvu, proizvodnji pijač in kosmičev (Malted ingredients, 2005).

V pekarstvu se uporablja za izboljšanje arome, tekture in predvsem barve izdelkov. Uporabljajo jih najpogosteje pri polnozrnatih izdelkih. Ti dodatki se, zaradi encimov, ki jih vsebuje, uporabljajo tudi za transformacijo škroba v sladkor, ki je hrana kvasovkam. V zadnjem času je opazen velik porast uporabe teh dodatkov. So namreč naravnni produkti in zato med kupci zelo dobro sprejeti (Bread ingredients, 2005).

V proizvodnji slada so najpomembnejši hidrolitični encimi, ki se nahajajo v ječmenu in nastajajo pri kalitvi ječmena. Hidrolitični encimi so:

- citolitični encimi: razgrajujejo celične opne endosperma,
- proteolitični encimi: razgrajujejo beljakovine ječmena,
- amilolitični encimi: razgrajujejo škrob iz endosperma (Gaćeša, 1979).

2.3 POSTOPEK IZDELAVE PŠENIČNEGA KRUHA

Tehnološki proces proizvodnje kruha poteka v več stopnjah in vse so enako pomembne za kakovost končnega izdelka. Napaka v katerikoli stopnji lahko povzroča slabšo kakovost in napako končnega izdelka (Hrovat, 2000).

Izdelava testa in končnega izdelka ima več stopenj:

2.3.1 Mešanje surovin in zames testa

Med mešanjem se vse sestavine enakomerno razporedijo. Moka se enakomerno navlaži, lepek postane prožen in elastičen. Med mesenjem se testo tudi prezrači, kar omogoča hitrejše in učinkovitejše delovanje kvasovk. Z mešanjem sestavin začnejo potekati številni fizikalni in kemijski procesi. Ti so najbolj intenzivni na začetku mešanja. Delci moke vpijajo vodo in nabrekajo, se med seboj povežejo in tvorijo testo. Pomembno vlogo imajo netopne beljakovine, ki vežejo vodo. Nastane tridimenzionalna mreža beljakovin, v katero se vgrajujejo škrobna zrnca in zrak. Škrobna zrnca vežejo vodo in se lepijo. Voda se veže tudi na pentozane in celulozo. Kisik iz zraka vpliva na oksidacijske procese (tvorba disulfidnih mostov). Delovati začnejo proteolitični in amilolitični encimi in testo se zmehča. Med mesenjem se v testu zaradi trenja razvije toplota in testo se segreje (Hrovat, 2000).

2.3.2 Načini zamesa testa

Vrsta zamesa je odvisna od vrste izdelka, ki ga hočemo narediti in od načina izdelave (Hrovat, 2000).

2.3.2.1 Direktni način zamesa testa

Pri direktnem načinu zamesa, ki se najpogosteje uporablja pri proizvodnji belega kruha, dodamo starter kulturo (pekovsko kvasovko) sočasno z ostalimi surovinami, ki sestavljajo zames. Torej testo zamesimo iz moke, vode, soli in kvassa brez kvasnega nastavka, pri čemer izkoristimo samo rast kvasovk. V tako pripravljenem testu se pod vplivom kvasovk odvija proces fermentacije. Kvasovke med samo fermentacijo oziroma vzhajanjem proizvajajo CO₂, ki vpliva na teksturo kruha in etanol, pa tudi manjše količine višjih alkoholov, aldehidov ter ketonov, ki oblikujejo aroma kruha (Plestenjak, 2005).

Kruh, ki ga pripravimo po opisanem postopku, je dobre kakovosti, ima dober volumen, zunanji videz in strukturo sredice, česar ne moremo trditi za okus in aroma, tako sredice kot skorje (Yu-Yen in sod., 1997).

2.3.2.2 Indirektni način zamesa testa

Gre za posredni način zamesa testa, in sicer za dodatek kislega testa. Tu izkoristimo rast in razmnoževanje kvasovk. Priprava poteka v dveh fazah :

- V prvi fazi pripravimo kislo testo. V pripravljeni fermentor damo del moke, vode ter različno mikrobnou populacijo – različne seve mlečnokislinskih starter kultur in različne seve kvasovk.
- V drugi fazi pripravimo glavni zames iz preostalega dela moke in vode. Glavnemu zamesu dodajamo kislo testo v različnih količinah. Celoten proces vodimo pri točno določenih pogojih: čas, temperatura, količina starter kultur, odstotek vode, pH vrednost, kislinska stopnja (Zobel in Kulp, 1996).

Kruh, ki ga pripravimo po opisanem postopku ima boljšo aromo, vonj, okus in strukturo. Za pripravo testa je potreben daljši čas in bolj zahtevna tehnologija. Značilna je daljša obstojnost izdelkov (Batič, 1999).

2.3.3 Fermentacija (vzhajanje testa)

Po zamesu pustimo testo počivati, da fermentira. Vzhajanje testa poteka predvsem zaradi delovanja kvasovk, ki v testu povzročajo alkoholno fermentacijo ozziroma vrenje. Fermentacija testa se začne že ob zamesu, poteka najbolj intenzivno med obdelavo testa, konča pa se šele v prvi stopnji peke (Hrovat, 2000).

Kvasovke za svoje delovanje potrebujejo primerne pogoje, in to so ustrezna količina vode, primerna temperatura, pH-vrednost ter zadostna količina fermentabilnih sladkorjev in esencialnih elementov. Med fermentacijo kvasovke tvorijo ogljikov dioksid, etanol in druge alkohole ter kisline in estre, ki spremenijo pogoje v testu (Pyler, 1992).

Cilj fermentacije je, da testo privedemo do stanja z najboljšimi fizikalnimi lastnostmi in optimalnim razvojem plina pred deljenjem in pečenjem. Produkti fermentacije prispevajo vonj in aroma, tipično za kruh. Nastali plin je pomemben rahljalec kruha, ki ga naredi lažje prebavljanega (Auerman, 1988). Najbolj opazna sprememba testa je povečanje volumna, pri čemer dobi testo lahko luknjičavo strukturo (Hrovat, 2000).

Če testo takoj po zamesu razdelimo, oblikujemo in spečemo, dobimo kruh zelo slabe kvalitete. Preden damo testo v pečico mora poteći proces fermentacije. V praksi se testo iz mešalca preloži v pomaščeno korito, v katerem poteka fermentacija pod kontroliranimi pogoji (Brown, 1995).

2.3.4 Deljenje in okroglo oblikovanje kosov testa

Postopki oblikovanja testa so: deljenje, okrogljenje in dokončno oblikovanje. Z deljenjem pripravimo testo na oblikovanje, določimo velikost in obliko kosov. Med okrogljenjem postane površina testa gladka in okrogla. Deljenje je lahko ročno ali strojno. Delimo na osnovi mase ali volumna. Okrogla oblika je najbolj ustrezna za nadaljnje oblikovanje. Na testu nastane membrana, zaprejo se pore, ki so nastale med deljenjem. Prepreči se izguba plina, ki nastaja med fermentacijo. Hkrati testo zgradimo in izdelek dobi gladko površino in sijaj. Zaradi pritiska, ki nastane med deljenjem in okrogljenjem, se testo deformira. Da se spet vzpostavi tridimenzionalna mreža beljakovin, ki zadržuje nastale pline, mora testo nekaj časa počivati. Sledi dokončno oblikovanje, ki pa je odvisno od posameznega izdelka: okrogljenje koščkov testa, zavijanje, valjanje v dolžino, pritiskanje, pletenje, vijuganje (Hrovat, 2000).

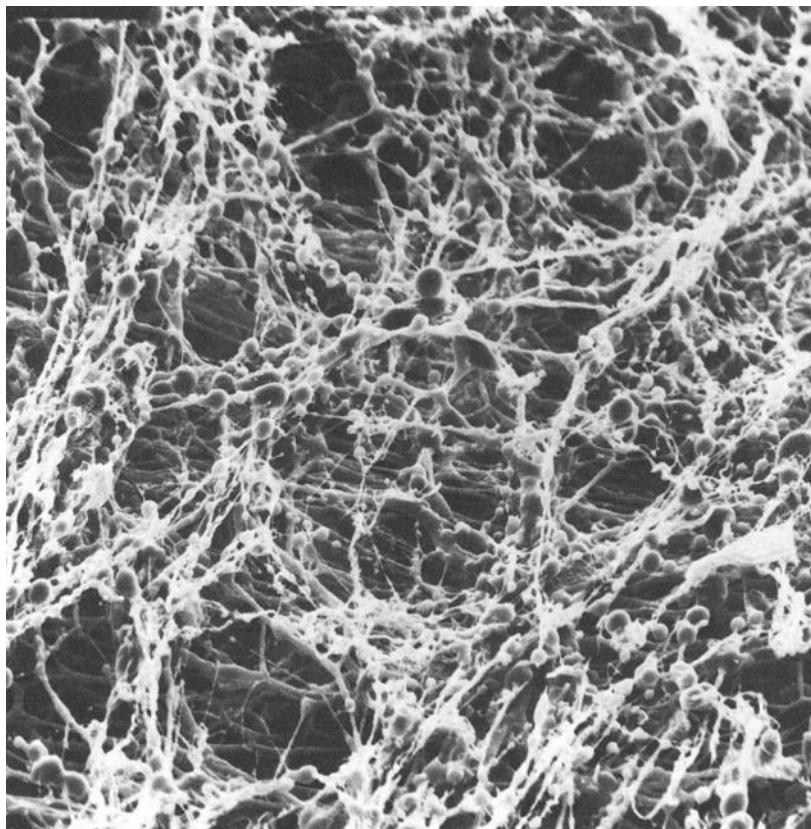
2.3.5 Peka testa

Peka je proces, pri katerem se v testu zaradi delovanja topote pojavi spremembe. Iz nestabilnega koloidnega sistema nastane trden izdelek z značilnim okusom in aromo. (Hrovat, 2000).

Glavne spremembe, ki se zgodijo med peko so:

- Prva opazna sprememba, ki nastane v začetku peke, je povečanje volumna testa, zaradi širitve plina in pospešene fermentacije kvasovk. V prvih 10-ih minutah se temperatura v porah začne zviševati zaradi delovanja kvasovk (temperatura okrog 52 °C jih uniči).
- Pri 50 °C propadejo kvasovke in mlečno kislinske bakterije testa.
- Volumen narašča do temperature 60 °C. Pri tej temperaturi pride do zaklejitve škroba in delovanja amilaznih encimov.
- Z višanjem temperature (okrog 72-75 °C) pride do denaturacije beljakovin in odpuščanja vode. Le to mora vezati želirani škrob, sicer dobimo moker kruh (Plestenjak, 2005).
- Pri nadalnjem povečevanju temperature se procesi intenzivirajo, tako da lahko škrobna zrnca tudi razpadajo (Plestenjak in Požrl, 2005).
- Ko je kruh pečen, je temperatura v notranosti štruce 95 °C (Plestenjak, 2005).
- Nastanek aromatičnih snovi in barve je posledica Maillardove reakcije. Medsebojna interakcija amino skupin in reducirajočih sladkorjev sproži nastanek Streckerjevih aldehydov, nosilcev arome, ter melanoidinov, odgovornih za rjav izgled skorje (Chang, 2006).

Da ne dobimo razpok med peko pred pečenjem naredimo križ oziroma zarezo v testo ali pa dodajamo paro med pečenjem (Plestenjak, 2005).



Slika 1: Močno povečana struktura testa (lepo vidna škrobna zrnca, ki so vpeta v beljakovinski matriks) (Hoseney, 1994)

2.3.6 Hlajenje in skladiščenje pečenih izdelkov

Hlajenje je pomemben del tehnološkega procesa proizvodnje kruha. Postopek hlajenja se izvaja pred pakiranjem izdelka, s čemer preprečimo kondenzacijo vodnih par ter morebitno kontaminacijo s plesnimi. Običajno poteka v prostorih za hlajenje, ki so opremljeni s sistemom za ventilacijo in klimatizacijo zraka. Kroženje zraka na perforiranih transportnih trakovih omogoči izhlapevanje vodne in alkoholne pare, topotni prenos ter ohranitev dobrih senzoričnih lastnosti (Brown, 1995).

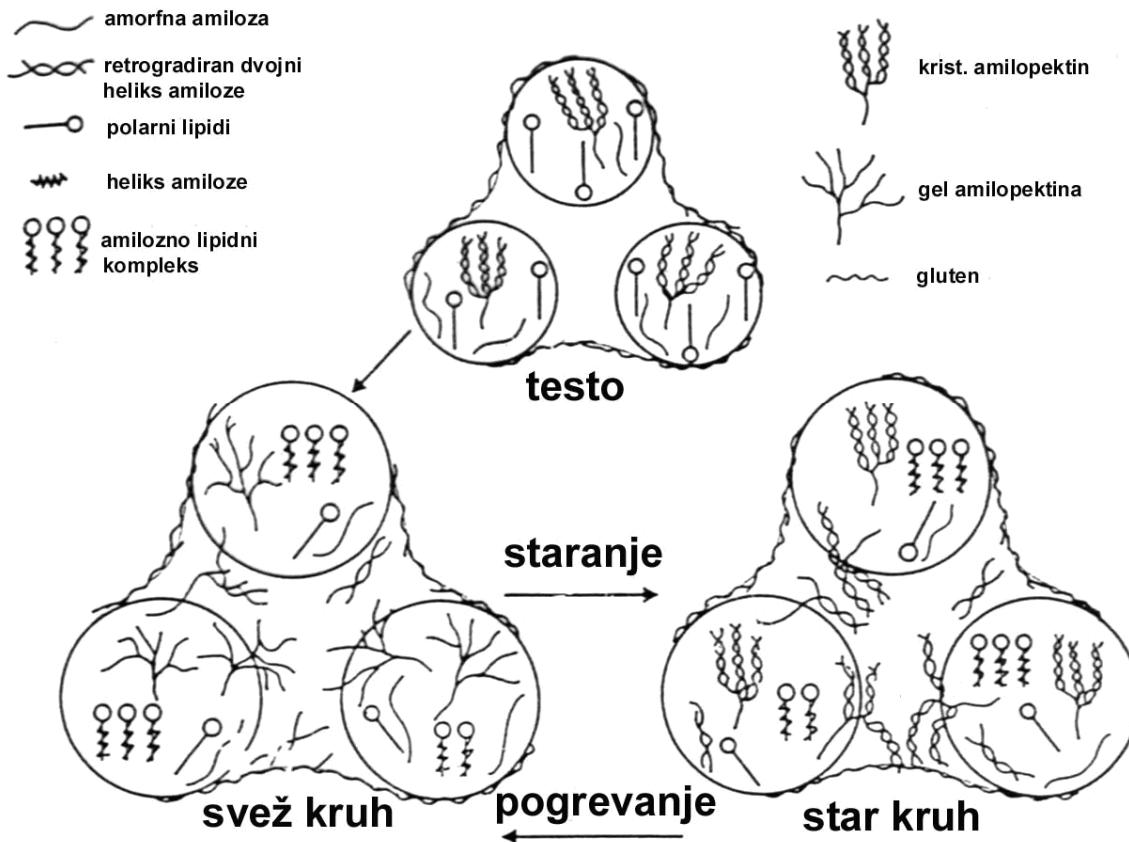
2.4 STARANJE KRUHA

Kruh štejemo za kratkotrajni izdelek, ki je senzorično najboljši nekaj ur po peki. Med skladiščenjem nastajajo številne kemijske in fizikalne ter mikrobiološke spremembe. Kemijske in fizikalne spremembe povzročajo staranje kruha (Hrovat, 2000).

Tako po peki se začne proces ohlajanja in staranja kruha. Gre za proces, ki je obraten od želiranja in mu pravimo retrogradacija škroba (Lionetto in sod., 2006). Gre za proces, pri katerem se molekule škroba ponovno povežejo v urejeno strukturo. Torej molekule amiloze in amilopektina se začnejo ponovno združevati v helikse in nastopi ponovna kristaliničnost (Zobel in Kulp, 1996). Retrogradacija amiloznih molekul je zelo hitra in je končana še preden je kruh ohlajen. Retrogradacija amilopektina pa poteka počasi (več dni). Poudariti je treba, da procesi retrogradacije škroba niso povezani z izgubo vode zaradi sušenja. Potekajo tudi v pakiranem kruhu (Plestenjak in Požrl, 2005).

Spremembe se pojavijo tako v skorji kot tudi v sredici. Staranje skorje je posledica difuzije vode iz sredice (okoli 40 % vode), v skorjo (od 1 do 3 % vode) ali absorpcije vode iz atmosfere pri povišani relativni vlagi (Baik in Chinachoti, 2000). V skorji se poveča vsebnost vode in posledično se spreminja njena konsistenco. Krhka, hrustljava skorja, ki je značilna za sveže pečen kruh, prehaja v usnjato in žilavo konsistenco. Ta sprememba, ki je povezana s steklastim prehodom amorfnih snovi, poteče že pri minimalnem povečanju vsebnosti vode (nekaj odstotkov) (Plestenjak in Požrl, 2005).

Staranje sredice pa je veliko bolj kompleksen proces, pri katerem prehaja nežna, gladka, topna sredica v trdo, grobo in drobljivo. Do tega pojava pride zaradi sprememb v strukturnih interakcijah škrobnih molekul amiloze in amilopektina (Zobel in Kulp, 1996). Poglavitven proces odigra rekristalizacija amilopektina, ki se začne takoj po peki, nadaljnji procesi pa so zelo odvisni od temperature, saj pri nižji temperaturi potekajo hitreje (Cenčič, 1997).



Slika 2: Model staranja sredice kruha, ki prikazuje spremembe molekularnih struktur v škrabnih zrcih testa, svežega, starega in pogretega kruha (Bowles, 1996)

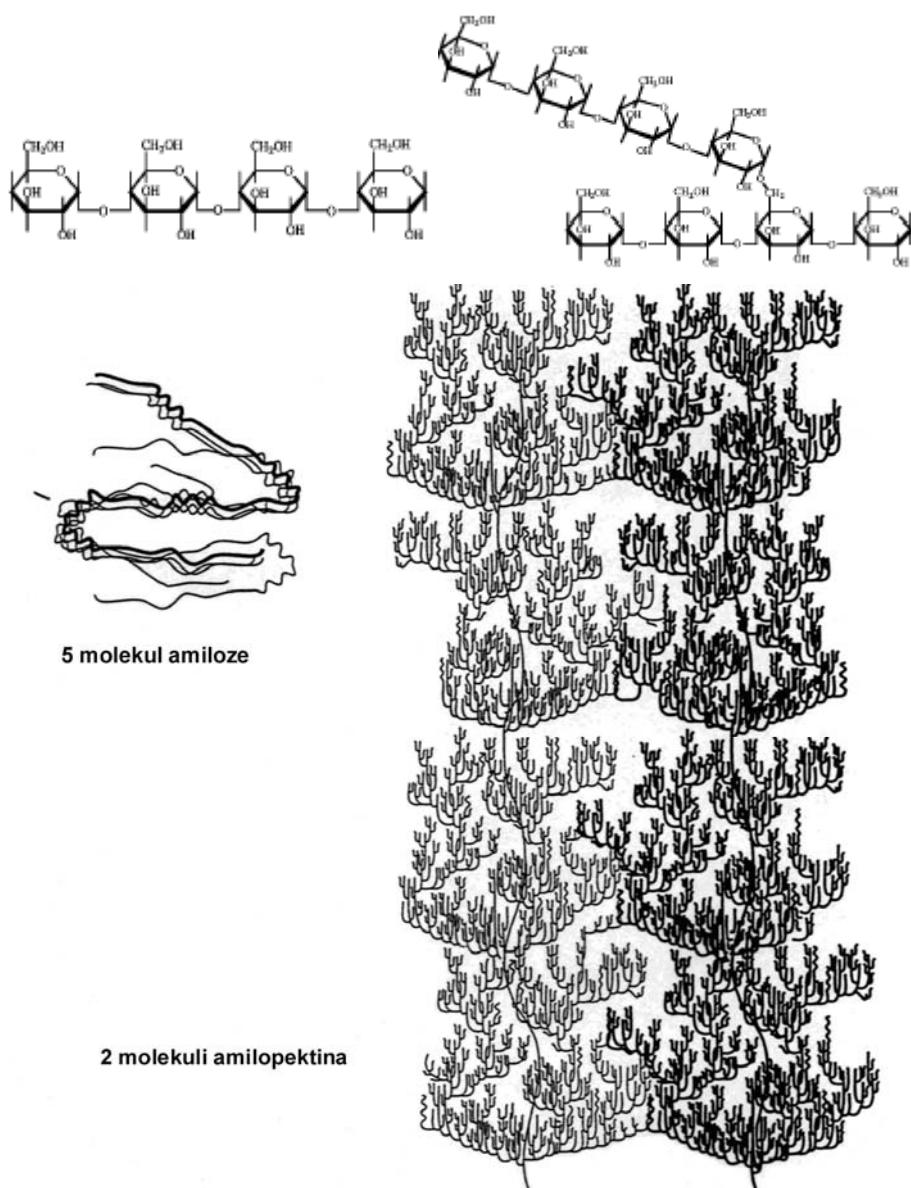
Iz modela so lepo razvidne molekule polarnih lipidov, ki so sestavni del škrabnih zrn (0,5-1%), ki se po zaklejitvi vgradijo v nastale helikse amiloze in preprečujejo nastanek dvojnih heliksnih struktur amiloze. Prav tako so lepo razvidne amorfne strukture amilopektina v svežem kruhu kot kristalinične oblike dvojnih heliksov amiloze in končnih verig amilopektina. Ravno nastajanje dvojnih heliksnih struktur pri ohlajeni sredici je najpomembnejši razlog staranja sredice (Plestenjak in Požrl, 2005).

2.4.1 Škrob

Škrob je najbolj pomemben polisaharid v žitu in predstavlja 70-80 % pšeničnega zrna (Goesaert in sod., 2006). Je polimer glukoze, povezane med sabo z glikozidnimi vezmi. Te vezi so stabilne pri visokem pH, pri nizkem pH pa hidrolizirajo. Na koncu polimerne verige je aldehidna skupina, ki ji pravimo reducirajoči konec molekule (Van der Maarel in sod., 2002).

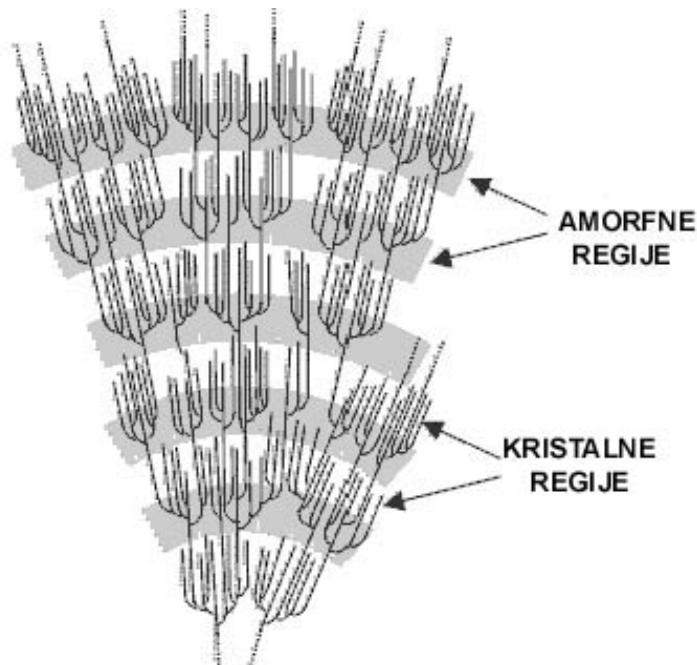
2.4.2 Amiloza in amilopektin

Škrob je sestavljen je iz dveh makromolekul, amiloze (25-28 %) in amilopektina (72-75 %). Monomerji amiloze so povezani z α -1,4 glikozidnimi vezmi, monomerji amilopektina pa takoj, le da so na delih razvejitvah povezani z α -1,6 glikozidnimi vezmi (Cornell, 2003). Makromolekula amiloze vsebuje 1000-2000 glukoznih enot in predstavlja linearno verigo (Belitz in Grosch, 1999). Amiloza je v obliki toge levo sučne enojne vijačnice ali pa tvori še bolj togo levo sučno dvojno vijačnico. Vodikove vezi med vijačnicama dajejo strukturi amiloze hidrofoben značaj in slabo topnost. Amilopektin ima radialno obliko, kjer se izmenjujejo amorfne in kristalne strukture. Tudi amilopektin tvori dvojno vijačnico (Parker in Ring, 2001; Thomas in Atwell, 1999).



Slika 3: Amiloza in amilopektin (Thomas in Atwell, 1999)

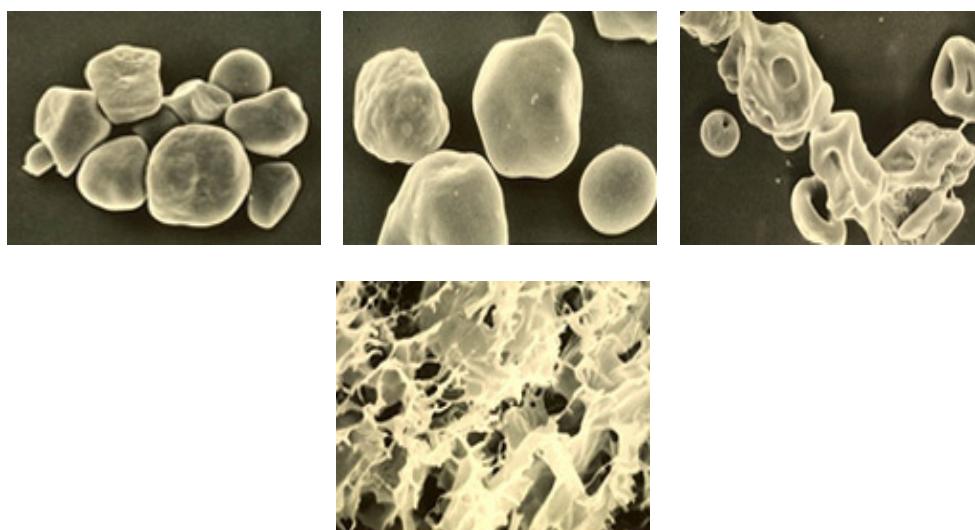
Molekule amiloze in amilopektina so v škrobnih zrncih organizirane v kristaliničnih strukturah, v katerih se izmenjujejo amorfne in kristalne cone (Parker in Ring, 2001; Thomas in Atwell, 1999).



Slika 4: Del strukture amilopektina v škrobnem zrncu (Thomas in Atwell, 1999)

2.4.3 Želiranje škroba

Naravni škrob je zaradi vodikovih vezi, ki se tvorijo med hidroksilnimi skupinami v škrobnem polimeru, netopen v hladni vodi. Pod polarizacijsko svetlobo je v škrobnem zrnu vidna posebna oblika, ki jo imenujejo malteški križ. Škrob s tako obliko ima visoko stopnjo urejenosti. V škrobu se med termično obdelavo ob prisotnosti vode pojavijo spremembe. Prva sprememba je izguba malteškega križa. Z naraščanjem temperature se vodikove vezi med škrobnimi molekulami pretrgajo, kar omogoča vsrkavanje vode, ki je prisotna v testu in nato zrna nabreknejo, majhna količina škroba pa steče v medgranularno fazo. Škrobna zrna, ki so delno kristalna, se pretvorijo v amorfno, topno obliko in tvorijo gel. Med procesom želiranja se iz škrobnih zrn izlužuje amiloza (Hoseney, 1994; Hug-Iten in sod., 1999; Zobel in Kulp, 1996).



Slika 5: Nabrekanje škrobnih zrnc z naraščajočo temperaturo (30 °C, 60 °C, 70 °C in 90 °C) (Thomas in Atwell, 1999)

2.4.4 Beljakovine

Beljakovine so sestavljene iz velikega števila aminokislin, ki se povezujejo med seboj s peptidnimi vezmi (-CO-NH-), lahko pa tudi z disulfidnimi mostički (-S-S-). Testo je bolj elastično, če se tvori več teh vezi (Cornell, 2003; Kamel in Ponte, 1995).

V pšenici imamo dve vrsti proteinov, in sicer glutenske beljakovine, ki močno vplivajo na proizvodnjo in kakovost kruha in neglutenske beljakovine, ki nimajo pomembne vloge pri pripravi in kakovosti kruha (Goesaert in sod., 2006).

Gluten predstavlja približno 80-85 % vseh pšeničnih proteinov. Je v vodi netopen in je odgovoren za viskoznost testa, sposobnost zadrževanja plina med fermentacijo, delno pa tudi pri formirjanju samega testa med peko. Poznamo dve funkcionalni skupini glutena, in sicer monomerne molekule gliadin in polimerne molekule glutenina (Goesaert in sod., 2005; Bushuk in Thachuk, 1991). Gliadini dajejo testu viskozne lastnosti in omogočajo raztegljivost, glutenini pa elastičnost. Gliadin in glutenin v vodi nabrekata, jo vežeta ter tvorita gluten ali lepek, ki daje pšeničnemu testu strukturo in ima odločilen pomen za pecilne lastnosti. Med gnetenjem in raztegovanjem beljakovinskih molekul se lahko pretrgajo disulfidni mostovi, s katerimi so beljakovine povezane. Ob nadalnjem gnetenju pa se gliadin in glutenin zopet približata in tvorita nove disulfidne mostove, s tem pa nastane nova beljakovina, ki se imenuje gluten ali lepek (Hoseney, 1994).

Albumini in globulini so topne beljakovine, v katerih se nahaja večina encimov. Čim več je topnih beljakovin, tem manj je lepka in slabše je testo. Kakovost lepka je odvisna od razmerja med gliadinom in gluteninom. Lastnosti lepka se prenesejo na testo, lastnosti testa pa na kakovost kruha (Hoseney, 1994; Knez, 1974).

2.5 PREPREČEVANJE STARANJA KRUHA

Dodatki in postopki, ki se uporabljajo za ohranjanje svežosti sredice so dodatki: maščob, emulgatorjev, encimov in slada, topnih vlaknin, zames s kislim testom, skladiščenje pekovskih izdelkov pri višjih temperaturah in zmrzovanje pekovskih izdelkov.

2.5.1 Maščobe

Dodatek maščob pekovskim izdelkom je tradicionalna metoda izboljšanja kakovosti izdelka in lastnosti sredice (Plestenjak in Požrl, 2005). Dodatek maščob omogoča, da se v sredici razvije boljša poroznost, da je prožna in sočna, skorja pa hrustjava in krhka. Enakomerno porazdeljena maščoba upočasni retrogradacijo škroba, zato se kruh počasneje izsušuje in tako ostaja dlje časa svež. Tudi barva kruha, v katerega smo dodali maščobo, je lepša, volumen je bolj pravilen, kruh pa ima bolj poln in sočen okus (Knightly, 1996). Učinek izboljšanja je opazen že ob dodatku 2 % maščob. Najboljše rezultate dosežemo z dodatkom maščob, ki vsebujejo predvsem nasičene maščobne kisline (loj, margarine in šorteningi). Učinek na podaljšanje svežosti pripisujejo prisotnosti monogliceridov, ki se zaradi svojih polarnih lastnosti med pečenjem kruha vgrajujejo v helikse amiloze in tako preprečujejo oblikovanje dvojnih heliksnih struktur (Plestenjak in Požrl, 2005).

2.5.2 Emulgatorji

Emulgatorji, ki danes prevladujejo v pekarski industriji, so mono- in diglyceridi jedilnih maščobnih kislin, in sicer so estri glicerola in maščobnih kislin (Kamel in Ponte, 1995). Najpogosteje se uporabljajo glicerol monostearat, glicerol monopalmitat, etoksiliran monoglycerid in drugi (Plestenjak in Požrl, 2005). Kot polarne molekule s hidrofilnim in hidrofobnim delom se vgrajujejo v helikse amiloze in verjetno tudi v razvejane dele amilopektina ter tako upočasnijo proces retrogradacije škroba (Heflich, 1996).

2.5.3 Encimi in slad

Uporaba encimov je za enkrat omejena na dodatek slada in α -amilolitičnih encimov, ki jih pridobivajo iz plesni in bakterij. Proses retrogradacije škroba zavirajo, tako da cepijo končne verige škrobni molekul, ki so podvržene retrogradaciji. Prevelika amilozna aktivnost ni zaželjena, saj lahko povzroči enak učinek kot moka s preveliko encimsko aktivnostjo. Seveda moramo pri uporabi encimov paziti na njihovo termostabilnost. Nekateri encimi (bakterijski) so lahko aktivni tudi po peki kruha in tako povzročijo mokro sredico (Heflich, 1996). Veliko raziskav se ukvarja tudi z uporabo drugih vrst encimov (lipaz, lipoksigenaz, hemicelulaz...), vendar njihova uporaba še ni preizkušena v praksi (Plestenjak in Požrl, 2005).

2.5.4 Topne prehranske vlaknine

Topne vlaknine imajo močne želirne lastnosti, ki vežejo vodo še pred zaklejitvijo škroba in na ta način motijo kasnejšo retrogradacijo (Heflich, 1996).

2.5.5 Zames s kislim testom

Način zamesa s kislim testom je ena izmed najstarejših pekarskih tehnologij, s katero izdelujemo pekovske izdelke s podaljšano mikrobiološko in senzorično trajnostjo. Pri taki tehnologiji proizvajalci uporabljajo predvsem rodove kvasovk in mlečnokislinskih bakterij. Prisotnost kvasovk pri sami fermentaciji kislih test omogoči dobro vzhajanje testa in vplivajo tudi na aroma in teksturom testa s svojimi metabolnimi produkti. Kvasovke ob prisotnosti mlečnokislinskih bakterij producirajo veliko več aromatičnih komponent kot v testu, kjer mlečnokislinskih bakterij ni prisotnih (Batič, 1999; Hansen in sod., 1993; Damiani in sod., 1996). Kislo testo, ki vsebuje produkte fermentacije mlečnokislinskih bakterij ima tehnološke prednosti, in sicer obdelava testa je lažja, testo je bolj raztegljivo in manj lepljivo, deljenje testa pa je lažje (Česen, 2001). Kislo testo vpliva tudi na razvoj CO_2 , ki nastaja s fermentacijo kvasovk v kislem testu in rahlja testo ter nastajanje aromatičnih sestavin, ki se sproščajo med peko. Produkti presnove mikroorganizmov podaljšajo obstojnost in upočasnijo staranje izdelka. Zaklejitev škroba poteka dlje časa in s tem je retrogradacija počasnejša (Schünemann in Treu, 1999).

2.5.6 Skladiščenje pekovskih izdelkov pri višjih temperaturah

Kruh, ki ga shranjujemo pri temperaturi nad 55 °C, se ne stara, ker preprečimo retrogradacijo škroba. Pri višji temperaturi se sicer nekoliko poveča trdota, kar je povezano s čvrstejšim povezovanjem beljakovin v sredici zaradi prehajanja vlage od beljakovin k škrobu. Skladiščenje pri visoki temperaturi je neekonomično (Hrovat, 2000). Proces retrogradacije škroba v sredici pekovskih izdelkov poteka najhitreje pri temperaturah okrog 0 °C, zato je priporočljivo hranjenje kruha pri temperaturi 20-25 °C. Višja temperatura je sicer učinkovitejša, vendar obstaja nevarnost mikrobiološkega kvara oziroma izsušitve kruha (Plestenjak, 2005).

2.5.7 Zmrzovanje pekovskih izdelkov

Zmrzovanje pekovskih izdelkov pri temperaturah nižjih od – 18 °C popolnoma ustavi retrogradacijo škroba. Vendar med zamrzovanjem in tajanjem izdelek prehaja skozi temperturni interval, kjer je staranje najhitrejše. Temperaturo zamrzovanja in tajanja bi morali doseči čim hitreje, kar pa je težko, ker ima kruh slabo toplotno prevodnost (Hrovat, 2000).

2.6 ENCIMI V PEKARSKI INDUSTRIJI

Že tisočletja človek uporablja pšenico in ostala žita za izdelavo kruha s pomočjo encimov, ki so prisotni v samih žitih in v moki prisotnih mikroorganizmov. Dodajanje eksogenih encimov se je začelo mnogo kasneje in tako so v praksi začeli uporabljati ječmenov slad za optimiziranje amilognega nivoja v moki in za izboljšanje pekovskih izdelkov. Kasneje so encimi iz gliv nadomestili encime iz slada. Danes se encimi uporabljajo v pekarski industriji za izboljšanje pekarskega postopka in tudi za povišanje encimske aktivnosti v moki in za izboljšanje kakovosti kruha. Uporabljajo se različne hidrolaze, oksidoreduktaze, lipaze, glukoza oksidaze in lipooksigenaze (Godfrey, 2003).

Uporaba encimov v pekarstvu izboljša postopek izdelave pekovskega izdelka in izboljša kvakovost moke in testa ter posledično kruha (Goesaert in sod., 2006). Prisotnost encimov v moki je povezana s postopkom hranjenja žit in moke. Neprimerno hranjene moke imajo spremenjene lastnosti in so lahko neprimerne za uporabo. Vendar je proces mogoče voditi v željeno smer s kontroliranim dodatkom proteaz in amilaz. Najpogosteje se uporablja zmes encimov, dobljenih iz plesni *Aspergillus oryzae* in *Aspergillus niger*. S preoblikovanjem molekule glutena je mogoče spremeniti reološke karakteristike testa, saj razgradnja določenih vezi omogoča rahljanje strukture lepka (Dam in Hille, 1992).

Encimi so proteini, ki so naravno prisotni v vseh živih celicah. Njihova funkcija je kataliziranje naravnih kemičnih reakcij. So močno selektivni. Vsak encim katalizira samo eno specifično reakcijo. Pri razvoju testa in vzhajanju lahko sodeluje več encimov (Poglajen, 2000). Če je prenizka encimska aktivnost, dodamo ekstrakte slada, amilaze ali uporabimo kislo testo (Plestenjak, 2005).

2.6.1 Amilaze

Amilaze so ene izmed prvih encimov, ki so jih uporabljali v pekarski industriji in se jih še vedno dodaja v moko (Goesaert in sod., 2006). Glede na spremenljive naravne pogoje med rastjo in predelavo, vsebuje pšenična moka zelo spremenljivo količino amilaz. Te pa so za kakovost izdelkov izrednega pomena. Tako so sprva za izboljšavo pecilnih sposobnosti pšenični in rženi moki dodajali ječmenovo in pšenično sladno moko. Za uravnavanje encimske vsebnosti ju uporabljajo tudi še danes. Amilaze razgrajujejo škrob do fermentabilnih sladkorjev in s tem izboljšajo fermentacijo (Kulp, 1995). Kvasovke imajo na voljo več hrane in proizvedejo več ogljikovega dioksida. Tvori se več aromatičnih snovi, skoraj kruha se intenzivnejeobarva (Kovač in Raspot, 1994).

Amilaze iz plesni so najmanj topotno stabilne, sledijo jim žitne amilaze, najbolj stabilne pa so bakterijske amilaze. Glede na to, da je večina amilaz iz plesni uničena med peko, je njihovo delovanje omejeno predvsem na poškodovan škrob v moki. Tudi žitne amilaze ne preživijo pečenja, lahko pa delujejo v začetnih fazah pečenja. Bakterijske α -amilaze so najbolj stabilne in nekatere ostanejo aktivne tudi po peki kruha. Le te lahko med shranjevanjem kruha povzročijo nastanek mokre sredice (Zobel in Kulp, 1996).

2.6.1.1 α -amilaze

Sodijo med endoamilaze, ki cepijo α -1,4 vezi, in sicer tiste, ki so v notranjosti amilozne in amilopektinske molekule. Končni produkti so oligosaharidi z različnimi dolžinami verig. Lahko razgradijo tudi nepoškodovana škrobna zrnca, če imajo na voljo dovolj časa. Razširjena je med rastlinami, živalmi in mikroorganizmi (Van der Maarel in sod., 2002). α -amilaze zmanjšajo elastičnost in trdoto sredice (Caballero in sod., 2007).

2.6.1.2 β -amilaze

Vsebujejo jih samo rastline (ječmen, pšenica, itn.). Razgradijo le škrob iz poškodovanih škrobnih zrnc. Le te cepijo zunanje α -1,4 vezi in ne α -1,6 vezi v amilozi in amilopektinu. Njihov končni produkt sta lahko le glukoza ali maltoza (Van der Maarel in sod., 2002).

2.6.1.3 Amiloglukozidaze

Povečajo nivo fermentabilnih sladkorjev in podpirajo kvasno fermentacijo. Čedalje več se uporablja za zmanjšanje količine dodanega sladkorja in za izboljšanje barve. Za popolno razgradnjo škroba do sladkorjev mora v suspenziji biti prisotna amilo-1,6-glukozidaza, ki razcepi razvejano makromolekulo amilopektina na mestih razvejitve in tako preskrbi ravne verige, ki jih nato β -amilaza razcepi do di- oziroma monosaharidov. V prisotnosti amilo-1,6-glukozidaze se razgrajujejo tudi dekstrini (Van der Maarel in sod., 2002; Bowles, 1996).

2.6.2 Proteaze

Proteaze katalizirajo hidrolizo peptidnih vezi v proteinih. Ti encimi se pridobivajo iz plesni, bakterij in žit. Proteaze lahko molekule proteinov napadejo od znotraj ali pa verigo cepijo na zunanjji strani molekule. Ta razlika je pomembna zaradi izbire primernega encima. Endo-aktivne encime uporabimo, če želimo skrajšati čas mešanja. Ekso-encimi vplivajo na reološke lastnosti testa, in sicer cepijo končne amino kisline peptidnih verig, le te pa vstopajo v Maillardovo reakcijo in s tem vplivajo na barvo, vonj in okus končnega izdelka (Mathewson, 1998; Kulp, 1995; Goesaert in sod., 2005). Uporaba proteaz vodi do boljše oblike in večjega specifičnega volumna (Caballero in sod., 2007).

2.6.3 Lipaze

Lipaze hidrolizirajo estersko vez acilglicerolov ob proizvodnji mono- in diacilglicerolov ter prostih maščobnih kislin (Mathewson, 1998). Dodatek lipaz poveča volumen in izboljša svežino in trajnost kruha (Goesaert in sod., 2006). Hidroliza triacilglicerolov zmanjša raven nativnih nepolarnih lipidov v moki in poveča nivo molekul v emulziji, kar poveča stabilnost. Z analizo biokemijskih sprememb so ugotovili, da se z eksogenimi lipazami izboljša glutenska mreža (Castello in sod., 2000). Lipazna aktivnost poveča intenziteto oksidacijskih reakcij med mešanjem in spremeniti interakcije med lipidi in glutenskimi beljakovinami ter izboljša interakcije med gluteninom in gliadinom (Goesaert in sod., 2006).

2.6.4 Oksidoreduktaze

Oksidoreduktaze spadajo v družino encimov, ki katalizirajo oksidoreduktične reakcije. Nekaj oksidaz, tako kot glukoza in heksoza oksidaza, lipooksigenaza in peroksidaza imajo pomemben učinek v izdelavi kruha. Učinek teh encimov ni popolnoma razumljiv (Nicolas in Ponus, 2000; Wieser, 2003).

2.6.4.1 Oksidaze

Oksidaze s svojim oksidativnim delovanjem vplivajo na proteine v testu. Oksidacija povzroči tvorbo disulfidnih vezi med dvema cisteinskima ostankoma, ki sta priležna v proteinskem matriksu. Nastanejo tudi ditirozinske vezi posledica česar so kovalentne povezave med proteini. Ta reakcija povzroči nastanek mreže proteinov s spremenjeno viskoelastičnostjo in strukturnimi lastnostmi, ki omogočajo lažjo obdelavo testa. Uporabo encimov, namesto kemičnih oksidantov, je velik napredok v prehrambeni industriji, saj so obravnavani kot naravni in netoksični dodatki. Zaradi tega se vse pogosteje uporabljajo tudi v pekarstvu. Delujejo lahko v blagih pogojih pH-vrednosti in temperature (Bonet in sod., 2006).

2.6.4.2 Glukoza oksidaze

Glukoza oksidaza katalizira pretvorbo glukoze in kisika v glukonolakton in vodikov peroksid (H_2O_2). Glukoza oksidaza poveča testu žilavost in izboljša kruhu volumen in strukturo sredice (Goesaert in sod., 2006). Sredica postane bolj elastična in povezana (Caballero in sod., 2007). Prevelika koncentracija glukoza oksidaze zmanjša volumen kruha, verjetno zaradi prevelike žilavosti testa (Mitani in sod., 2003).

2.6.4.3 Heksoza oksidaze

Heksoza oksidaza katalizira podobne reakcije kot glukoza oksidaza, vendar lahko pretvori nekaj mono- in oligosaharidov v laktone (Goesaert in sod., 2006).

Vpliv glukoza in heksoza oksidaze v izdelavi kruha je verjetno enak. Najverjetnejše je funkcionalnost glukoza in heksoza oksidaze povezana s produkcijo vodikovega peroksidu. Oksidacija proste tiolne skupine z vodikovim peroksidom vpliva na tvorbo disulfidnih mostov med glutenskimi proteini (Goesaert in sod., 2006).

2.6.4.4 Lipooksigenaze

Lipooksigenaze oksidirajo lipide oziroma maščobne kisline. Pomembne so, ker sodelujejo pri oksidaciji barvil, ki jih vsebuje moka (karoten). Dodajamo sojino moko, ki vsebuje lipooksigenaze (Plestenjak, 2005). Dodajanje lipooksigenaz izboljša testu reološke lastnosti in poveča volumen kruha. Imamo dva tipa lipooksigenaz, in sicer tip 1 deluje zgolj na proste maščobne kisline in proste radikale, tip 2 pa ima nižjo reaktivnost in je sposoben reagirati z di- in triacilgliceroli. V proizvodnji kruha se lipooksigenaze dodajajo za povečanje beline kruha (Goesaert in sod., 2006).

2.6.5 Pentozanaze

Najpomembnejša funkcija teh encimov je vpliv na absorpcijo in mehkobo testa. Razgradnja pentozanov zmanjša absorpcijo vode v testu z zmanjšanjem števila vodikovih vezi. To povzroči bolj mehko, vendar ne lepljivo testo, ki se lažje obdeluje (Kulp, 1995).

2.6.6 Transglutaminaze

Transglutaminaze v proizvodnji kruha izboljšajo volumen kruha, strukturo sredice ter povečajo absorpcijo vode. Povečajo testu žilavost in stabilnost ter zmanjšajo raztegljivost. Transglutaminaze lahko spremenijo kovalentne vezi med glutenskimi proteini. V proizvodnji zamrznjenega testa transglutaminazna aktivnost poveča stabilnost glutenske mreže. Ostale potencialne aplikacije vključujejo produkcijo kruha z večjo vsebnostjo vlaknin in rženega kruha ter brezglutenskih izdelkov, kjer transglutaminazna aktivnost lahko pomembno izboljša proteinsko mrežo (Goesaert in sod., 2006).

2.6.7 Izboljšanje kakovosti kruha s kombiniranjem encimov

Encima amilaza in proteaza se uporabita, da dobimo mehko sredico, dodatek transglutaminaze zmanjša trdoto, lepljivost in žvečljivost kruha (Primo-Martín in sod., 2003). Transglutaminaze in proteaze kažejo pomemben sinergističen učinek na razmerje med širino in višino ter specifičnim volumnom kruhov (Caballero in sod., 2007).

Kombinacija amilaze in proteaze vodi v pomembno izboljšanje oblike kruha, čeprav poveča razmerje med širino in višino kruha. Glukoza oksidaza in proteaza skupaj delujeta sinergistično in izboljšata specifičen volumen in razmerje med širino in višino kruha. Dodatek transglutaminaze poveča trdoto kruha, žvečljivost in lepljivost. Vsi encimi, razen glukoza oksidaze, kažejo pomembne medsebojne učinke z transglutaminazo (Caballero in sod., 2007).

2.7 METODE UGOTAVLJANJA STARANJA

2.7.1 Volumen kruha

Volumen pekovskih izdelkov je odvisen od kakovosti surovin, tehnološkega procesa, postopanja z izdelkom po peki in postopanja z njim v trgovini. Največji vpliv na volumen ima kakovost moke. Majhen volumen kruha je posledica premajhne ali prevelike vsebnosti amilolitičnih encimov ter zmanjšane količine fermentabilnih sladkorjev, zaradi česar je zmanjšano sproščanje plinov. Če moka vsebuje malo glutena oz. je ta nekakovosten, je volumen znatno manjši. Prav tako lahko zmanjšan volumen povzroči uporaba premajhne količine kvasa ali njegova zmanjšana aktivnost, prevelika količina sladkorja, soli in maščobe ter pretrda voda oz. njena premajhna količina. Isti učinek povzroči tudi uporaba neustreznega aditiva, nepravilno doziranje ali njegova zmanjšana aktivnost. Volumen izdelka pa je večji, če je višja vsebnost proteinov v moki, saj so le ti odgovorni za ujetje in zadrževanje ogljikovega diksida. Pomembno vlogo ima tudi ustrezna priprava surovin oz. optimizacija tehnološkega procesa, kjer je potrebno pravilno načrtovanje intenzivnosti mešanja, časa in temperature fermentacije oz. peke, količine pare, pogojev hlajenja ter odgovornosti pri ravnjanju z gotovim izdelkom (Cauvain, 2003).

Velik pomen se daje opazovanju specifičnega volumna (SV) kruha. Gre za volumen na enoto mase kruha izražen v enoto ml/g (Plestenjak, 2005).

$$\text{Specifičen volumen} = \text{volumen kruha [ml]} / \text{masa kruha [g]} \quad \dots(1)$$

2.7.2 Merjenje trdote sredice

Staranje kruha ugotavljamo s pomočjo merjenja:

- mehanskih lastnosti trdote sredice in skorje ter
- molekulskih in kemijskih lastnosti (rentgenska analiza, termična analiza).

Trdoto sredice merimo z različnimi penetrometri (ročni ali elektronski) ali reometri, ki registrirajo silo, ki je potrebna za predpisano deformacijo vzorca.

Z rentgensko analizo so ugotovili, da so škrobne molekule urejene v kristalno strukturo, ki pod polarizirano svetlobo dajejo obliko malteškega križa. Med termično obdelavo, ko škrob zakleji, se ta struktura poruši. Sveže pečen kruh ne kaže znakov kristalizacije. Pod polarizirano svetlobo ni vidne oblike malteškega križa. Pri starem kruhu se znova vzpostavi kristalna struktura in s tem tudi značilna oblika.

Diferencialna dinamična kalorimetrija (DSC) je novejša metoda za ugotavljanje staranja sredice kruhov. Metoda temelji na merjenju energije (spremembe entalpije), ki je potrebna za prehod iz urejene strukture škroba v neurejeno. Pri segrevanju sredice sveže pečenega kruha ne opazimo večjih sprememb porabe ali sproščanja toplote. Pri segrevanju stare sredice (po 12 urah ali več) pa instrument zazna porabo toplote pri 60 °C – 65 °C, ki je potrebna za taljenje kristalov retrogradiranega škroba. Od količine porabljenih toplot lahko sklepamo na stopnjo in intenzivnost staranja sredice kruhov (Hoseney, 1994).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 MATERIAL

Material, ki smo ga uporabili za peko belega pšeničnega kruha z dodatkom sladne moke, je obsegal osnovne sestavine, ki jih potrebujemo za zames testa: moko, kvas, vodo, sol, sladkor, olje in dodatek sladne moke.

3.1.1 Surovine za testo

3.1.1.1 Moka

Za zames smo uporabili pšenično moko tipa 500, ki vsebuje veliko škroba in beljakovin ter malo vitaminov, elementov, maščob in celuloze. Kruh iz te moke ima dobre tehnološke lastnosti: velik volumen, enakomerno luknjičavost, mehko in prožno sredico. Je lahko prebavljen. Vendar se ta kruh hitreje stara kot črni kruh (Hrovat, 2000). Analizo moke so predhodno opravili v laboratoriju Žita (rezultati analize moke so podani v prilogah A, B in C). Pekli smo sedem vrst kruha in za vsako vrsto kruha smo uporabili 1 kg moke.

3.1.1.2 Kvas

K moki smo dodali 2 % instant suhega kvasa znamke Saf Instant, kar znaša 20 g na 1 kg moke.

3.1.1.3 Voda

Voda je imela temperaturo 28 °C do 29,6 °C. Dodali smo je 67 % glede na količino moke, kar je 670 ml na 1 kg moke.

3.1.1.4 Kuhinjska sol

Uporabili smo morsko sol proizvajalca Droga Kolinska d. d. Na 1 kg moke smo dodali 2,1 % soli, kar znaša 21 g na 1 kg moke.

3.1.1.5 Sladkor

Uporabili smo beli kristalni sladkor iz Tovarne sladkorja Ormož d. d. Dodali smo ga 2 %, oz. 20 g na 1kg moke.

3.1.1.6 Olje

Dodali smo 25 ml olja na 1kg moke . Uporabili smo jedilno, rafinirano, sončnično olje proizvedeno v EU za Spar Slovenije d.o.o.

3.1.1.7 Sladna moka

Uporabili smo dve vrsti sladne moke; iz slada Pivovarne Union in že pripravljeno sladno moko Droege Kolinska. Dodali smo 0,5 %, 1,0 % in 2,0 % oziroma 5, 10 in 20 g na 1 kg moke. Slad iz Pivovarne Union smo zmleli na mlinu Brabender na Katedri za tehnologijo rastlinskih živil.

3.1.2 Zames testa

Za zames testa smo uporabili spiralni mešalec DIOSNA s prostornino 12 L.

3.1.3 Fermentacija testa

Za fermentacijo in peko smo uporabili kovinske modele 13 krat 10 cm ter višine 7 cm. Fermentacija je potekala v vzhajalni komori Gostol, v kateri smo spremljali temperaturo (30 °C) in relativno vlažnost (85 %).

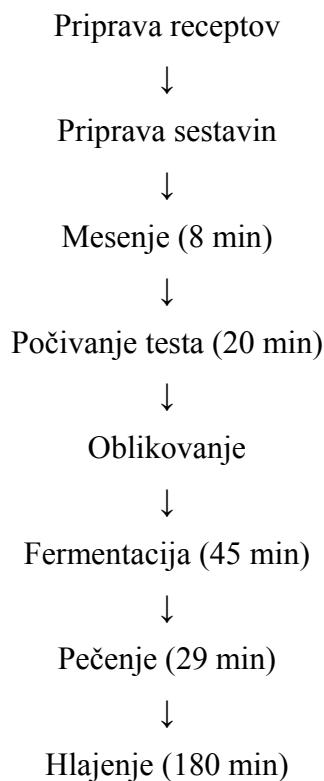
3.1.4 Pečenje

Pečenje testa je potekalo v električni peči MIWE AERO pri temperaturi 230 °C).

3.2 METODE DELA

Poskus smo opravljali v pekarni Biotehniške fakultete v Ljubljani, Oddelek za živilstvo, na Katedri za rastlinska živila. Naredili smo tri ponovitve. Pekli smo bele štruce kruha mase 250 g v modelih.

3.2.1 Tehnološki postopek priprave kruha



Slika 6: Shema priprave belega pšeničnega kruha z dodatkom sladne moke in kontrolnega vzorca

3.2.1.1 Recepti za pripravo belih pšeničnih kruhov

Pripravili smo beli pšenični kruh brez dodatkov, se pravi kontrolni vzorec in bele pšenične kruhe s tremi različnimi dodatki dveh vrst sladnih mok.

Beli pšenični kruh brez dodatkov (kontrolni vzorec):

- 1 kg moke T500
- 20 g sladkorja
- 21 g soli
- 20 g kvasa
- 670 ml vode
- 25 ml olja

Beli pšenični kruh z dodatkom 0,5 % sladne moke Union oz. Kolinska:

- 1 kg moke T500
- 20 g sladkorja
- 21 g soli
- 20 g kvasa
- 5 g sladne moke
- 670 ml vode
- 25 ml olja

Beli pšenični kruh z dodatkom 1,0 % sladne moke Union oz. Kolinska:

- 1 kg moke T500
- 20 g sladkorja
- 21 g soli
- 20 g kvasa
- 10 g sladne moke
- 670 ml vode
- 25 ml olja

Beli pšenični kruh z dodatkom 2,0 % sladne moke Union oz. Kolinska:

- 1 kg moke T500
- 20 g sladkorja
- 21 g soli
- 20 g kvasa
- 20 g sladne moke
- 670 ml vode
- 25 ml olja

3.2.1.2 Priprava in peka testa

Testo smo zamesili po direktni metodi. Moko smo najprej prezračili in jo natehtali na elektronski tehnici znamke Soehne, prav tako tudi vse preostale sestavine: kvas, sladkor, sol in sladna moka. Vodo smo odmerili z merilnim valjem in izmerili temperaturo s termometrom Testo 925. Temperatura je bila od 28 °C do 29,6 °C. V spiralni mešalemec Diosna smo dodali še olje in pričeli z zamesom testa (4 minute počasi in 4 minute hitro).

Po zamesu je testo počivalo v mešalcu 20 minut. Izmerili smo njegovo temperaturo, ki se je gibala med 27,6 °C in 29,6 °C.

Po pretečenem času je sledilo deljenje testa in oblikovanje 250 g štručk, ki smo jih pregnetli in položili v modele. Z deljenjem testa smo določili obliko in velikost izdelka.

V modelih smo jih položili v vzhajalno komoro za 45 minut. V času fermentacije se je temperatura v komori gibala med 29 °C in 31 °C. Tudi relativna vlažnost je nihala in se gibala med 70 % in 85 %.

Po končani fermentaciji smo štručke pekli 29 minut v električni pečici, pri temperaturi 230 °C, po ustremnem programu za peko kruha.

Pečene štručke smo ohladili v pletenih košarah, kar je trajalo 3 ure. Ohlajene štručke smo stehtali in jim izmerili volumen, ter izračunali specifični volumen. Nato smo opravili še meritve trdote sredice. Štručke za kasnejše analize smo zapakirali v PE vrečke in shranili na sobni temperaturi.

3.2.2 Instrumentalne metode

3.2.2.1 Analiza moke

Analizo moke so opravili v laboratoriju Žita. Rezultati so priloženi v prilogah A, B in C.

3.2.2.2 Merjenje mase

Ko so se štručke ohladile (po 3 urah) smo jih stehtali na elektronski tehnici znamke Soehne.

3.2.2.3 Merjenje volumna in specifičnega volumna belih pšeničnih kruhov

Volumen smo merili samo prvi dan, in sicer 3 ure po peki. Za merjenje volumna smo uporabili metodo z nasipom gorčičnih semen. Najprej smo veliko posodo nasuli do roba in z ravnalom poravnali površino ter odstranili odvečna semena. Nato smo skoraj vsa semena iz prve posode presuli v drugo posodo. Pustili smo jih le toliko, da so pokrila dno posode. V njo smo položili stehtano štručko in jo posuli z gorgičnimi semeni iz druge posode. Zopet smo semena poravnali z ravnalom do zgornjega roba. Tista semena, ki niso šla v posodo s štručko smo presuli v merilni valj, na katerem smo nato odčitali volumen kruha v ml. Iz izmerjenega volumna in mase kruha smo izračunali specifičen volumen kruha po naslednji formuli :

$$\text{Specifičen volumen} = \text{volumen kruha [ml]}/\text{masa kruha [g]} \quad [ml/g] \quad \dots(2)$$

3.2.2.4 Merjenje trdote sredice belih pšeničnih kruhov

Trdoto sredice smo merili z analizatorjem teksture TA-TXPlus po standardni metodi AACC 74-09, ki jo je razvilo združenje American Association of Cereal Chemists in je bila odobrena leta 1986 (Bourne, 1995). Iz sredine štruce smo z nožem odrezali 2 rezini kruha, debeline 25 mm. Rezine smo položili pod aluminijasti bat, premera 36 mm, ki je potoval s hitrostjo 10 mm/s in stisnil sredico kruha za 40 %, od višine 25 mm do višine 15 mm. Merili smo silo v newtonih (N), ki je bila potrebna za penetracijo bata v določeno globino sredice. Bolj kot je bila sredica trda, večja sila je bila potrebna. Trdoto sredice smo merili vsem kruhom, in sicer 4 ure po peki, 28 ur po peki in 52 ur po peki. Iz dobljenih rezultatov smo lahko sklepali na hitrost staranja sredice.

3.3 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV

Za statistično obdelavo podatkov smo uporabili programski paket SAS/STAT (SAS Software Version 8.01, 1999). V poskusu zbrane podatke smo pripravili in uredili s programom EXCEL XP. Izračunali smo osnovne statistične parametre (MEANS), podatke testirali na normalnost porazdelitve (UNIVARIATE) in izvrednotili vplive (GLM, General Linear Model).

Statistični model za volumen kruha je vključeval vpliv različnega dodatka (M) (model 1), za trdoto kruha pa vpliv različnega dodatka (M) in časa meritve (D) (model 2).

$$y_{ij} = \mu + M_i + e_{ij} \text{ (model 1)} \quad \dots(3)$$

$$y_{ijk} = \mu + M_i + D_j + M*D_{ij} + e_{ijk} \text{ (model 2)} \quad \dots(4)$$

kjer je y_{ijk} = opazovana vrednost, μ = povprečna vrednost, M_i = vpliv i-tega dodatka moke (kontrola, 0,5% Union, 1,0 % Union, 2,0 % Union, 0,5 % Kolinska, 1,0 % Kolinska, 2,0 % Kolinska), e_{ij} = ostanek, D_j = vpliv časa meritve (4 ure po peki – 1.dan, 28 ur po peki – 2.dan, 52 ur po peki – 3.dan), $P*C_{ij}$ = vpliv interakcije i-tega dodatka sladne moke in j-tega časa meritve.

Srednje vrednosti za eksperimentalne skupine so bile izračunane z uporabo Duncanovega testa in so primerjane pri 5 % tveganju.

4 REZULTATI

4.1 REZULTATI IZRAČUNOV IN INSTRUMENTALNIH ANALIZ IZDELKA

4.1.1 Volumen in specifičen volumen belih pšeničnih kruhov

Rezultati meritev volumna in mase s sladno moko obogatenih belih pšeničnih kruhov in kontrolnih vzorcev, izmerjenih prvi dan oz. 3 h po peki, so podani v preglednici 1. Za posamezne vrste kruha smo iz dobljenih meritev izračunali specifičen volumen kruhov, katerih rezultati so predstavljeni v preglednici 2.

Preglednica 1: Rezultati meritev volumna in mase obogatenih belih pšeničnih kruhov in kontrolnih vzorcev glede na vrsto in količino dodatka

Vzorci belega pšeničnega kruha														
Kontrolni vzorec kruha		Dodatek sladne moke Union						Dodatek sladne moke Kolinska						
		0,5 %		1,0 %		2,0 %		0,5 %		1,0 %		2,0 %		
V(ml)	m(g)	V(ml)	m(g)	V(ml)	m(g)	V(ml)	m(g)	V(ml)	m(g)	V(ml)	m(g)	V(ml)	m(g)	
660	215	820	215	680	211	700	215	840	213	800	217	700	213	
700	215	700	217	660	212	690	214	700	212	760	217	730	214	
700	215	720	217	700	214	740	215	720	211	730	216	690	214	
660	218	880	217	680	216	690	215	780	215	720	219	720	214	
640	215	700	215	820	215	780	215	660	214	710	216	740	215	
720	215	700	216	700	217	790	215	680	215	720	217	740	215	
680	216	700	217	800	216	800	217	700	214	710	216	720	215	
660	218	700	217	800	215	790	218	640	214	760	217	760	215	
710	217	740	214	750	216	680	217	690	216	700	212	740	215	
740	215	710	216	700	214	780	217	780	216	700	212	700	217	
700	215	780	215	720	218	740	217	740	218	710	213	680	216	
700	218	740	213	700	218	750	218	800	218	700	213	700	217	

Preglednica 2: Izračunani specifični volumen obogatenih belih pšeničnih kruhov in kontrolnih vzorcev glede na vrsto in količino dodatka

Kontrolni vzorec kruha	Specifičen volumen belih pšeničnih kruhov (ml/g)					
	Dodatek sladne moke Union			Dodatek sladne moke Kolinska		
	0,5 %	1,0 %	2,0 %	0,5 %	1,0 %	2,0 %
3,07	3,81	3,22	3,26	3,94	3,69	3,29
3,26	3,23	3,11	3,22	3,30	3,50	3,41
3,26	3,32	3,27	3,44	3,41	3,38	3,22
3,03	4,06	3,15	3,21	3,63	3,29	3,36
2,98	3,26	3,81	3,63	3,08	3,29	3,44
3,35	3,24	3,23	3,67	3,16	3,32	3,44
3,15	3,23	3,70	3,69	3,27	3,29	3,35
3,03	3,23	3,72	3,62	2,99	3,50	3,53
3,27	3,46	3,47	3,13	3,19	3,30	3,44
3,44	3,29	3,27	3,59	3,61	3,30	3,23
3,26	3,63	3,30	3,41	3,39	3,33	3,15
3,21	3,47	3,21	3,44	3,67	3,29	3,23

Tako urejene podatke smo statistično obdelali z računalniškim programom SAS (SAS Software Version 8.01, 1999) z multiplo analizo variance – proceduro GLM (General Linear Models). Vire variabilnosti in statistične značilnosti vpliva dodatka in časa meritve na specifičen volumen vzorcev, smo podali v preglednicah 3 in 4.

Preglednica 3: Specifičen volumen belih pšeničnih kruhov z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri

Parameter	n	\bar{x}	min	max	so	KV (%)
Specifični volumen	84	3,36	2,98	4,06	0,21	6,37

n – število obravnavanj; \bar{x} – povprečna vrednost; min – minimalna vrednost; max – maksimalna vrednost; so – standardni odklon deviacija; KV (%) – koeficient variabilnosti

V preglednici 3 imamo zbrane podatke za specifični volumen belih pšeničnih kruhov, ne glede na vrsto in količino dodatka. Razvidno je, da smo merili volumen in določali specifični volumen 84-im vzorcem, katerega povprečna vrednost je bila 3,36 ml/g, minimalna vrednost 2,98 ml/g ter maksimalna vrednost 4,06 ml/g. Koeficient variabilnosti (KV) je bil 6,37 in je posledica določanja volumena vseh vrst belih pšeničnih kruhov, ne glede na vrsto in količino dodatka.

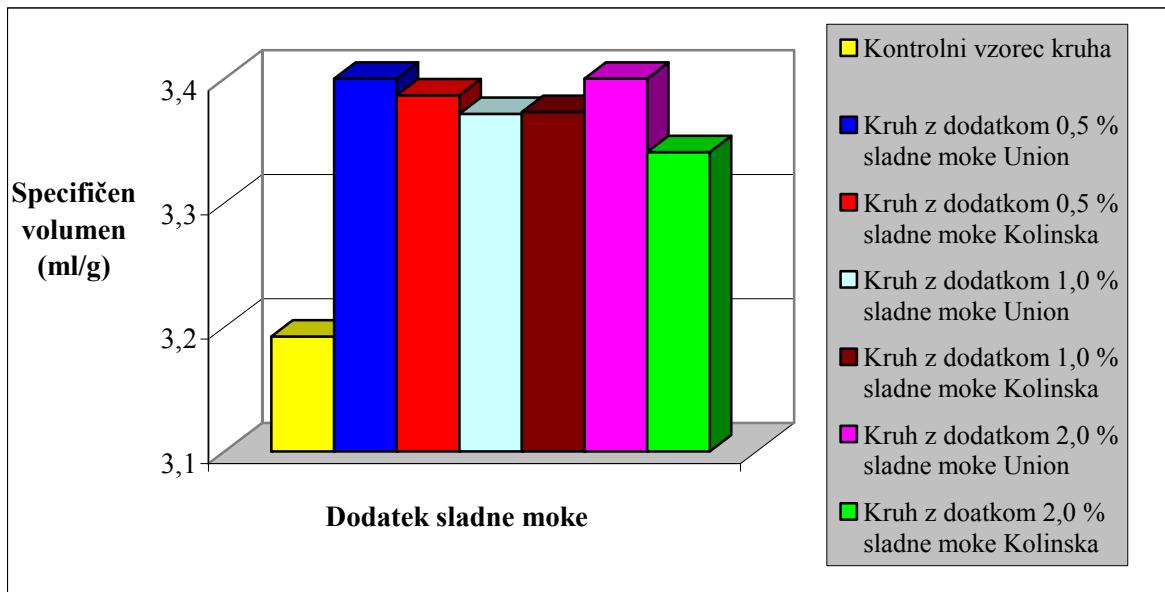
Preglednica 4: **Vpliv vrste in količina dodatka na specifičen volumen belega pšeničnega kruha (model 1, Duncanov test, $\alpha = 5\%$)**

Parameter	Kontrola	Dodatek sladne moke Union			Dodatek sladne moke Kolinska			
		0,5 %	1,0 %	2,0 %	0,5 %	1,0 %	2,0 %	
Specifični volumen (ml/g)		3,19±0,14 ^b	3,43±0,27 ^a	3,37±0,24 ^{ab}	3,44±0,20 ^a	3,39±0,28 ^a	3,37±0,13 ^{ab}	3,34±0,12 ^{ab}

^{abc} povprečne vrednosti z enako črko znotraj vrstice se med seboj statistično značilno ne razlikujejo ($P>0,05$)

Iz preglednice 4 lahko razberemo, kakšen statistični vpliv je imela vrsta in količina dodatka na specifičen volumen belih pšeničnih kruhov. Iz podatkov smo lahko opazili, da sta vrsta in količina dodatka statistično značilno vplivali na specifičen volumen kruha. Specifični volumni kruhov z dodatkom sladne moke so se statistično razlikovali od specifičnih volumnov kontrolnega vzorca. Kruhi z dodatkom sladne moke so imeli večji specifični volumen od kontrole. Največji specifični volumen v primerjavi s kontrolo je imel kruh z dodatkom 2,0 % sladne moke Union, nato kruh z dodatkom 0,5 % sladne moke Union in kruh z dodatkom 0,5 % sladne moke Kolinska. Specifični volumen je bil najmanjši pri kontrolnem vzorcu in največji pri kruhu z dodatkom 2,0 % sladne moke Union.

Ugotovili smo, da čas meritve ni vplival na specifičen volumen kruhov, saj so bile vse meritve volumna kruhov vedno opravljene ob istem času, in sicer 3 ure po peki.



Slika 7: Grafični prikaz vpliva vrste in količine dodatka na specifičen volumen belih pšeničnih kruhov

Vpliv dodane sladne moke na specifičen volumen kruha grafično ponazarja slika 7. Iz nje smo lahko razbrali, da je bil specifičen volumen kruhov z dodano sladno moko večji. Kontrolni vzorec je imel manjši specifičen volumen od kruhov z dodatkom različnih količin in vrst sladnih mok. Dodatek 0,5 % obeh vrst sladnih mok je pokazal večji specifičen volumen, kot dodatek 1,0 % obeh vrst sladnih mok. Dodatek 2,0 % sladne moke

Union je pokazal primerljiv specifičen volumen kot kruh z dodatkom 0,5 % obeh vrst sladnih mok. Kruh z dodatkom 2,0 % sladne moke Kolinska pa je imel manjši specifičen volumen kot vsi ostali kruhi z dodanimi sladnimi mokami. Iz grafa smo opazili, da je dodatek 0,5 % obeh vrst sladnih mok povečal specifičen volumen, dodatek 1,0 % obeh vrst sladnih mok malo zmanjšal specifičen volumen, dodatek 2,0 % sladne moke Union pa ga je zopet povečal, z izjemo sladne moke Kolinska, ki ga je pri tej koncentraciji zopet zmanjšal.

Pri dodatku 0,5 % in 1,0 % obeh vrst sladnih mok smo lahko sklepali, da se sladna moka iz Uniona ni razlikovala od sladne moke iz Kolinske, saj se specifični volumni niso statistično značilno razlikovali. Vendar pa se nam je ta domneva porušila pri dodatku 2,0 % sladne moke, ko so se pojavile velike razlike v specifičnem volumnu med obema vrstama mok.

Zaključimo lahko, da z dodatkom sladne moke pomembno vplivamo na specifičen volumen belega pšeničnega kruha, saj se je višina sredice večala in hkrati postajala bolj porozna. Pojav je razviden iz slik 8 in 9, ki prikazujejo višino in poroznost sredice vseh sedmih vzorcev belega pšeničnega kruha.



Slika 8: Višina sredice vzorcev belega pšeničnega kruha, tj. kontrolnega vzorca kruha, kruha z dodatkom 0,5 %, 1,0 % in 2,0 % sladne moke Union



Slika 9: Višina sredice vzorcev belega pšeničnega kruha, tj. kontrolnega vzorca kruha, kruha z dodatkom 0,5 %, 1,0 % in 2,0 % sladne moke Kolinska

4.1.2 Trdota sredice belih pšeničnih kruhov

Meritve trdote sredice belih pšeničnih kruhov so bile opravljene prvi (4 h po peki), drugi (28 h po peki) ter tretji (52 h po peki) dan, in sicer na dveh rezinah kruha. Rezultati so prikazani v preglednici 5. Dobljene rezultate smo nato statistično ovrednotili in jih prikazali v preglednici 6.

Slemenšek V. Vpliv dodatka sladne moke na kakovost pšeničnih kruhov.

Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za živilstvo, 2008

Preglednica 5: **Rezultati meritev trdote sredice belih pšeničnih kruhov glede na vrsto in količino dodatka, 4 h, 28 h in 52 h po peki**

Kontrola										
Trdota sredice (N)	1. dan	5,35	5,03	5,70	5,39	5,60	5,38	5,56	5,83	4,84
	2. dan	12,48	11,15	11,85	10,71	11,21	11,89	10,94	10,52	11,67
	3. dan	14,77	14,53	14,25	12,89	13,21	12,56	13,40	14,66	15,11
Dodatek 0,5 % sladne moke Union										
Trdota sredice (N)	1. dan	4,34	4,45	4,69	5,64	5,23	4,19	3,37	3,52	3,65
	2. dan	8,98	8,50	9,03	10,05	9,50	8,62	7,76	8,42	7,38
	3. dan	12,13	12,38	11,09	12,90	12,53	11,66	11,57	12,04	11,67
Dodatek 0,5 % sladne moke Kolinska										
Trdota sredice (N)	1. dan	4,25	3,94	4,36	4,94	4,87	4,51	3,08	2,60	2,83
	2. dan	10,43	9,06	9,96	10,72	10,96	10,08	7,47	7,22	7,66
	3. dan	13,23	13,75	14,63	10,03	10,70	8,55	10,52	12,01	8,79
Dodatek 1,0 % sladne moke Union										
Trdota sredice (N)	1. dan	4,66	5,02	3,94	3,33	4,00	3,50	4,88	5,42	4,40
	2. dan	9,64	9,46	9,95	8,20	8,64	8,12	9,21	8,62	9,00
	3. dan	12,06	12,81	11,35	11,53	11,04	11,03	11,90	12,12	10,70
Dodatek 1,0 % sladne moke Kolinska										
Trdota sredice (N)	1. dan	5,33	5,27	6,06	3,49	3,41	3,23	3,92	4,69	3,57
	2. dan	11,65	10,10	9,33	7,45	7,23	7,00	8,79	8,58	11,04
	3. dan	13,06	12,50	11,88	9,64	8,40	9,49	10,15	13,15	13,87
Dodatek 2,0 % sladne moke Union										
Trdota sredice (N)	1. dan	4,12	3,88	4,47	3,53	3,60	3,87	3,44	3,47	3,57
	2. dan	8,61	8,53	6,21	7,69	8,02	7,55	8,40	9,05	9,10
	3. dan	8,55	8,36	9,87	8,40	9,05	10,05	9,05	10,06	10,05
Dodatek 2,0 % sladne moke Kolinska										
Trdota sredice (N)	1. dan	3,35	4,04	3,83	3,15	3,10	3,28	4,53	4,35	5,17
	2. dan	9,44	9,46	10,33	6,39	7,17	6,86	9,77	9,67	10,83
	3. dan	11,81	10,95	11,47	12,83	12,32	13,95	11,51	11,72	11,24

Preglednica 6: **Rezultati merjenja trdote sredice belih pšeničnih kruhov z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri**

Parameter	n	\bar{x}	min	max	so	KV (%)
Trdota (N)	189	8,37	2,60	15,11	3,38	40,33

n – število obravnavanj; \bar{x} – povprečna vrednost; min – minimalna vrednost; max – maksimalna vrednost; so – standardni odklon deviacija; KV (%) – koeficient variabilnosti.

V preglednici 6 imamo statistično obdelane rezultate trdote sredice belih pšeničnih kruhov, ne glede na vrsto in količino dodatka. Meritve smo opravili 189-krat, pri čemer smo dobili povprečno vrednost 8,37 N, minimalno 2,60 N ter maksimalno 15,11 N. Velika vrednost koeficiente variabilnosti (KV), ki je znašala 40,33 %, je bila posledica hkratnega merjenja vseh vrst kruhov skupaj ter morebitnih razlik v debelini posameznih rezin kruha, nastalih kot posledica ročnega rezanja.

Preglednica 7: **Virji variabilnosti in statistične značilnosti njihovega vpliva na trdoto sredice belih pšeničnih kruhov**

Parameter	Vir variabilnosti (P vrednost)		
	Dodatek	Čas meritve	Dodatek*čas meritve
Prostostne stopnje	6	2	12
Trdota sredice (N)	< 0,0001	< 0,0001	0,0120

P \leq 0,001 statistično zelo visoko značilen vpliv; P \leq 0,01 statistično visoko značilen vpliv; P \leq 0,05 statistično značilen vpliv; nz P $>$ 0,05 statistično neznačilen vpliv

Rezultati, podani v preglednici 7, nam kažejo statistično zelo visoko značilen vpliv vrste in količine dodatka na trdoto sredice belih pšeničnih kruhov.

Prav tako je tudi čas meritve (4 h, 28 h in 52 h po peki) statistično zelo visoko značilno vplival na trdoto sredice oz. na staranje kruha.

Preglednica 8: **Vpliv vrste in količine dodatka na trdoto sredice belih pšeničnih kruhov (model 2, Duncanov test, $\alpha = 5\%$)**

Vzorci belega pšeničnega kruha		Čas meritve		
		1. dan	2. dan	3. dan
Trdota sredice (N)	Kontrolni vzorec kruha	5,41±0,31 ^{az}	11,38±0,64 ^{ay}	13,93±0,92 ^{ax}
	0,5%	4,34±0,77 ^{bz}	8,69±0,82 ^{by}	12,00±0,56 ^{bx}
	1,0%	4,35±0,71 ^{bz}	8,98±0,64 ^{by}	11,61±0,67 ^{bx}
	2,0%	3,77±0,34 ^{bz}	8,13±0,90 ^{by}	9,27±0,74 ^{cx}
	Dodatek slad.m. Kolinska	3,93±0,88 ^{bz}	9,28±1,48 ^{by}	11,36±0,93 ^{bx}
	0,5%	4,33±1,03 ^{bz}	9,02±1,67 ^{by}	11,35±2,17 ^{bx}
	1,0%	3,87±0,72 ^{bz}	8,88±1,63 ^{by}	11,98±1,96 ^{bx}
	2,0%			

^{abc} povprečne vrednosti z enako črko znotraj stolpca se med seboj statistično značilno ne razlikujejo ($P>0,05$);
^{xyz} povprečne vrednosti z enako črko znotraj vrstice se med seboj statistično značilno ne razlikujejo ($P>0,05$)

Iz preglednice 8 lahko razberemo statistični vpliv vrste in količine dodatka ter čas meritve na trdoto sredice belih pšeničnih kruhov.

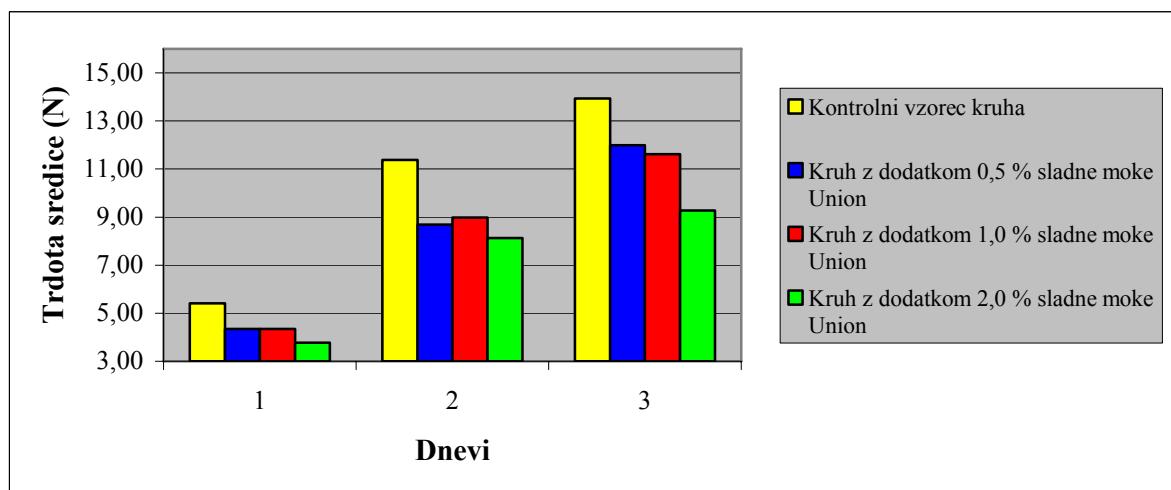
Pri vseh vrstah kruha je imel ima čas skladiščenja statistično zelo visoko značilen vpliv na trdoto sredice, saj se je trdota sredice povečevala s časom ne glede na to ali je vsebovala dodatek ali ne. Iz podatkov smo lahko razbrali pomembnost vpliva časa na staranje sredice kruha. Razvidno je, da je trdota sredice in s tem staranje kruha s časom meritve naraščala.

Rezultati meritev trdote sredice so nam pokazali, da so imeli vsi vzorci belega pšeničnega kruha z dodatkom sladne moke (ne glede na delež in vrsto dodane sladne moke) nižje vrednosti v primerjavi z belim pšeničnim kruhom brez dodatka sladne moke, se pravi kontrolnim vzorcem. Iz tega smo lahko sklepali, da so se vzorci z dodano sladno moko počasneje starali, v primerjavi s kontrolnim vzorcem.

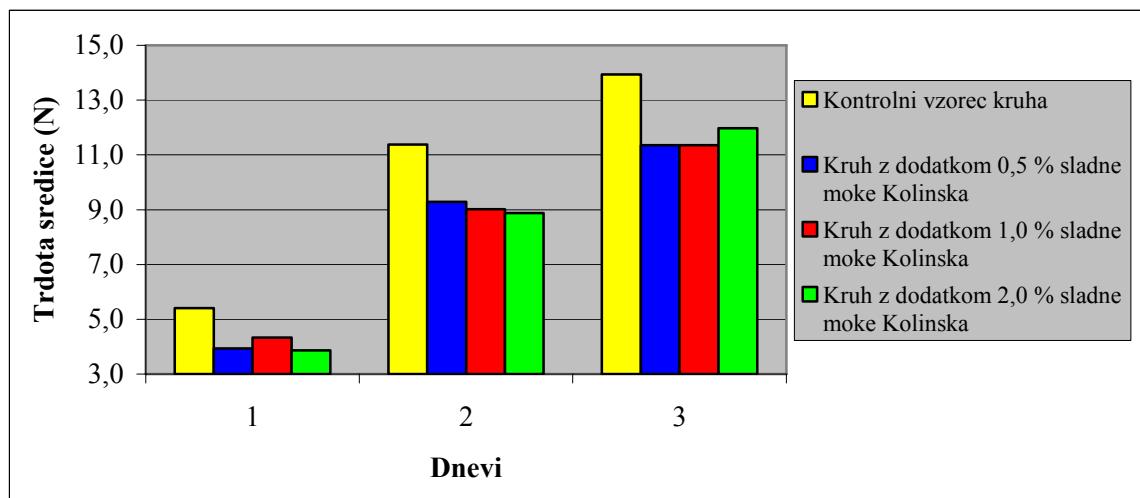
Iz preglednice 8 je razvidno tudi, da se je trdota sredice najbolj povečevala pri kontrolnem vzorcu kruha, se pravi pri kruhu brez dodatka sladne moke, ki je tretji dan meritve dosegla največjo vrednost, tj. $(13,93 \pm 0,92)N$, iz česar smo lahko zaključili, da se je ta vzorec najhitreje staral. Najpočasneje pa se je staral kruh z dodatkom 2,0 % sladne moke Union, ki je tretji dan meritve dosegel najmanjšo vrednost, tj. $(9,27 \pm 0,74)N$.

Najmanjšo vrednost trdote sredice je dosegel bel pšenični kruh z dodatkom 2,0 % sladne moke Union, in sicer 1. dan $(3,77 \pm 0,34)N$; 2. dan $(8,13 \pm 0,90)N$ in 3. dan $(9,27 \pm 0,74)N$. Iz tega smo lahko sklepali, da se je kruh z dodatkom 2,0 % sladne moke Union najpočasneje staral. Kruh z dodatkom 2,0 % sladne moke Kolinska je imel malo višje vrednosti od kruhov z dodatkom 2,0 % sladne moke Union. Če pa pogledamo 3. dan je bila vrednost trdote sredice kruha z dodatkom 2,0 % sladne moke Union $(9,27 \pm 0,74)N$, z dodatkom 2,0 % sladne moke Kolinska pa $(11,35 \pm 1,96)N$, kar je precej višja vrednost. Razliko lahko pripisemo kakovosti različnih vrst sladne moke (iz Pivovarne Union in Droege Kolinska).

Statistična obdelava rezultatov merjenja trdote sredice belih pšeničnih kruhov je pokazala, da je vloga sladne moke oz. vpliv na trdoto pekovskega izdelka odvisna od količine dodane sladne moke. Trdota sredice belih pšeničnih kruhov z dodatkom 2,0 % sladne moke Union je imela nižjo vrednost, tj. $(3,77 \pm 0,34)N$ v primerjavi z dodatkom 1,0 % sladne moke Union, kjer je bila opazna višja vrednost, tj. $(4,35 \pm 0,71)N$ merjeno prvi dan. Iz tega smo lahko sklepali, da je bila pri višjem dodatku sladne moke sredica mehkejša in se je tudi počasneje starala. Vzorec z dodatkom 2,0 % sladne moke Union je imel že prvi dan najbolj mehko sredico in se je kasneje tudi najpočasneje staral.



Slika 10: Trdota sredice belih pšeničnih kruhov (brez dodatka, z dodatkom sladne moke Union v različnih deležih) v odvisnosti od dnevov



Slika 11: Trdota sredice belih pšeničnih kruhov (brez dodatka, z dodatkom sladne moke Kolinska v različnih deležih) v odvisnosti od dnevov

Iz vseh zgoraj navedenih dejstev, prikazanih podatkov, njihovih statističnih značilnosti in grafičnega prikaza lahko zaključimo, da z dodatkom sladne moke upočasnimo proces staranja sredice belega pšeničnega kruha.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Namen diplomske naloge je bil preučiti vpliv različnega dodatka sladne moke na kakovost pšeničnih kruhov. Primerjali smo kruhe brez dodatka sladne moke in kruhe s tremi različnimi dodatki dveh vrst sladnih mok. Zanimalo nas je, kakšen % dodatka sladne moke in katera vrsta sladne moke oz. če je kakšna razlika med njima, najbolj vpliva na kakovost in svežost pšeničnih kruhov.

Trajnost in svežina pekovskih izdelkov je ena izmed osnovnih zahtev potrošnika. Pekarska industrija v proizvodnji kruha zaradi vse večjih zahtev po visoki kakovosti kruhov povečuje uporabo dodatkov, ki zmanjšujejo hitrost staranja sredice in ohranajo njen svežino. Slad oz. sladna moka in encimi spadajo med poznane dodatke, ki se uporabljajo za ohranjanje svežosti sredice. Uporaba encimov je za enkrat omejena na dodatek slada in α -amilolitičnih encimov, ki jih pridobivajo iz plesni in bakterij. Njihov prispevek k zaviranju procesa retrogradacije škroba je v tem, da cepijo končne verige škrobnih molekul, ki so podvržene retrogradaciji (Heflich, 1996). Retrogradacija škroba je proces, ki je obraten od želiranja (Lionetto in sod., 2006). Gre za proces, pri katerem se molekule škroba ponovno povežejo v urejeno strukturo. Torej molekule amiloze in amilopektina se začnejo ponovno združevati v helikse in nastopi ponovna kristalinična zgradba molekul (Zobel in Kulp, 1996).

Na osnovi objavljenih teorij o retrogradaciji škroba (Lionetto in sod., 2006; Zobel in Kulp, 1996) smo domnevali, da amilaze slada s svojo aktivnostjo cepijo stranske verige amilopektina. Te se namreč po peki kruha ponovno orientirajo (retrogradirajo) in tako vplivajo na staranje sredice.

V diplomski nalogi smo s pomočjo instrumentalnih metod spremljali vpliv dodatka sladne moke na hitrost staranja sredice in specifični volumen belega pšeničnega kruha.

Ker s staranjem kruha postaja sredica vedno bolj trda, smo staranje kruha spremljali z merjenjem trdote sredice. Z analizatorjem tekture TA-TXPlus smo po standardni metodi AACC 74-09 merili silo, ki je potrebna za penetracijo bata v določeno globino sredice oz. stisk rezine kruha za 40 %. Merili smo trdoto sredice belim pšeničnim kruhom brez dodatkov in z dodatkom treh različnih količin sladne moke Union in Kolinska (0,5 %, 1 % in 2 %). Vsem sedmim vrstam kruha smo merili trdoto sredice prvi, drugi in tretji dan, tj. 4 h, 28 h in 52 h po peki. Vsako meritev smo za posamezno vrsto kruha izvedli na dveh rezinah kruha, pri čemer smo skupno opravili 189 meritev. S tem smo želeli ugotoviti, kako vrsta in količina dodatka (sladne moke Union, sladne moke Kolinska) vpliva na strukturo in trdoto sredice kruha ter na hitrost staranja kruha.

Rezultati naših poskusov so pokazali, da ima dodatek sladne moke pomemben vpliv na proces staranja sredice belega pšeničnega kruha. Meritve trdote sredice so pokazale, da imajo vsi vzorci belega pšeničnega kruha z dodatkom sladne moke (ne glede na delež in vrsto dodane sladne moke) nižje vrednosti v primerjavi z belim pšeničnim kruhom brez dodatka sladne moke, se pravi kontrolnim vzorcem. Iz tega smo lahko sklepali, da so se vzorci z dodano sladno moko počasneje starali v primerjavi s kontrolnim vzorcem. Izkazalo se je tudi, da je bila vloga sladne moke oz. vpliv na trdoto pekovskega izdelka odvisna od količine in vrste dodane sladne moke, saj so bile pri dodatku 2,0 % sladne moke Union nižje vrednosti trdote sredice v primerjavi z dodatkom 1,0 % sladne moke, kar nismo mogli trditi za sladno moko Kolinska.

Ugotovili smo, da je imel čas meritve statistično zelo visoko značilen vpliv na trdoto sredice pri vseh vrstah kruha, saj se je trdota sredice povečala s časom ne glede na to ali je bila dodana sladna moka ali ne. Trdota sredice in s tem staranje belega pšeničnega kruha je s časom meritve naraščala.

Specifičen volumen je pomemben pokazatelj kakovosti kruha. Večji specifičen volumen pomeni večjo poroznost sredice, prav tako pa tudi bolj enakomeren in lepši videz prereza. Specifičen volumen sedmih različnih vzorcev belega pšeničnega kruha smo izračunali na podlagi izmerjene mase in volumna pečenih modelnih štručk.

Iz rezultatov naših poskusov smo opazili, da vrsta in količina dodatka statistično vpliva na specifičen volumen kruha. Specifični volumni kruhov z dodatkom sladne moke so se statistično razlikovali od kontrolnega vzorca. Kruhi z dodatkom sladne moke so imeli večji specifični volumen od kontrole. Specifični volumen je bil najmanjši pri kontrolnem vzorcu in najvišji pri kruhu z dodatkom 2,0 % sladne moke Union.

5.2 SKLEPI

Na podlagi instrumentalnih meritev in statistične analize rezultatov meritev belih pšeničnih kruhov, pripravljenih z različnim deležem sladne moke Union in Kolinska, smo ugotovili naslednje:

- Trdota sredice se je s staranjem kruha povečala pri vseh vzorcih, ne glede na vrsto in količino dodatka. Rezultati meritev po 4-ih, 28-ih in 52-ih urah so se statistično zelo visoko razlikovali med kontrolnim vzorcem in vzorci z dodatkom dveh vrst sladnih mok.
- Meritve trdote sredice so pokazale, da so imeli vsi vzorci belega pšeničnega kruha z dodatkom sladne moke (ne glede na delež in vrsto dodane sladne moke) nižje vrednosti v primerjavi z belim pšeničnim kruhom brez dodatka sladne moke, se pravi kontrolnim vzorcem. Iz tega smo lahko sklepali, da so se vzorci z dodano sladno moko počasneje starali, v primerjavi s kontrolnim vzorcem.
- Izkazalo se je tudi, da je bila vloga sladne moke oz. vpliv na trdoto pekovskega izdelka odvisna od količine dodane sladne moke, saj so bile pri dodatku 2,0 % sladne moke izmerjene nižje vrednosti trdote sredice v primerjavi z dodatkom 1,0 % sladne moke. To je veljalo samo pri dodatku sladne moke Union.
- Meritve so pokazale, da je bil 2,0 % delež sladne moke Union optimalni dodatek. Že pri meritvi po 4-ih urah je bila za ta vzorec potrebna najmanjsa sila za stisk, kar je pokazalo, da je ta koncentracija sladne moke optimalno vplivala na poroznost, elastičnost in trdoto. Ker so tudi meritve po 28-ih in 52-ih urah pokazale pri dodatku 2,0 % sladne moke Union najmanjo trdoto sredice, smo sklepali, da so pri tej koncentraciji sladne moke kruhi tudi najpočasneje starali. Pri dodatku sladne moke Kolinska pa je prišlo tretji dan merjenja do preobrata, vendar je do tega lahko prišlo zaradi napak pri pripravi kruha in pri rezanju rezine kruha, ki je potekalo ročno ali pa lahko razliko pripisemo kakovosti različnih vrst sladne moke.
- Iz statistično obdelanih rezultatov smo sklepali, da je vrsta in količina dodane sladne moke statistično vplivala na specifičen volumen kruha. Specifični volumeni kruhov z dodano sladno moko so se statistično razlikovali od kontrolnega vzorca. Kruhi z dodano sladno moko so imeli večji specifični volumen od kontrole. Specifični volumen je bil najmanjši pri kontrolnem vzorcu in največji pri kruhu z dodatkom 2,0 % sladne moke Union.

6 POVZETEK

Aditivi se pekovskim izdelkom dodajo v tehnološkem postopku proizvodnje, med pripravo, obdelavo, predelavo, oblikovanjem, pakiranjem, transportom in hranjenjem (Katalenič, 1998). Kljub temu, da mehanizem staranja kruha še ni popolnoma raziskan, se celotna pekarska industrija trudi ta proces čim bolj upočasnititi, in sicer z dodajanjem sestavin kot so encimi, slad, lipidi, emulgatorji, sladila in ostale kemične snovi (Lai in Lin, 2006).

Slad je kaljeno žito. Za proizvodnjo slada se običajno uporablja ječmen, lahko pa tudi druga žita, na primer pšenica, rž in oves (Hough, 1991). Tako pripravljen slad se potem uporablja za različne namene. Najpogosteje za proizvodnjo piva, lahko pa ga uporabljajo tudi za predelavo v sladno moko, tekoče ekstrakte, ekstrakte v prahu in sladne kosmiče. Ti produkti se uporabljajo v pekarstvu, slaščičarstvu, proizvodnji pijač in kosmičev (Malted ingredients, 2005). V pekarstvu se uporabljajo za izboljšanje arome, tekture in predvsem barve izdelkov. Ti dodatki se, zaradi encimov, ki jih vsebuje, uporabljajo tudi za transformacijo škroba v sladkor, ki je hrana kvasovkam. V zadnjem času je opazen velik porast uporabe teh dodatkov. So namreč naravni produkti in zato med kupci zelo dobro sprejeti (Bread ingredients, 2005).

Namen diplomske naloge je bil ugotoviti vpliv različnih dodatkov sladne moke na hitrost staranja sredice in na volumen belega pšeničnega kruha. Uporabili smo tri različne dodatke dveh vrst sladnih mok, in sicer 0,5 %, 1,0 % in 2,0 %. Te vzorce smo primerjali s kruhom brez dodatka (kontrola). Poskus smo izvedli v treh ponovitvah, pri vseh pekah pa smo se trudili vzdrževati določene optimalne pogoje za zames, fermentacijo in peko kruha.

Po peki smo kruhom izmerili maso in volumen ter iz dobljenih podatkov izračunali specifični volumen. S pomočjo analizatorja tekture (TA-TXPlus) smo po metodi AACC 74-09 merili trdoto sredice 4 ure, 28 ur in 52 ur po peki. S to metodo smo na posreden način določili hitrost staranja sredice kruha.

Rezultati so pokazali, da je čas po peki statistično zelo značilno vplival na trdenje sredice, kar so pokazali tudi rezultati statistične analize ($P<0,0001$ pri vseh sedmih vrstah kruha). Na trdoto sredice in hitrost staranja je vplival tudi dodatek sladne moke. Kontrolni vzorec kruha brez dodatka sladne moke je imel najtršo sredico že prvi dan in se kasneje tudi najhitreje trdil. Določili smo tudi optimalno koncentracijo dodatka sladne moke, in sicer so meritve pokazale, da je dodatek 2,0 % sladne moke optimalno vplival na trdoto, saj je bila pri tej koncentraciji potrebna najmanjša sila za stisk. To je veljalo za sladno moko Union, za sladno moko Kolinska pa nismo mogli trditi tega. To pomeni, da je imela tudi vrsta sladne moke pomembno vlogo pri staranju sredice kruha.

Z določanjem specifičnega volumina smo določili poroznost sredice. Večji kot je specifični volumen, bolj je sredica rahla in porozna. Specifični volumni kruhov z dodano sladno moko so se statistično razlikovali od kontrolnega vzorca. Kruhi z dodano sladno moko so imeli večji specifični volumen od kontrole. Specifični volumen je bil najmanjši pri kontrolnem vzorcu in najvišji pri kruhu z dodatkom 2,0 % sladne moke Union.

7 VIRI

Apling E.C. 1993. Breadmaking processes. V: Encyclopedia of food science, food technology and nutrition. Vol. 1. Macrae R., Robinson R.K., Sadler M.J. (eds.) London, Academic Press: 457-467

Auerman L. 1988. Tehnologija pekarske proizvodnje. Novi Sad, Tehnološki fakultet: 26-32

Baik M.Y., Chinachoti P. 2000. Moisture redistribution and phase transition during bread staling. Cereal Chemistry, 77, 4: 484-488

Batič M., Raspor P. 1994. Kvasna biomasa kot aditiv. V: Aditivi: Dodatki – tehnologija - zdravje. 16. Bitenčevi živilski dnevi, Bled, 9 in 10 junij 1994. Raspor P. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 23-25

Batič M. 1999. Tradicionalni proizvodi z veliko prihodnosti. Slovenska strokovna revija za mlinarstvo in pekarstvo, 3, 9: 4-8

Belitz H.D., Grosch W. 1999. Food chemistry. 2nd ed. Berlin, Springer-Verlag: 297-305

Bonet A., Rosell C.M., Caballero P.A., Gomez M., Pérez-Munuera I., Lluch M.A. 2006. Glucose oksidase effect on dough rheology and bread quality: A study from macroscopic to molecular level. Food Chemistry, 99, 2: 408-415

Bowles L.K. 1996. Amylolytic enzymes. V: Baked goods freshness: technology, evaluation, and inhibition of staling. Hebeda R.E., Zobel H.F. (eds.). New York: Marcel Dekker : 105-129

Bread ingredients. 2005. New Zealand, Tallyrand's "Culinary fare".
http://www.geocities.com/napavalley/6454/bread_ngr.html (9.8.2005): 4 str.

Brown J. 1995. Advances in breadmaking technology. V: Advances in baking technology. Kamel B.S., Stauffer C.E. (eds.). London, New York, Blackie Academic & Professional: 38-106

Bushuk W., Thachuk R. 1991. Gluten proteins. V: Advances in cereal science and technology. Vol. 5. Pomeranz Y. (ed.). St. Paul, American Association of Cereal Chemists: 57-89

Caballero P.A., Gómez M., Rosell C.M. 2007. Improvement of dough rheology, bread quality and bread shelf-life by enzymes combination. Journal of Food Engineering, 81: 42-53

Castello P., Baret J.L., Potus J., Nicolas J. 2000. Technological and biochemical effects of exogenous lipases in breadmaking. V: 2nd European Symposium on Enzymes in Grain

Processing ESEGP-2. Simoinen T., Tenkanen M. (eds.). Espoo, Finland, Technical Research Centre of Finland: 193-200

Cauvain S.P. 2003. Bread making: an overview. V: Bread making: improving quality. Cauvain S.P. (ed.). Cambridge, CRC Press, Woodhead Publishing in Food Science and technology: 8-28

Cenčič L. 1997. Vpliv modificirane atmosfere na nekatere reološke in fizikalno-kemične lastnosti kruha. Sodobno kmetijstvo, 30, 11: 458-463

Chang M.H. 2006. Baking. V: Bakery products: science and technology. Hui Y.H. (ed.). Ames, Blackwell Publishing: 273-283

Cornell H. 2003. The chemistry and biochemistry of wheat. V: Bread making: improving quality. Cauvain S.P. (ed.). Cambridge, CRC Press, Woodhead Publishing limited: 33-46

Česen M. 2001. Pekarske učne delavnice francoskega kruha in peciva ali praktična uporaba mlečnokislinskih kultur v pekovskih izdelkih. Maribor, Kruh-Pecivo Maribor: 1-4

Dam H.W., Hille J.D.R. 1992. Yeast and enzymes in breadmaking. Cereal Foods World, 37, 3: 245-251

Damiani P., Gobetti M., Cossignani L., Corsetti A., Simonetti S., Rossi J. 1996. The sourdough microflora. Characterization of hetero- and homofermentative lactic acid bacteria, yeasts and their interaction on the basis of the volatile compounds produced. Lebensmittel Wissenschaft und Technologie, 29: 63-70

Eršte A. 1994. Vpliv aditivov na kakovost belega kruha. Diplomska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 1-33

Gaćeša S. 1979. Tehnologija slada: sa surovinama za tehnologiju piva. Beograd, Poslovna zajednica industrije piva i slada Jugoslavije: 13-32

Godfrey T. 2003. The enzyme market for grain processing. V: Recent advances in enzymes in grain processing. Courtin C.M., Veraverbeke W.S., Delcour J.A. (eds.). Leuven, Belgium: Laboratory of Food Chemistry: 401-406

Goesaert H., Gebruers K., Courtin C.M., Brijs K., Delcour J.A. 2006. Enzymes in breadmaking. V: Bakery products: science and technology. Hui Y.H., Corke H., De Leyn I., Nip W.K., Cross N. (eds.). Ames, Blackwell Publishing: 337-363

Goesaert H., Brijs K., Veraverbeke W.S., Courtin C.M., Gebruers K., Delcour J.A. 2005. Wheat flour constituents: How they impact bread quality, and how to impact their functionality. Trends Food Science and Technology, 16: 12-30

Goljat A. 2004. Kruh. Ljubljana, Kmečki glas: 24-30

Hansen B., Hull N., Hansen A. 1993. Farinogram studies on wheat doughs with added sour dough. V: The Nordic Cereal Industry in an Intergrating Europe. Proceedings from the 25th Nordic Cereal Congress. Helsinki, Finland, 6.-9. June 1993. Aalto-Kaarlenho T., Salovaara H. (eds.). Helsinki, University Press: 249-252

Heflich L. W. 1996. A baker's perspective. V: Baked goods freshness: technology, evaluation, and inhibition of staling. Hebeda R.E., Zobel H.F. (eds.). New York, Marcel Dekker: 248-255

Hoseney R.C. 1994. Principles of cereal science and technology. 2nd ed. St. Paul, American Association of Cereal Chemists: 29-52, 201-263

Hough J.S. 1991. The biotechnology of malting and brewing. New York, Cambridge University Press: 15-28

Hrovat M. 2000. Tehnološke osnove proizvodnje kruha. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 7, 10-12, 55-57

Hug-Iten S., Handschin S., Conde-Petit B., Escher F. 1999. Changes in starch microstructure on baking and staling of wheat bread. Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie, 32: 255-260

Kamel B.S., Ponte J.G.Jr. 1995. Emulsifiers in baking. V: Advances in baking technology. Kamel B.S., Stauffer C.E. (eds.). London, New York, Blackie Academic-Professional: 204-207

Katalenič M. 1998. Kam aditivov ne smemo dodajati ?. Mlinarstvo in pekarstvo, 4: 8-12

Knez M. 1974. Tehnologija pekarstva. Ljubljana, DZS: 64-95

Knightly W.H. 1996. Surfactants. V: Baked goods freshness. Hebeda R.E., Zobel H.F.(eds.). New York, Marcel Dekker: 75-89

Kovač A., Raspor P. 1994. Zmanjšana uporaba aditivov v pekarstvu. V: Aditivi. 16. Bitenčevi živilski dnevi, Bled, 9. in 10. junij. 1994. Raspor P. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 47-56

Kulp K. 1995. Enzymes as dough improvers. V: Advances in baking technology. Kamel B.S., Stauffer C.E. (eds.). London, New York, Blackie Academic-Professional: 152-176

Lai H.M., Lin T.C. 2006. Bakery products. V: Handbook of food science, technology, and engineering. Vol. 4. Hui Y. H. (ed.). Boca Raton, London, New York, Taylor & Francis Group: 44-48

Lionetto F., Maffezzoli A., Ottenhof M.A., Farhat I.A., Mitchell J.R. 2006. Ultrasonic investigation of wheat starch retrogradation. Journal of Food Engineering, 75, 2: 258-266

Malted ingredients. 2005. Suffolk, Muntons plc.Cedars Maltings.
http://www.muntons.com/malt_ingredients/htm/malted_ingredients.htm (8.7.2005):
1str.

Mathewson PR. 1998. Common enzyme reactions. Cereal Foods World, 43: 798-803

Meyer B. 1990. Verfahren zur Herstellung eines dunklen zum Färben geeigneten Lebensmittels und dessen Verwendung. German – Federal – Republic – Patent – Application DE 38 40 586 A1: 5str.

Mitani M., Maeda T., Morita N. 2003. Effects of various kinds of enzymes on dough properties and bread qualities. V: Enzymes in breadmaking. Courtin C.M., Veraverbeke W.S., Delcour J.A. (eds.). Leuven, Belgium: Laboratory of Food Chemistry: 295-302

Nicolas J., Potus J. 2000. Interactions between lipoxygenase and other oxidoreductases in baking. V: 2nd European Symposium on Enzymes in Grain Processing ESEGP-2. Simoinen T., Tenkanen M. (eds.). Espoo, Finland: Technical Research Centre of Finland: 103-120

Parker R., Ring S.G. 2001. Aspects of the physical chemistry of starch. Journal of Cereal Science, 34: 1-17

Plestenjak A. 2005. Tehnologija pekarstva. Zapiski s predavanj. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo

Plestenjak A., Požrl T. 2005. Zaviranje staranja pekovske sredice. Slovenska strokovna revija za mlinarstvo in pekarstvo, 6, 32: 4-7

Poglajen S. 2000. Dodatki z namenom izboljšanja. Mlinarstvo in pekarstvo, 4, 14: 8-11

Pravilnik o aditivih za živila. 2004. Uradni list Republike Slovenije, 14, 43: 5263-5266

Primo-Martín C., Valera R., Martínez-Anaya M.A. 2003. Effect of pentosanase and oxidases on the characteristics of doughs and the glutenin macropolymer (GMP). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51: 4673-4679

Pyler E.J. 1992. Baking science and technology. V: Encyclopedia of food science and technology. Vol. 1. Hui Y. H. (ed.). New York, John Wiley & Sons: 158-176

Renčelj S., Prajner M., Bogataj J. 1993. Kruh na Slovenskem. Ljubljana, Kmečki glas: 123-153

Schünemann C., Treu G. 1999. Technologie der Backwaren-Herstellung: Fachkundliches Lehrbuch für Bäcker und Bäckerinnen. 7. Aufl. Alfred, Gildebuchverlag: 62-64, 118-120

Shaar H. 2007. Vpliv hitrih nevronov na rast in razvoj rastlin ječmena. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 3-6

Thomas D.J., Atwell W.A. 1999. Starches. St. Paul, Eagan press handbook series: 61, 68, 73

Van der Maarel M.J.E.C., Van der Veen B., Uitdehaag J.C.M., Leemhuis H., Dijkhuizen L. 2002. Properties and applications of starch-converting enzymes of the α -amilase family. Journal of Biotechnology, 94, 2: 137-155

Yu-Yen L., Linko Y.Y. Javanainen P., Linko S. 1997. Biotechnology of bread baking. Trends in Food Science & Technology, 8: 339-343

Wieser H. 2003. The use of redox agents. V: Bread making: Improving quality. Cauvain S.P. (ed.). Cambridge, Woodhead Publishing: 424-446

Zhou W., Therdthai N. 2006. Manufacture. V: Bakery products: science and technology. Hui Y.H., Corke H., De Leyn I., Nip W.K., Cross N. (eds.). Ames, Blackwell Publishing: 301-316

Zobel H. F., Kulp K. 1996. The staling mechanism. V: Baked goods freshness: technology, evaluation and inhibition of staling. Hebeda R.E., Zobel H.F. (eds.). New York, Marcel Dekker: 1-65

ZAHVALA

PRILOGE

PRILOGA A: Rezultat kemijske analize moke



ŽITO d.d.
Šmartinska cesta 154
SI – 1529 Ljubljana
Kontrola kakovosti
tel: +386 (0)1 5876 208
faks: +386 (0)1 5876 136
E-pošta: kontrolni.laboratorij@zito.si
WWW: www.zito.si

žito

Datum: 26.10.2006

D1 ŽITO INTES
g.Ida ŠEMBERGER,univ.dipl.ing

1529 LJUBLJANA
Šmartinska 154

REZULTAT KEMIJSKE ANALIZE

Naročnik analize g.Marjan URANKAR dne 26.10.06.
Rezultat oddan naročniku: 26.10.2006
Rezultat se nanaša na prinešeni vzorec!

VZOREC:

2652 PŠENIČNA MOKA TIPA "500" C 2B/d.p.25.10.2006/up.do 25.10.2007

d o l o č i t v e (enota)	2652	<	normativ	>
suha snov (g/kg)	855.0			
vлага (g/kg)	145.0			
1 vлага (%)	14.50			
1 pepel/ss (%)	0.536			
1 vlažni lepek (%)	31.9			
1 suhi lepek (%)	10.9			
1 kakovost lepka-GQI (-)	85			
1 kislinska stopnja (-)	1.92			
1 org.last.(0=svojst.;1=nesv.) (-)	0			
1 encimatska aktivnost - FN (-)	379			
1 FARINOGRAM (glej prilogo) (-)	1			
1 EKSTENZOGRAM (glej prilogo) (-)	1			

Ad 2652: Vzorec ustreza NA 10.95 KK.



Vodja Kontrole kakovosti
Nataša ČEPON TROBEC, ing.

PRILOGA B: Ekstenzograf

Brabender® Extensograph

Brabender

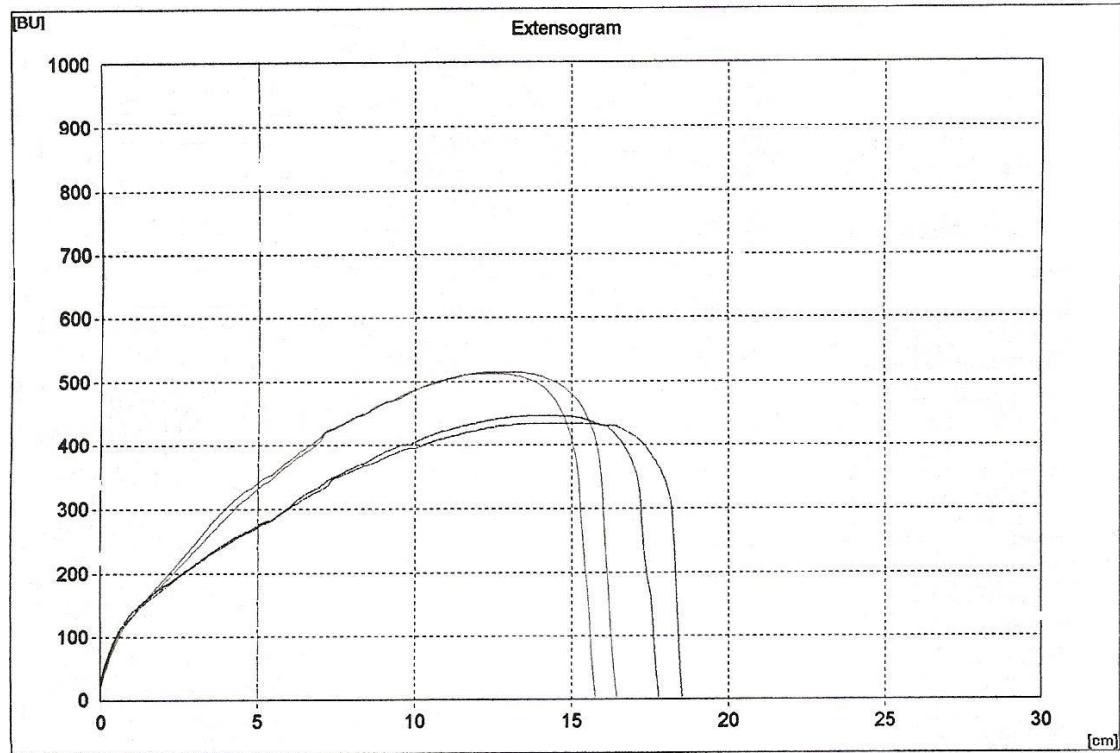
Evaluation of sample: PŠEN. MOKA T 500 C 2B 2652
Date: 26.10.06
Operator: Marija Sešek

Test after 45/90 Minutes
Waterabsorption: 59,7 %

Proving Time [min]: 45 90

Energy [cm ²]:	106	106
Resistance to Extension [BU]:	271	334
Extensibility [mm]:	182	161
Maximum [BU]:	438	511
Ratio Number:	1,5	2,1
Ratio Number (Max.):	2,4	3,2

Remarks: 25. 10. 2006
MLIN LJUBLJANA



Test: C:\Program Files\Extensograph\Data\2652-50ML.EXD

PRILOGA C: Farinograf

Brabender® Farinograph

Brabender

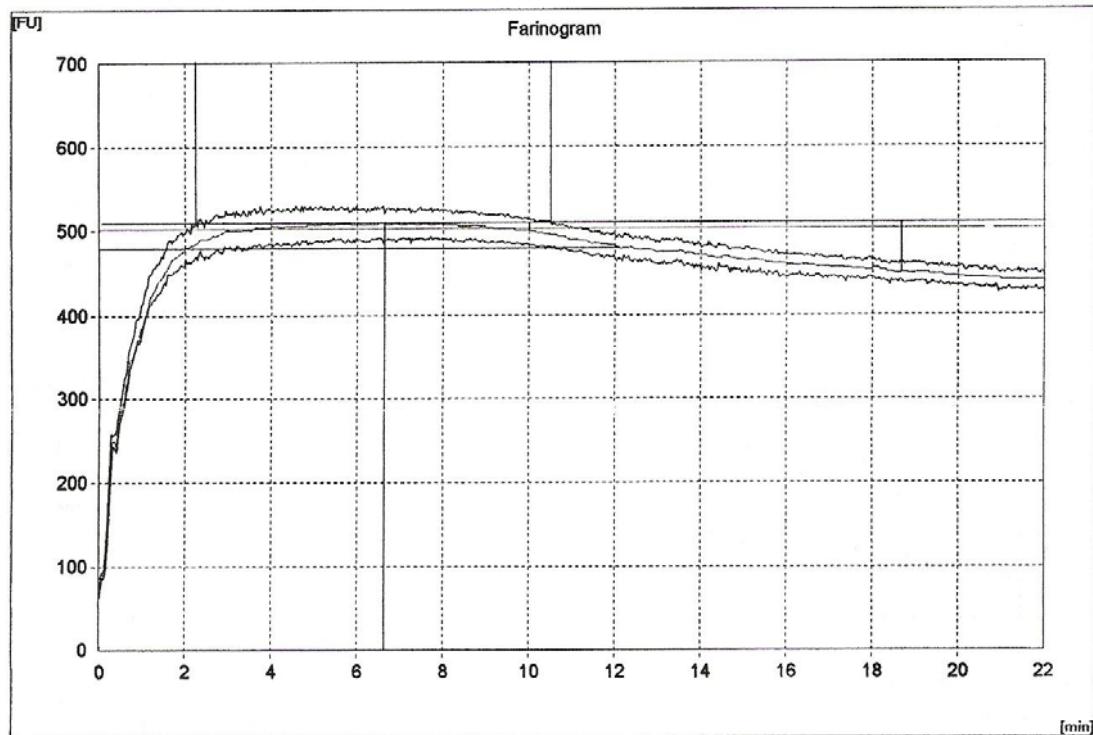
Sample: PŠEN. MOKA T 500 C 2B 2652
Date: 26.10.06 8:10:14

Method: BRABENDER / ICC / BIPEA
Operator: Marija Sešek

Mixer: 300 g Speed: 63 1/min
Consistency 507 FU with waterabsorption 59,5 %

Moisture content: 14,0 %

Waterabsorption (corrected for 500 FU): 59,7 %
Waterabsorption (corrected to 14,0 %): 59,7 %
Development time: 6,7 min
Stability: 8,3 min
Degree of softening (10 min after begin): 10 FU
Degree of softening (ICC / 12 min after max.): 59 FU
Farinograph quality number: 121
Remarks: 25. 10. 2006
MLIN LJUBLJANA



Test: C:\Program Files\Farinograph\2652-50ML.FAD