Reološka svojstva različitih sorti jarog ječma uroda 2013./2014. godine

Koči, Matea

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:070131

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

REPOZITORIJ PTFOS PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Food Technology Osijek

zir.nsk.hr

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

PREHRAMBENO – TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Matea Koči

Reološka svojstva različitih sorti jarog ječma uroda 2013./2014. godine

završni rad

Osijek, 2016.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENA TEHNOLOGIJA

Nastavni predmet

Tehnologija prerade sirovina biljnog podrijetla I

Reološka svojstva različitih sorti jarog ječma uroda 2013./2014. godine

Završni rad

Mentor: izv.prof.dr.sc. Jurislav Babić

Studentica: Matea Koči MB: 3607/12

Mentor: izv.prof.dr.sc. Jurislav Babić

Predano: 1.6.2016.

Pregledano:

Ocjena: Potpis mentora:

_____

Naslov rada: Reološka svojstva različitih sorti jarog ječma uroda 2013./2014. godine

Predmet: Tehnologija prerade sirovina biljnog podrijetla I

Mentor: izv. prof. dr. sc. Jurislav Babić

Sažetak

Cilj ovog rada bio je utvrditi reološka svojstva različitih sorti jarog ječma. U istraživanju je korišteno 10 uzoraka jarog ječma uroda 2013./2014. godine.

Analiziran je kemijski sastav tj. udio vode uzoraka ječma, te viskozitet ječmenog brašna Mikro Visko-amilografom. Rezultati su pokazali da uzorci ječma imaju približno jednaki postotak udjela vode.

Početna temperatura želatinizacije se kretala od 62,65 °C (sorta *Fran*) do 65,90°C (sorta *Igor*). Sorta ječma *Stribor* imala je najviše vrijednosti viskoznosti paste, nastale nakon želatinizacije škroba, pri svim uvjetima mjerenja, dok s druge strane sorta ječma *Jarilo* imala je najniže vrijednosti paste. Vrijednost *kidanja* (breakdown) kretala se u rasponu od 107,50 BU (*sorta Jarilo*) do 192,50 BU (*sorta Stribor*). Najnižu vrijednost *setback-a* imala je sorta *Scarlett* (310,50 BU), dok je najvišu vrijednost imala sorta *Stribor* (377 BU).

Ključne riječi: reološka svojstva, jari ječam

Title of the undergraduate thesis: Rheological properties of different spring barley varieties of 2013/2014 crop

Course: Technology of Plant-Based Raw Materials I

Mentor: Jurislav Babić, PhD, assoc.prof.

Summary

The aim of this study was to determine the rheological properties of different spring barley varieties. Ten samples of spring barley yield of 2013/2014 crop were used. Chemical composition, i.e. water content of barley samples was analyzed, while viscosity of barley flours was analysed using a Micro Visco-Amylo-Graph. The results showed barley samples to have approximately the same water content. Beginning temperature of gelatinisation ranged from 62.65 °C (Fran variety) to 65.90 °C (Igor variety). Stribor variety had the highest paste viscosity value, incurred after starch gelatinisation, at all conditions of measurement, while the Jarilo variety had the lowest values. Tear value (breakdown) ranged from 107.50 BU (Jarilo variety) to 192.50 BU (Stribor variety). Scarlett variety had the lowest setback value (310.50 BU), while Stribor variety had the highest (377 BU).

Keywords: rheological properties, spring barley

Sadržaj

1.Uvod 1
2. TEORIJSKI DIO 2
2.1. Ječam 2
2.2. Reologija 3
2.2.1. Reološka svojstva škroba i brašna 4
2.2.1.1. MICRO VISKO-AMILOGRAF 4
3. MATERIJAL I METODE 6
3.1. MATERIJAL 6
3.2. METODE 6
4.REZULTATI 8
5.RASPRAVA 12
6.ZAKLJUČCI 14
7.LITERATURA 15

1. Uvod

Ječam (*Hordeum sativum*) je široko uzgajana žitarica u prehrani ljudi i životinja, te vrlo zastupljena u prehrambenoj industriji. Zrno ječma koristi se za proizvodnju škroba dok se od ječmenih klica proizvodi ulje.

Sladni sirup se upotrebljava u pekarskoj, konditorskoj, farmaceutskoj i tekstilnoj industriji te u proizvodnji alkohola, octa i drugih proizvoda. Kontroliranim procesom klijanja zrna ječma u industrijskim razmjerima proizvodi se slad (proklijalo zrno ječma). Svrha slađenja je aktivacija enzima u zrnu ječma te modifikacija sastojaka endosperma. Sastav i svojstva ječma koji se koristi za slađenje ovisi o genotipu, kvaliteti tla te klimatskim uvjetima. Pivski ječam zahtjeva umjerene temperature i više padalina, iako to nije strogo određeno. Proizvodi se i u nepovoljnim klimatskim uvjetima, što je pogodno za uzgoj jarog ječma.

U mnogim procesima potrebno je poznavati reološka svojstva različitih materijala, odnosno njihovo ponašanje. Reologija je znanstvena disciplina koja se bavi tečenjem i deformacijom kako krutih (čvrstih), tako i tekućih materijala. Osnovna reološka svojstva krutih materijala su elastičnost i plastičnost, a tekućih viskoznost.

U ovom radu ispitivana su reološka svojstva različitih sorti jarog ječma. Ispitivanje je provedeno na Brabenderovom Micro Visco-amylograph-u.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. Ječam

Ječam (*Hordeum vulgare L.*) je u početku prvobitno služio za prehranu ljudi, no danas se više koristi za ishranu stoke te za proizvodnju slada za industriju piva. Ječam spada u porodicu *Poaceae*, tribus (odjel) *Triticeae*, subtribus (pododjel) *Hordeinae* i genius (rod) *Hordeum* koji obuhvaća oko 25 vrsta. Svi kultivirani oblici ječma svrstani su u jednu vrstu, *Hordeum vulgare* (Šimić, 2009.).

Ječam (*Hordeum vulgare*) se dijeli na 5 konvarijeteta:

- Hordeum vulgare convar. hexastichon (višeredni ječam)
- Hordeum vulgare convar. intermedium (prijelazni ječam)
- Hordeum vulgare convar. distichon (dvoredni ječam)
- Hordeum vulgare convar. dificiens (nepotpuni ječam)
- Hordeum vulgare convar. labile-irregulare (labilni ječam) (Šimić, 2009).

Najveći značaj u oplemenjivanju i proizvodnji ječma imaju konvarijeteti dvoredog (*distichon*) i šesterorednog (*hexastichon*) ječma sa svojim brojnim varijetetima i formama. Višeredni ječam ima potpuno razvijena sva tri klasića na nodiju: centralne i lateralne, svaki sa po jednim dvospolnim plodnim cvijetom. Zrna centralnih klasića su veća i simetrična. Za razliku od lateralnih koja su kod formi koje se kultiviraju manja, lakša i nesemetrična (pri dnu uvijena). Dvoredi ima samo centralne klasiće, dvospolne i plodne, dok su lateralni reducirani i neplodni. Iz toga rezultira klas koji na svakoj strani ima po jedan red podjednako razvijenih simetričnih zrna. Po toj se karakteristici može i nakon vršidbe raspoznati radi li se o sjemenu kultivara višerednog ili dvoredog ječma (Šimić, 2009.).

Najviše se uzgaja jari ječam i to na 80% površina, dok se ozimi i fakultativni kultivari uzgajaju na 20% površina i to na području Europe, Azije itd. Među žitaricama ječam ima najveće područje rasprostranjenosti, što se objašnjava visokim polimorfizmom i lakom

prilagođavanju različitim klimatskim i zemljišnim uvjetima. Postoje ozime sorte i jare sa nešto kraćom vegetacijom te jari u odnosu na ozimi ječam ima odliku bolje i ujednačenije kakvoće slada (Lalić i Kovačević, 1997., Grgić 2015.). Važno je napomenuti kako je ječam izrazito samooplodna kultura.

Prema namijeni, razlikujemo dvije vrste ječma:

- ječam namijenjen industriji slada i piva (pivski ječam) te
- ječam za ishranu stoke (krmni ili stočni ječam).

Pivarski ječam mora udovoljavati uvjetima koje postavlja industrija slada, kao što su okruglo i dobro ispunjeno zrno, fino naborana pljevica, visoka masa 1000 zrna, visok udio zrna prve klase, visoka klijavost te odgovarajući parametri kakvoće slada, dok ječam namijenjen ishranu stoke mora imati odgovarajuću količinu bjelančevina, sastav i udio esencijalnih aminokiselina. (Marić, 2000.; Šimić 2009.)

2.2. Reologija

Reologija grč. (rheo) je znanost koja proučava ponašanje tvari kada su izložene nekoj sili odnosno deformaciji te opisuje njihovo tečenje.

Osnovna svojstva krutih tvari su elastičnost i plastičnost, dok kod tekućih viskoznost. Kada na neki materijal sila djeluje trenutačno, dolazi do deformacije, a kada sila nestane materijal se vraća u prvobitno stanje, takav materijal je idealno elastičan. Materijal koji podliježe trajnoj deformaciji nazivamo plastičnim (Lovrić, 1991.).

Viskoznost je izmjerena vrijednost koja se odnosi na unutrašnje trenje supstance u tečenju. Mjeri se određivanje sile, napona smicanja, potrebne da se pomaknu čestice materijala pri određenoj brzini deformacije, brzini smicanja. Omjer napona i brzine smicanja predstavlja viskoznost (Lovrić, 1991.).

2.2.1. Reološka svojstva škroba i brašna

Reološka svojstva određenih sastojaka prehrambenih proizvoda nisu važna samo za određivanje procesnih uvjeta, nego i za definiranje parametara kakvoće, a time i prihvatljivosti proizvoda od strane potrošača (Whistelr i sur, 1984.,Grgić, 2015.)

Škrob je polisaharid koji se nalazi u endospermu, te se sastoji se od dva glukozna polimera: amiloze i amilopektina. Amiloza je linearni polimer koji je vezan α-(1-4) glikozidnom vezom, dok je amilopektin razgranati polimer vezan α-(1-4) i β-(1-6) glikozidnom vezom. Omjer amiloze i amilopektina te veličini škroba, različiti dodatci ovise o vodenoj suspenziji škroba.

Porast viskoznosti dodatkom hidrokolida (karboksimetil-celuloza, ksantan i guar) primijećen je kod normalnog kukuruznog škroba, dok su istraživanja kod škroba voštanog kukuruza, voštane riže, tapioke, normalne riže, krumpira i pšenice dala različite rezultate. Kod škrobova s visokim udjelom amilopektina, kakav je voštani kukuruzni škrob, granule brzo bubre i u velikoj mjeri pucaju, što ima za posljedicu brzo opadanje viskoznosti škrobne paste (Tattiyakul i Rao, 2000.).

Promjene viskoznosti škrobnih suspenzija tijekom zagrijavanja te reološka svojstva pasti prate se pomoću automatskih viskozimetara: Micro Visko-amilograf, rapid viskoanalyzer (RVA) itd.

Brašno je proizvod koji se dobije mljevenjem različitih žitarica. Služi za proizvodnju kruha, peciva, slastica, keksa i ostalih prehrambenih proizvoda. Važno je poznavati reološka svojstva tijesta jer ona utječu na krajnji rezultat proizvoda. Reološka svojstva brašna i tijesta mjere se pomoću: Brabenderovim amilografom, Micro Visko-amilografom, Farinografom i dr.

2.2.1.1. MICRO VISKO-AMILOGRAF

Micro Visko-amilograf je rotacijski viskozimetar koji mjeri viskoznost u određenom vremenu.

Mjerenje se vrši pri:

- određenoj temperaturi,
- ravnomjernom povećanju temperature te
- ravnomjernom sniženju temperature.

Princip mjerenja bazira se na zagrijavanju suspenzije vode i škroba, odnosno vode i brašna pod kontroliranim uvjetima. Pritom se nastala brzina vrtnje pretvara u elektronički signal i putem specijalnog programa zapisuje i vrednuje. Aktualne mjerne vrijednosti prikazuju se istovremeno i numerički i grafički. Uređaj se pokreće isključivo s računalom, koje upravlja odvijanjem postupka i dokumentira vrijednosti.



Slika 1 Micro Visko-amilograf

Uređaj je prije svega koncipiran za prehrambenu industriju – za mjerenje karakteristika želiranja škroba i proizvoda koji sadrže škrob, u što spadaju sve vrste prirodnog i modificiranog škroba (kukuruzni, škrob od raži, krumpira, riže ili tapioke), brašno, pšenično brašno, prašci za puding, gustini, zobene pahuljice i sl. Prednost mikro-visko amilografa je u tome što su potrebne relativno male količine uzoraka (5 – 15 g) i kratko trajanje postupka (Grgić, 2015.).

3. MATERIJAL I METODE

3.1. MATERIJAL

Za izradu završnog rada korišteno je 10 uzoraka jarog ječma uroda 2013./2014. godine. Cijelo zrno ječma samljeveno je u laboratorijskom mlinu čekićaru: Laboratory Mill 3100, Perten Instruments (hammer type cyclone mill with 0,8 mm sieve).

Vlaga je određena na halogenom vlagomjeru: Halogen Moisture Analyzer, Mettler Toledo.

Sorte jarog ječma:

Tabela 1: Uzorci jarog ječma

REDNI BROJ UZORKA	SORTA
Uzorak broj 1	**Jaran**
Uzorak broj 2	**Igor**
Uzorak broj 3	**Fran**
Uzorak broj 4	**Matej**
Uzorak broj 5	**Patrik**
Uzorak broj 6	**Jarilo**
Uzorak broj 7	**Springer**
Uzorak broj 8	**Stribor**
Uzorak broj 9	**Ikar**
Uzorak broj 10	**Scarlett**

3.2. METODE

Određivanje viskoznosti brašna Brabenderovim viskografom

Određivanje viskoznosti brašna provedeno je Brabenderovim Mikro visko-analyzer-om, Tip 803202, Brabender Gmbh & Co KG, Duisburg, Njemačka. Uređaj je povezan s računalom koje upravlja radom uređaja te provodi obradu dobivenih podataka.

Uzorak samljevenog ekstrudata dodan je u destiliranu vodu (u posudu Brabenderovog Mikro visko-analyzera) kako bi se pripravilo 100 g 10% suspenzije. Kod mjerenja reoloških svojstava uzorci su bili podvrgnuti temperaturnom programu:

1. Zagrijavanje od 30 do 92 ºC, brzina zagrijavanja 7,5 ºC/min;
2. Izotermno na 92 ºC, 5 minuta;
3. Hlađenje od 92 do 50 ºC, brzina hlađenja 7,5 ºC/min;
4. Izotermno na 50 ºC, 1 minuta.

Mjerenje je provedeno pri okretanju mjernog tijela od 250 $omin^{-1}$, pri čemu se dobiju sljedeći parametri:

1. Početna temperatura želatinizacije škroba [°C];
2. Viskoznost vrha - označava maksimalnu vrijednost viskoznosti nastale želatinizacijom škroba. Vrijednost se izražava u *Brabenderovim jedinicama* [BU];
3. Vrijednost viskoznosti pri 92 °C [BU];
4. Vrijednost viskoznosti nakon 5 minuta miješanja na 92 °C [BU];
5. Vrijednost viskoznosti pri 50 °C [BU];
6. Vrijednost viskoznosti nakon 1 minute miješanja na 50 °C. Označava stabilnost pri 50 °C [BU];
7. *Kidanje* - izračunava se oduzimanjem vrijednosti viskoznosti nakon 5 minuta miješanja na 92 °C od vrijednosti viskoznosti vrha. Označava stabilnost tijekom miješanja pri visokim temperaturama 92 °C.
8. „*Setback*“ - Izračunava se oduzimanjem vrijednosti viskoznosti pri 92 °C nakon 5 minuta miješanja od vrijednosti viskoznosti pri 50 °C; ova vrijednost označava sklonost škrobne paste retrogradaciji [BU].

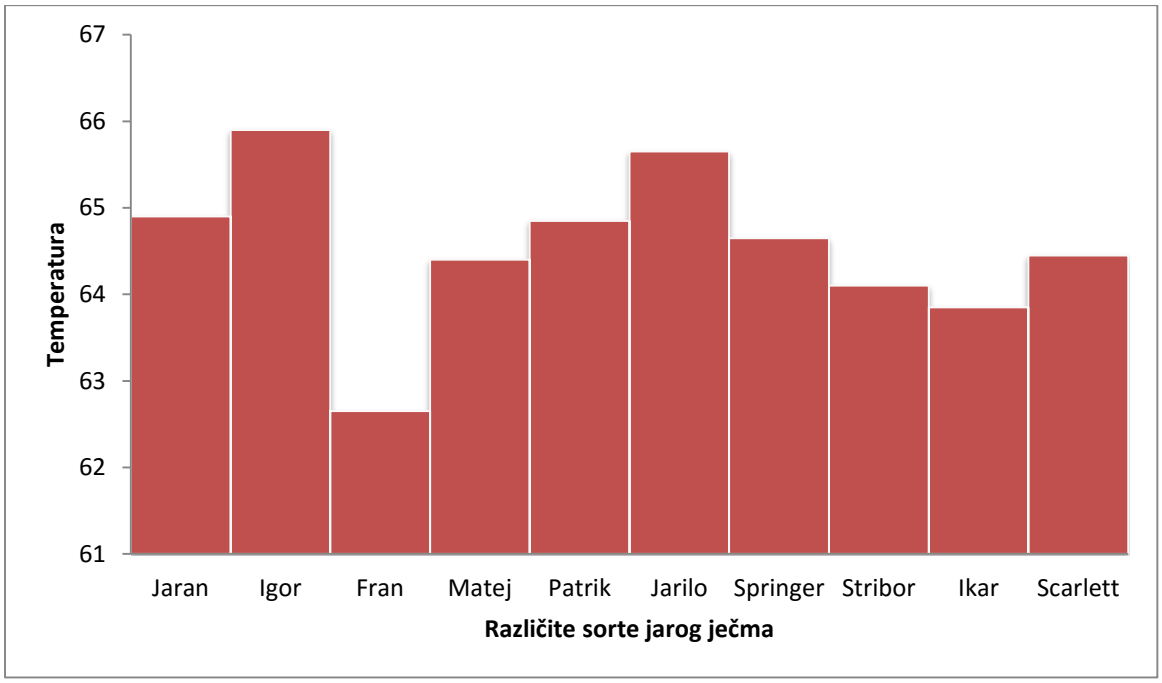
4.REZULTATI

Tabela 2: Udio vode različitih sorti jarog ječma

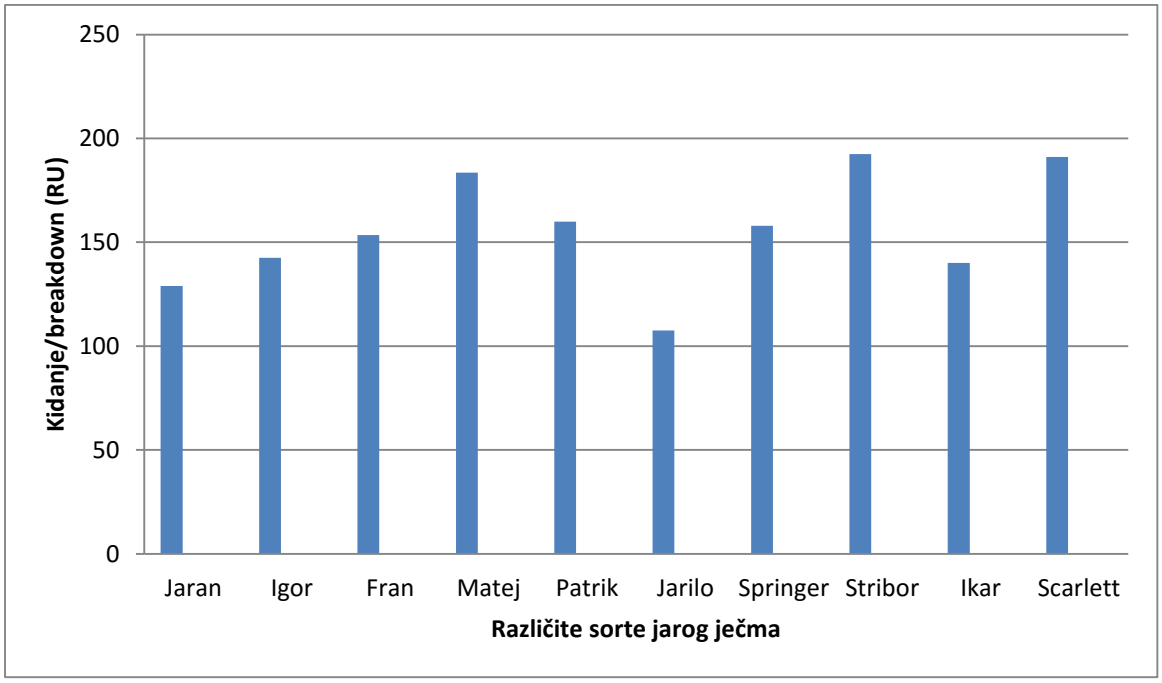
UZORAK	SORTA	UDIO VODE (%)
Uzorak broj 1	Jaran	10,14
Uzorak broj 2	Igor	10,25
Uzorak broj 3	Fran	10,38
Uzorak broj 4	Matej	10,35
Uzorak broj 5	Patrik	10,49
Uzorak broj 6	Jarilo	10,27
Uzorak broj 7	Springer	10,44
Uzorak broj 8	Stribor	10,52
Uzorak broj 9	Ikar	10,49
Uzorak broj 10	Scarlett	10,14

Tabela 3: Reološka svojstva različitih vrsta jarog ječma

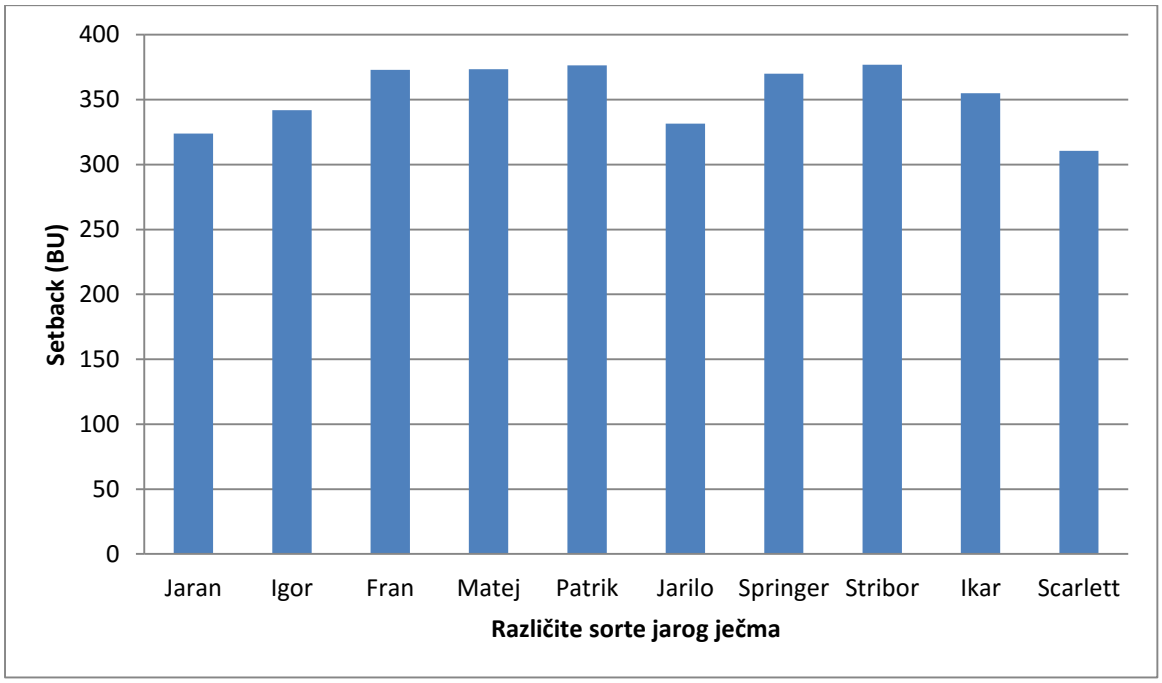
SORTA	Početna temperatura želatinizacije	viskoznost vrha (BU)*	viskoznost pri 92° (BU)*	nakon 5 min. miješanja pri 92° (BU)*	viskoznost pri 50° (BU)*	nakon 1 min. miješanja pri 50° (BU)*
Jaran	64,90±1,13	392,50±13,44	388,50±10,61	263,50±2,12	587,50±13,44	560,00±1,41
Igor	65,90±1,84	449,50±13,44	449,50±13,44	307,00±1,41	649,00±1,41	632,00±18,38
Fran	62,65±2,05	447,50±17,68	473,50±14,85	324,00±0,00	697,00±2,83	671,00±9,90
Matej	64,40±0,00	497,50±4,95	497,50±4,95	314,00±4,24	687,50±9,19	660,50±4,95
Patrik	64,85±0,07	483,50±2,12	479,00±8,49	323,50±0,71	700,00±4,24	677,50±3,54
Jarilo	65,65±0,21	363,00±9,90	362,50±10,61	255,50±0,71	587,00±4,24	568,50±3,54
Springer	64,65±0,78	471,50±10,61	471,00±11,31	313,50±3,54	683,50±3,54	661,50±4,95
Stribor	64,10±0,14	544,50±16,26	544,00±16,97	352,00±5,66	729,00±12,73	726,50±13,44
Ikar	63,85±1,06	438,50±7,78	438,50±7,78	298,50±0,71	653,50±4,95	629,00±11,31
Scarlett	64,45±0,78	414,50±12,02	413,50±13,44	223,50±0,71	534,00±8,49	513,50±2,12



Slika 2: Početne temperature želatinizacije



Slika 3: Kidanje/breakdown različitih sorti jarog ječma



Slika 4: Setback različitih sorti jarog ječma

5.RASPRAVA

Reološka svojstva različitih sorti jarog ječma

Reološka svojstva jarog ječma prikaza su u **tablici 3** te na slikama od 2 do 4. Kao što je vidljivo iz rezultata prikazanih na **slici 2**, početna temperatura želatinizacije se kretala od 62,65 °C (sorta *Fran*) do 65,90°C (sorta *Igor*). Ostale sorte imale su sljedeće vrijednosti: Ikar (63,85°C) < Stribor (64,10°C) < Matej (64,40°C) < Scarlett (64,45°C) < Springer (64,65°C) < Patrik (64,85°C) < Jaran (64,90°C) < Jarilo (65,65°C).

Sorta ječma *Stribor* imala je najviše vrijednosti viskoznosti paste, nastale nakon želatinizacije škroba, pri svim uvjetima mjerenja: viskoznost vrha (544,50 BU), viskoznost pri 92°C (544 BU), nakon 5 min. miješanja na 92°C (352 BU), viskoznost pri 50°C (729 BU) te nakon 1 min. miješanja (726,50 BU). S druge strane, sorta ječma *Jarilo* imala je najniže vrijednosti paste: viskoznost vrha (363 BU), viskoznost pri 92°C (362,50 BU), nakon 5 min. miješanja na 92°C (255,50 BU), viskoznost pri 50°C (587 BU) te nakon 1 min. miješanja pri 50°C (568,50 BU). Vrijednosti viskoznosti pasta ostalih sorti ječma kretale su se u rasponu: viskoznost vrha od 392,50 BU (*Jarilo*) do 497,50 BU (*Matej*), viskoznost pri 92°C od 388,50 BU (*Jaran*) do 497,50 BU (*Matej*), nakon 5 minuta miješanja pri 92°C od 223,50 BU (*Scarlett*) do 324,00 BU (*Fran*), viskoznost pri 50°C od 534,00 BU (*Scarlett*) do 700,00 BU (*Patrik*) te nakon 1 minute miješanja pri 50°C od 513,50 BU (*Scarlett*) do 677,50 BU (*Patrik*).

Iz razlike vrijednosti viskoznosti vrha i viskoznosti nakon 20 min. miješanja pri 92 °C dobiva se vrijednost tzv. *kidanja*, koja označava stabilnost škrobne paste tijekom miješanja pri visokim temperaturama (Ačkar, 2007). Vrijednost *kidanja* kretala se u rasponu od 107,50 BU (*sorta Jarilo*) do 192,50 BU (*sorta Stribor*). Ostale sorte imale su sljedeće vrijednosti *kidanja*: 129 BU (Jaran) < 140,00 BU (Ikar) < 142,50 BU (Igor) < 153,50 BU (Fran) < 158 BU (Springer) < 160 BU (Patrik) < 183,50 BU (Matej) < 191,00 BU (Scarlett).

Setback vrijednost pokazuje sklonost škrobne paste retrogradaciji te stupanj imobilizacije vode u nabijenim centrima škroba, slobodne i lipide vezane u komplekse u zavojnici škroba. Vezanje vode na nabijene centre u granuli škroba smanjuje efektivnu koncentraciju vode u kontinuiranoj fazi što rezultira porastom viskoznosti tijekom

hlađenja (Ačkar, 2007). Najnižu vrijednost *setback-a* **slika 4.** imala je sorta *Scarlett* (310,50 BU), dok je najvišu vrijednost imala sorta *Stribor* (377 BU). Ostale vrijednosti *setback-a*: 324 BU (*Jaran*) < 331,50 BU (*Jarilo*) < 342,00 BU (*Igor*) < 355 BU (*Ikar*) < 370 BU (*Springer*) < 373 BU (*Fran*) < 373,50 BU (*Matej*) < 376,50 BU (*Patrik*).

6.ZAKLJUČCI

Na osnovi rezultata provedenih u ovom radu, mogu se izvesti sljedeći zaključci:

1. Svi uzorci jarog ječma imali su približno jednak udio vode koji se kretao u rasponu od 10,14-10,52 %.
2. Početne temperature želatinizacije kretale su se u rasponu od 62,65 °C (sorta *Fran*) do 65,90°C (sorta *Igor*).
3. Sorta ječma *Stribor* imala je najviše vrijednosti viskoznosti paste, nastale nakon želatinizacije škroba, dok sorta ječma *Jarilo* imala je najniže vrijednosti paste pri svim uvjetima mjerenja.
4. Vrijednost *kidanja* kretala se u rasponu od 107,50 BU (*sorta Jarilo*) do 192,50 BU (*sorta Stribor*).
5. Najnižu vrijednost *setback-a* imala je sorta *Scarlett* (310,50 BU), dok je najvišu vrijednost imala sorta *Stribor* (377 BU).

7.LITERATURA

https://www.google.hr/?gws_rd=ssl#q=Micro+Visko+amilograf

https://repozitorij.ptfos.hr/islandora/object/ptfos%3A922/datastream/PDF/view

https://repozitorij.ptfos.hr/islandora/object/ptfos%3A158/datastream/PDF/view

http://www.kvasac.hr/razlicite_vrste_brasna.html

https://hr.wikipedia.org/wiki/Reologija

Ačkar Đ.: *Izoliranje, modificiranje i karakteriziranje škroba pšenice*. Doktorski rad. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2010.

Grgić Ilija: *Korelacija reoloških svojstava ječma i kvalitete slada.* Diplomski rad. Prehrambeno- tehnološki fakultet Osijek, Osijek 2015.

Lalić A, Kovačević J.: *Oplemenjivanje ječma za potrebe sladarstva i stočarstva u Republici Hrvatskoj*. Poljoprivreda, 3, 31-45, 1997.

Marić V.: *Proizvodnja ječmenog slada*. U Biotehnologija i Sirovine. V. Marić (ur.), Stručna i poslovna knjiga d.o.o., Zagreb, str. 155-180, 2000.

Tattiyakul J., Rao M.A.: *Rheological behavior of cross-linked waxy maize strach dispersion during and after heating*. Carbohydr. Polym., 43, 215-222, 2000.

Šimić G.: *Utjecaj genotipa i okolišnih uvjeta na parametre sladarske kakvoće ozimog ječma* (*Hordeum vulgare L.).* Doktorski rad. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2009.

Lovrić T.: *Procesi u prehrambenoj industriji s osnovama prehrambenog inženjerstva*. Sveučilište u Zagrebu, HINUS Zagreb, 1991.