Utjecaj postupka slađenja pšenice na veličinu i strukturu gubitaka suhe tvari slada

Martinov, Davor

Master's thesis / Diplomski rad

2014

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:109:985412

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

Davor Martinov

UTJECAJ POSTUPKA SLAĐENJA PŠENICE NA VELIČINU I STRUKTURU GUBITAKA SUHE TVARI SLADA

DIPLOMSKI RAD

Osijek, listopad, 2014.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

DIPLOMSKI RAD

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek
Zavod za procesno inženjerstvo
Katedra za bioprocesno inženjerstvo
Franje Kuhača 20, 31000 Osijek, Hrvatska

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija
Nastavni predmet: Biotehnološka proizvodnja hrane
Tema rada je prihvaćena na VIII sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek održanoj 27. svibnja 2014.
Mentor: izv. prof. dr.sc. Vinko Krstanović
Pomoć pri izradi: Kristina Habschied, dipl. ing.

UTJECAJ POSTUPKA SLAĐENJA PŠENICE NA VELIČINU I STRUKTURU GUBITAKA SUHE TVARI SLADA

Davor Martinov, /173-DI

Sažetak:
Slađeno zrno iz sortnih pokusa 10 domaćih sorti pšenica (Srpanjka, Lucija, Superžitarka, Žitarka, Golubica, Olimpija, Antonija, Vulkan, Felix i Zlata) grupirane su prema različitim vrijednostima za polazne pokazatelje kakvoće. Provedena su 4 postupaka slađenja i to: (A) standardni postupak (kontrola); (B) restriktivni postupak s ravnomjernim povišenjem temperature tijekom klijanja do kraja procesa; (C) intenzivni postupak s ravnomjernim snižavanjem temperature tijekom klijanja do kraja procesa; i (D) umjereno restriktivni postupak s blagim povišenjem temperature klijanja treći i četvrti dan do kraja procesa mikroslađenja. Dobiveni rezultati pokazuju da su ukupni gubici suhe tvari najveći kod umjereno restriktivnog postupka (D), dok su kod intenzivnog postupka (C) i standardnog postupka (A) dobivene slične vrijednosti. Daleko niže vrijednosti dobivene su restriktivnim postupkom (B). Kod strukture gubitaka najveći gubici na disanje dobiveni su u postupku (D), ali je razlika između postupaka (A), (C) i (D) bila mala. U postupku (B) dobivene su najniže vrijednosti za gubitke na disanje. Uočeno je da su se ispitivane sorte razvrstale u grupe s obzirom na vrijednosti za ukupne gubitke i gubitke na disanje i klici i korjenčić.

Ključne riječi: pšenični slad, postupci slađenja, gubici

Rad sadrži: 66 stranica
31 slika
14 tablice
0 priloga
30 literaturnih referenci

Jezik izvornika: Hrvatski

Sastav Povjerenstva za obranu:

1.	Doc. dr. sc. Natalija Velić	Predsjednik
2.	Prof. dr. sc. Vinko Krstanović	član-mentor
3.	Prof. dr. sc. Vedran Slačanac	Član
4.	Doc. dr. sc. Krešimir Mastanjević	zamjena člana

Datum obrane: 9.listopada, 2014.

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek, Franje Kuhača 20, Osijek.

BASIC DOCUMENTATION CARD

GRADUATE THESIS

University Josip Juraj Strossmayer in Osijek
Faculty of Food Technology Osijek
Department of Process Engineering
Sub-department of Bioprocess Engineering
Franje Kuhača 20, HR-31000 Osijek, Croatia

Scientific area:	Biotechnical sciences
Scientific field:	Food technology
Course title:	Biotehnology of food production
Thesis subject	approved by the Faculty Council of the Faculty of Food Technology Osijek at its session no. VIII held on May 27, 2014.
Mentor:	PhD, Vinko Krstanović, Associate Prof.
Technical assistance:	Kristina Habschied, M. Sc.

THE INFLUENCE OF WHEAT MALTING ON THE AMOUNT AND STRUCTURE OF MALT DRY MATTER LOSS

Davor Martinov, /173-DI

Summary:
The malted grain obtained from 10 malting processes of domestic wheat varieties (Srpanjka, Lucija, Superžitarka, Žitarka, Golubica, Olimpija, Antonija, Vulkan, Felix i Zlata), were grouped according to different starting quality indicators values. Four malting processes were shown through: (A) standard procedure (control); (B) restrictive procedure with equal temperature increase during germination till the end of the process; (C) intensive procedure with equal temperature decrease during germination till the end of the process; (D) moderately restrictive procedure with mild temperature increase during the third and fourth day of germination till the end of micromalting procedure. The obtained results show that the total dry matter loss is highest in moderately restictive procedure (D), while in intense procedure (C) and standard procedure (A) similar values were obtained. Far lower values were obtained in restrictive procedure (B). Considering the structure of losses, the highest are respiration losses in procedure (D), but little difference was observed between all procedures. Procedure (B) showed lowest values for respiration loss. It has been proven that the investigated varieties were grouped considering total losses, respiration losses and germination losses.

Key words: wheat malt, malting procedure, malting loss

Thesis contains:
66 pages
31 figures
14 tables
0 supplements
30 references

Original in: Croatian

Defense committee:

1.	Natalija Velić, PhD, assistant. prof.	chair person
2.	Vinko Krstanović, PhD, associate prof.	Supervisor
3.	Vedran Slačanac, PhD, associate prof.	Member
4.	Krešimir Mastanjević, PhD, assistant. prof.	stand-in

Defense date: October 9th, 2014

Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited in Library of the Faculty of Food Technology Osijek, Franje Kuhača 20, Osijek.

Zahvaljujem se Prof. dr. sc. Vinku Krstanoviću svome mentoru na predloženoj temi i ukazanom povjerenju prilikom izrade diplomskog rada.

Također se zahvaljujem dipl.ing. Kristini Habschied na brojnim stručnim savjetima i potpori tijekom izrade ovoga rada.

Sadržaj

1. UVOD 7

2. TEORIJSKI DIO 3

2.1. PŠENICA KAO PIVARSKA SIROVINA 4

2.1.1 Primjena pšenice u pivovarstvu 5

2.1.2. Teorijske osnove slađenja 6

2.1.3. Slađenje pšenice 11

2.1.4. Gubici tijekom slađenja 13

2.1.5. Preporučene vrijednosti kakvoće za pšenični slad 14

3. EKSPERIMENTALNI DIO 17

3.1. ZADATAK 18

3.2. MATERIJAL I METODE 18

3.2.1. Materijal 18

3.2.2. Metode 29

3.2.3. Mikroslađenje 32

3.2.4. Analiza procesa mikroslađenja 36

3.2.5. Analiza slada 37

3.2.6. Računske metode i program za obradu rezultata 40

4. REZULTATI 41

4.1. REZULTATI ODREĐIVANJA POLAZNIH POKAZATELJA KAKVOĆE UZORAKA PŠENICE 42

4.2. REZULTATI ODREĐIVANJA USPJEŠNOSTI POSTUPAKA MIKROSLAĐENJA 43

4.3. REZULTATI ODREĐIVANJA POKAZATELJA KVALITETE U GOTOVIM SLADOVIMA 51

5. RASPRAVA 58

6. ZAKLJUČCI 62

7. LITERATURA 66

Popis oznaka, kratica i simbola

MEBAK Srednjeeuropska komisija za pivarsku analitiku

EBC European Brewery Convention

FAN Slobodni α-amino dušik (Free Amino Nitrogen)

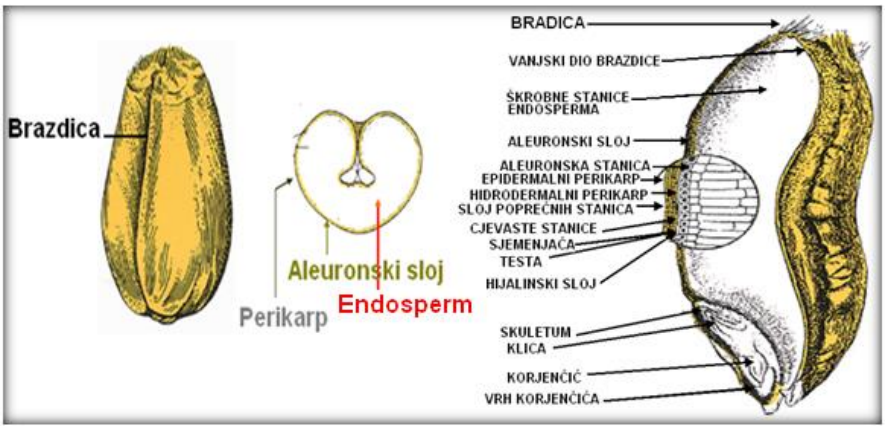
1. UVOD

Slađenje žitarica za potrebe pivarske industrije (prvenstveno ječma pšenice) ima svoj tehnološki i ekonomski aspekt. Oba dva moraju biti zadovoljena kako bi proizvodni proces bio uspješan. Tehnološki uspješan proces slađenja podrazumijeva da smo dobili slad sa zadovoljavajućim vrijednostima za određeni traženi ili preporučeni skup pokazatelja kakvoće. Ekonomski uspješan proces slađenja zapravo znači da je prethodni zahtjev postignut uz prihvatljivu cijenu gotovog proizvoda. Kako je slađenje pšenice ili ječma u principu umjetno potaknuto klijanje sjemena koje se prekida kada se postigne željeni stupanj modifikacije, jasno je da će prilikom samog procesa namakanja, klijanja i sušenja dolaziti do određenih gubitaka suhe tvari. Kako je suha tvar slada izvor ekstrakta, a fermentabilni ekstrakt zapravo izvor šećera koji su supstrat za nastanak piva djelovanjem kvasca. Dakle cilj svakog dobrog sladara je da proces proizvodnje slada završi tako da se sačuva maksimalno mogući udjel fermentabilnog ekstrakta. Tijekom slađenja dolazi do gubitaka suhe tvari slada, i to kao gubici na klicu i korjenčić, te kao gubici na disanje. To se događa zato jer klijanjem zapravo nastaje nova biljka kojoj je za rast korjenčića potrebna energija i određeni drugi sastojci uzrokujući gubitke. Isto tako, tijekom disanja, pšenica živi i diše i potrebna joj je hrana. Ovi gubici su neizbježni, no isto tako se, u određenoj mjeri, mogu kontrolirati i ograničiti. Pored toga slađenjem moramo dobiti dobru modifikaciju (razrahljenost) zrna uz dovoljnu enzimsku snagu slada. U ovom radu ispitivao se utjecaj procesnih parametara tijekom slađenja na ukupne gubitke tijekom slađenja pšenice, kao i na strukturu tih gubitaka (gubici na klicu i korijenčić, te gubici na disanje) i ustanovljavani su polazni pokazatelji kakvoće ispitivanih pšenica, pokazatelji kakvoće postupka mikroslađenja (zeleni slad), te gotovog slada. Provedena su 4 postupaka slađenja i to: (A) standardni postupak (kontrola); (B) restriktivni postupak s ravnomjernim povišenjem temperature tijekom klijanja do kraja procesa; (C) intenzivni postupak s ravnomjernim snižavanjem temperature tijekom klijanja do kraja procesa; i (D) umjereno restriktivni postupak s blagim povišenjem temperature klijanja treći i četvrti dan do kraja procesa mikroslađenja. Na temelju dobivenih rezultata, te njihovom usporedbom s dostupnim podacima u znanstveno-stručnoj literaturi procijenjena je uspješnost određenog postupka mikroslađenja s obzirom na preporučene vrijednosti za ukupne gubitke prilikom slađenja i na međusobni odnos gubitaka.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. PŠENICA KAO PIVARSKA SIROVINA

Pšenica (*Triticum aestivum*) je jedna od najraširenijih žitarica na svijetu koja je vrlo bogata škrobom, te kao takva predstavlja pogodnu sirovinu za proizvodnju piva. Poznato je da se pšenica kao pivarska sirovina koristila, uz ječam, već od samih početaka proizvodnje piva (Marić i sur., 1995.), ali pravo porijeklo pšenice ne zna se sa sigurnošću (Jelača, 1972.). U pivarskoj industriji koristi se slađena i neslađena pšenica. U neslađenoj pšenici škrob dolazi u prirodnom obliku (cjelovito zrno, usitnjeno zrno, brašno, krupica), zatim kao pšenični sirup i preželatiziran. Takva pšenica koristi se kao dodatak ječmenom sladu kako bi se povećao ukupni ekstrakt u pivu, što na kraju rezultira jeftinijom proizvodnjom. Upotrebljava se jos i zbog toga da osigura punoću okusa te stabilnost piva i pjene. Postupkom slađenja dobiva se slađena pšenica tijekom čega se u zrnu odvijaju mnoštvo procesa i sinteze novih ili aktivacija starih enzima. Pšenica koja se koristi za proizvodnju piva mora biti potpuno zrela, mikrobiološki ispravna, imati zadovoljavajuću klijavost te energiju klijanja. **Slika 1** prikazuje morfološku građu zrna pšenice sastavljene od tri osnovna dijela: perikarpa, aleuronskog sloja i endosperma.



Slika 1 Shema uzdužnog i poprečnog presjeka zrna pšenice duž brazdice (D'Appolonia, 1987.)

Zrno pšenice ovalnog je oblika te je duboko usječeno u unutrašnjost endosperma. Ne posjeduje pljevicu i naziva se „golim“ i zbog toga brže apsorbira vodu za razliku od ječma, što rezultira kraćim vremenom namakanja prilikom slađenja. Na vrhu zrna nalazi se bradica prepuna cijevastih dlačica koje imaju važnu ulogu u sorpcijskim procesima prilikom močenja. Nedostatak pljevice predstavlja problem prilikom klijanja, budući je zametak nezaštićen te može doći do odvajanja zrna. Klica predstavlja najvrijedniji dio zrna zbog toga jer su u njoj

koncentrirani vitamini, enzimi, esencijalne amino kiseline, kao i visok udjel masti koji čini pšenicu kemijski nestabilnom i osjetljivom, no isto tako i lako odvojivom od slada prilikom otklicavanja (Chandra, 1997.).

Najveći udjel u zrnu čini endosperm, koji je i tehnološki najvažniji budući ima najveći utjecaj na mogućnost modifikacije zrna za vrijeme slađenja te kasnije tijekom ukomljavanja (Chandra, 1997.). Pšenični škrob ima nižu temperaturu želatinizacije od ječmenog čineći tako neslađenu pšenicu čestim dodatakom pri proizvodnji piva.

2.1.1 Primjena pšenice u pivovarstvu

Pšenica ima dugačku tradiciju kao sirovina za proizvodnju slada i piva. Ipak, proučavana je u mnogo manjoj mjeri nego ječam koji je još uvijek broj jedan u proizvodnji piva. Sadržaj proteina u pšenici kreće se od 6 do 20%, ovisno o sorti i karakteristikama za pečenje, kao i o vanjskim uvjetima tijekom rasta. Kako je pšenica najviše korištena žitarica u pekarskoj industriji, fokus uzgoja i istraživanja pšenice je stavljen na optimizaciju procesa pečenja (kao npr. visoki udio proteina, stabilan broj padanja, stalna kvaliteta pečenja). Dobro je poznato da sorte pšenice sa visokim udjelom proteina izazivaju probleme u procesu proizvodnje piva, te su stoga sorte s niskim udjelom proteina i niskom viskoznošću preferirane za proizvodnju piva. Kako se uporaba pšenice kao sirovine za pivo skoro udvostručila od 1990. do 2009., i još uvijek je u porastu, veći fokus je stavljen na provođenje istraživanja pšenice za proizvodnju slada i piva. Stoga je od velikog interesa promatrati sorte pšenice prikladne za proizvodnju piva i više se ustredotočiti na pšenicu kao pivarsku sirovinu (Faltermaier, 2014.).

Pšenični slad primijenjuje se u proizvodnji čistih, pšeničnih piva (Weizenbier odnosno Weissbier, 50% ili više u usipku) ili u kombinaciji s ječmenim sladom (Alt i Kolsch piva, do 20% usipka)(Narziss, 1999.) Prema novijim istraživanjima povećanjem udjela pšeničnog slada u usipku dobivaju se piva punijeg, zaokruženijeg okusa te harmoničnije gorčine. Prema Keiningeru optimalni udio u usipku je između 40 i 60% (Schmidt, 1978.).

Pšenični slad je s jedne strane vrsta specijalnog slada, dok s druge strane predstavlja osnovni sastojak usipka prilikom proizvodnje određenih vrsta piva. Kada se promatra kao vrsta specijalnog slada, on je dodatak (u niskom postotku) koji na određeni način treba „osvježiti okus“ uglavnom standardnog lager piva. Ova primjena iziskuje određene

modifikacije u procesu proizvodnje , no zahvaljujući velikom napretku na području vođenja i kontrole procesa ovo više ne predstavlja osobit izazov za tehnologe.

2.1.2. Teorijske osnove slađenja

Događanja kod slađenja pšenice ne razlikuju se bitno od onih kod slađenja ječma budući su ječam i pšenica vrlo slične sirovine. Većina saznanja o tehnologiji slađenja ječma može se primijenjivati i kod slađenja pšenice uzimajući u obzir neke bitne razlike između ječma i pšenice. Slađenje se može definirati kao simulacija rasta nove biljke u kontroliranim uvjetima, gdje se podešavanjem procesnih uvjeta iniciraju i usmjeravaju fiziološki i biokemijski procesi u zrnu. Cilj tog postupka je dobiti djelomično promijenjeno zrno (slad) sa unaprijed definiranim svojstvima. Procesom slađenja zrno prolazi kroz 3 glavna događanja: apsorpcija vode (bubrenje), rast embrija (klijanje) te zaustavljanje rasta i stabilizacija zrna slada (sušenje). U svakoj od ovih faza zbivaju se razni fiziološki, kemijski, biokemijski i fizikalni procesi koji se nalaze u interakciji te se ne mogu promatrati odvojeno.

U procesu slađenja kontroliraju se i reguliraju procesni parametri: trajanje močenja (pauze u vodi i na zraku), temperatura zraka, temperatura vode za močenje, temperatura klijanja, trajanje klijanja, učestalost prevrtanja gomile, opskrba zrakom (provjetravanje), te trajanje i temperaturni režim sušenja. No, biokemijske, fiziološke i fizikalne promjene koje se zahvaljujući tome zbivaju u zrnu te su odlučujuće za kvalitetu dobivenog slada, izuzetno su složene i donekle još nepoznate. Grubo se može reći da se procesom slađenja kao produkt dobiva promijenjena struktura zrna pšenice te bi ga mogli nazvati „ograničena razgradnja“ zrna.

Ograničena razgradnja zrna „zbirni“ je pokazatelj uspješnosti procesa te ima odlučujuću ulogu u konačnoj kvaliteti slada. Promjena strukture zrna posljedica je kataboličkih biokemijskih procesa male gradivne molekule za rast embrija i energiju, a mogu se označiti terminima „citoliza“, „proteoliza“ i „amiloliza“. Ti procesi kreću praktički istodobno i tijekom procesa slađenja teku paralelno te tako utječu jedan na drugi. Druga vrsta promjena veže se uz anaboličke biokemijske procese podrazumijevajući sintezu novih ili aktiviranje postojećih enzima u zrnu. Njih se može nazvati „povećanjem enzimske snage“ zrna i to je drugi važan pokazatelj kvalitete gotovog slada, budući slad služi kao prirodni izvor mnogih enzima.

Apsorpcija vode u zrno (močenje)

Suho, stabilizirano zrno pšenice gotovo da i nema enzimske aktivnosti. Budući se enzimske reakcije mogu odvijati samo u vodenoj sredini, cilj močenja je povećanje sadržaja vode u zrnu. Močenjem zrno bubri do volumena većeg za trećinu od početnog. Osim aktivacije enzima, močenjem se induciraju i životne aktivnosti embrija i zrno počinje disati te ga zbog toga treba opskrbljivati ne samo vodom nego i kisikom. Pošto nema pljevicu zrno pšenice može vodu primati vrlo brzo te vrijeme namakanja traje kraće nego kod ječma. Zrno dolazi u skladište sa oko 12% vlažnosti te se moči do 44-45% vlažnosti(farmhousemalt.blogspot.com). Mjesto gdje voda prodire najbrže u zrno je u zoni embrija, odnosno preko donjeg dijela zrna. Brzina apsorpcije ovisi o temperaturi i vremenu močenja, dimenzijama zrna, sorti i vremenskim uvjetima koji su vladali u prethodnoj sezoni. Primanje vlage u početku namakanja je vrlo brzo no vremenom usporava jer dolazi do zasićenja. Aprosrpcija je brža i vrijeme postizanja zasićenja zrna traje kraće što je temperatura vode za močenje viša. Krupnija zrna primaju vodu sporije od sitnijih te je nužno sortiranjem osigurati što ujednačeniju šaržu zrna kako bi močenje bilo što ravnomjernije. Prekomjerno močenje pšenice vrlo je štetno jer je zrno tada osjetljivije na tlak te dolazi do sabijanja gomile, a njime se isto tako stvaraju povoljniji uvjeti za štetno „anaerobno“ ili „intermolekulsko“ disanje. Pšenica koja se previše moči se, također, i teže prenosi u klijalište.

Faktor o kojemu se mora voditi računa je i „hidrosenzibilnost šarže“ pod kojim se podrazumijeva pojava da energija klijanja jako opada ako zrno ima na raspolaganju više vode nego što mu je nužno za klijanje. Vlaga koju zrno prima raspoređuje se različito pri čemu se „dobro primanje vlage“ ne može poistovjetiti s ravnomjernim i brzim vlaženjem endosperma. Jako vitalno zrno ima intenzivan rast korjenčića i brzo klija. Takve sorte dobro i brzo primaju vlagu s time da se ona neravnomjerno raspoređuje u zrnu pa se u endospermu vrlo polako dostiže potreban sadržaj vlage. Sorte koje imaju mali intenzitet klijanja i slabi rast korjenčića sporije primaju vlagu u zrno, ali uz vrlo brzo dovođenje u endosperm. O tome se vodi računa kod slađenja određene šarže jer se prema tome podešavaju procesni parametri (temp. i vrijeme močenja). Jače vitalno zrno tijekom klijanja se naplavljuje, i do traženog stupnja namočenosti dodatno moči raspršivanjem. Stupanj namočenosti je omjer težine vode (g) i 100 g namočenog zrna, a izražava se u %. Slabije vitalno zrno tijekom močenja se snažno prozračuje uz produžene pauze na zraku. U kasnijim fazama močenja apsorpcija vode

biva sve slabija, a životne aktivnosti sve intenzivnije, što znači da se zrno pšenice samo prvih nekoliko sati može držati pod vodom bez negativnih posljedica, a poslije toga nužna je aeracija uz „pauze na zraku“ odvođenjem nastalog CO_2. Kada bi zrno ostalo bez kisika, došlo bi do tzv. „intermolekulskog“ ili „anaerobnog“ disanja koje bi dovelo do smrti embrija (Narziss, 1999.).

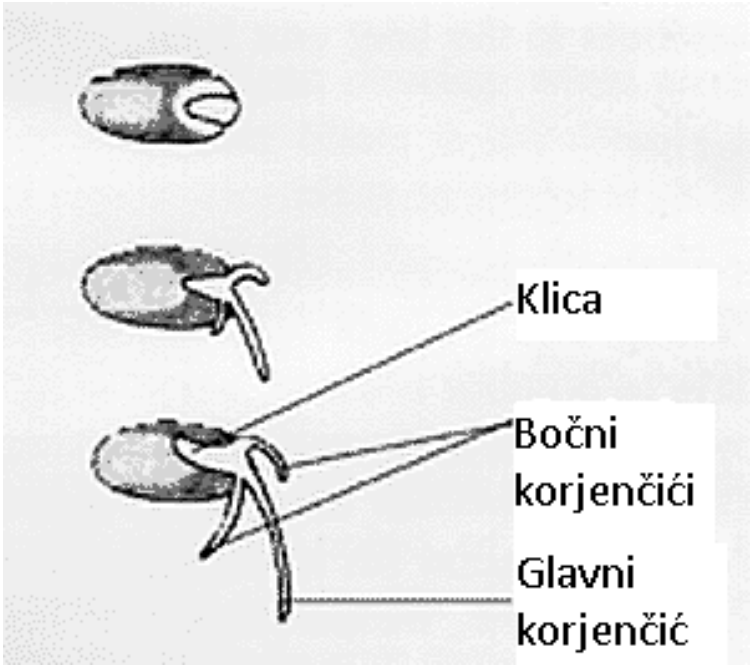
Klijanje (rast embrija)

U zrelom zrnu pšenice nalazi se zaliha škroba i proteina koja je nužna za osiguranje razvoja embrija nove biljke. U zrelom zrnu koje je prevladalo tzv. „pospanost“ apsorpcijom vode pokreće se fiziološki proces koji se naziva klijanje (**slika 2**). U prvim danima klijanja lisna klica raste ispod sjemenjače koju trećeg dana probija i dalje nastavlja rast izvan zrna. Tijekom klijanja uglavnom se razvija jedan jači ili dva slabija korjenčića. U procesu klijanja dolazi do rasta i promjene kemijskih sastojaka zrna te je zato za klijanje potrebna velika količina gradivnih tvari i energije što se osigurava mobiliziranjem i trošenjem zaliha koje su pohranjene u zrnu.

Embrij prvo šalje kemijske signale (fitohormone) koji induciraju sintezu hidrolitičkih enzima u aleuronskom sloju, a ti enzimi napadaju stanične stijenke endosperma te tako mobiliziraju škrobne i proteinske pričuve. Hormoni proizvedeni u embriju difundiraju u aleuronski sloj koji okružuje škrobni endosperm i iniciraju tako sintezu mnoštva enzima koji razgrađuju stanične stijenke, škrob i proteine u mrtvim stanicama endosperma. Nukleinske kiseline, lipidi i mineralne tvari također se razgrađuju. Produkt djelovanja ovih enzima su šećeri i peptidi i oni se apsorbiraju u skutelumu te služe za rast embrija prije nego je on osposobljen da te tvari dobiva fotosintezom. Signalne tvari (hormoni giberelini i giberelinska kiselina) pokreću ovaj proces, a potječu samo iz embrija jer se u endospermu ništa ne događa kod zrna koje ima oštećen, odnosno mrtav embrij. Dodatkom tih hormona izvana direktno u endosperm može se pokrenuti razgradnja endosperma i sinteza enzima i u odsutnosti embrija. Početno mjesto sinteze hidrolitičih enzima tijekom klijanja su epitelne stanice skuteluma koje se nalaze neposredno uz endosperm (**slika 4**). U kasnijoj fazi klijanja glavnu ulogu u sintezi hidrolitičkih enzima preuzima aleuronski sloj uz koji se, kao rezultat razgradnje škroba i proteina, pojavljuje sloj razgrađenih stanica, dajući zrnu pšeničnog slada razrahljen i smežuran izgled. Ponekad se može pokušati ubrzati cijeli proces slađenja, i

uniformnost klijanja lošijih šarži zrna ostvariti dodavanjem giberelinske kiseline (Bloch, 1967.).

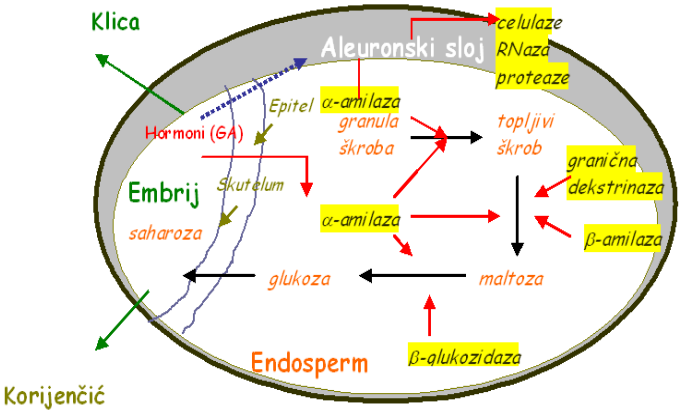
Razvoj embrija (klice i korjenčića) u klijalištu postiže se propuhivanjem zraka određene temeperature (uglavnom 2 °C niže od temperature zrna koje klija) i relativne vlažnosti zraka na oko 70–90% od koncentracije zasićenja, zavisno od polaznih pokazatelja kvalitete za konkretnu sortu. Propuhivanje zraka osigurava se aksijalnim i radijalnim ventilatorima koji moraju biti snažni, budući je otpor sloja zrna pšenice veći od otpora jednako debelog sloja ječma zato što zrna pšenice kompaktnije naliježu jedna uz drugu, pošto nemaju pljevicu. Proizvod koji nastaje procesom klijanja naziva se „zeleni slad“ ili „green malt“.



Slika 2 Faze tijekom klijanja zrna (www.usask.ca)



Slika 3 Klijanje zrna pšenice (sarasglobalcooking.blogspot.com)



Slika 4 Fiziološki i kemijski procesi u zrnu tijekom klijanja (Bewley, 1985.)

Sušenje (stabilizacija zelenog slada)

Razvoj embrija mora biti ograničen zbog gubitaka ekstrakta, što znači da se klijanje zaustavlja u trenucima kad je struktura zrna dovoljno rahla i kada je sintetizirano dovoljno hidrolitičkih enzima potrebnih za ukomljavanje, a to se postiže sušenjem zelenog slada. Sušenjem se smanjuje sadržaj vlage zrna, prekida se klijanje i razgradnja endosperma te nastaju obojene i aromatične tvari slada.

Sušenje se vodi tako da je temperatura dovoljno visoka da inaktivira novosintetizirane enzime u sladu, no ne i previše visoka da ih ne uništi. Vlažnost zrna pada s oko 40% na oko 4% (farmhousemalt.blogspot.com). Proces se u prvoj fazi vodi vrlo oprezno (temperatura najčešće oko 40°*C*) sve dok vlaga ne padne na oko 10% kako se ne bi oštetila enzimska aktivnost zrna. Tako se uklanja najveći dio slobodne vode uz istovremeno smanjenje volumena zrna i hlađenje slada zbog latentne topline isparavanja slobodne vode. Preostala slobodna voda i voda vezana na makromolekule slada uklanja se u drugoj fazi koja se vodi pri višim temperaturama (80-85°*C* za svijetli slad) sa smanjenim protokom toplog zraka. Ova faza jer vrlo važna jer se vodi pri povišenoj temperaturi, gdje nastaje veliki broj obojenih spojeva koji su nositelji arome slada, a reakcije kojima nastaju ti obojeni spojevi nazivaju se Maillardove reakcije. To je skup neenzimskih reakcija između šećera i aminokiselina na temperaturama iznad 80°*C* pri čemu nastaju melanoidini, spojevi slatkasto-aromatičnog okusa crvenkasto-smeđe boje te daju kiselu reakciju i imaju redukcijska svojstva (Narziss, 1999.).

Ove reakcije treba suzbiti u proizvodnji svijetlog slada, budući se kasnije u proizvodnji piva ne može nikako spriječiti da pivo ne bude previše tamno. Poslije sušenja dolazi hlađenje, otklicavanje i skladištenje slada prije upotrebe od najmanje 4 tjedna kako bi se revitalizirali enzimi koji su pretrpjeli toplinski stres tijekom sušenja i kako bi se ujednačila vlaga u zrnu slada.

2.1.3. Slađenje pšenice

Pšenica i ječam slične su sirovine te su promjene koje se zbivaju unutar zrna također slične. Zbog toga se slađenje pšenice odvija u istom postrojenju gdje se sladi i ječam. Razlika je samo u podešavanju određenih procesnih parametara u vođenju slađenja. Najznačajnija razlika koja utječe na razliku u slađenju pšenice i ječma je to što pšenica nema pljevicu, a i zrna pšenice su manja i kompaktnije leže jedna na drugom. Posljedica toga su povećani otpori prilikom prozračivanja zrna u močioniku, klijalištu i sušari.

Močenje karakterizira brzo primanje vlage te je zbog toga u starijim postupcima s dugim držanjem zrna pod vodom ukupno trajanje močenja bilo skraćeno za 20-30%. U novijem tzv. „pneumatičkom postupku močenja“ tražene vrijednosti stupnja vlage u zrnu moguće je ostvariti tako, da prvo močenje u vodi traje do 3 sata (do vlage zrna 30%) te se nakon pauze

na zraku u trajanju 15-18 sati nastavi s drugim močenjem, uz podizanje temperature na 17-18°*C*. Vlaga zrna nakon drugog močenja mora biti oko 38% i za taj postupak je potrebno najčešće oko 2-3 sata. Nužno je da pauza bez vode bude dugačka da bi se prevladala hidrosenzibilnost pšenice. Hidrosenzibilnost je pojava koja se javlja u nepovoljnim klimatskim uvjetima sazrijevanja pšenice.

Kod močenja, treba se uzeti u obzir činjenica kako je zrno pšenice osjetljivo na pritisak i ako je previše namočeno lako dolazi do gnječenja. Ako se smanji specifično opterećenje klijališnog ormara i sušare, tj. ako je sloj zrna tanji problemi se smanjuju (Schmidt, 1978.). Suviše namočeno zrno se isto tako i teže prebacuje u klijalište. Kao i kod slađenja ječma, kod ukupnog trajanja močenja i klijanja od 7 dana, bolja shema je 1+6, nego 2+5 dana.

Nakon namakanja pšenice od oko 24 sata do vlage zrna 38% i temperature 18°*C* slijedi klijanje sa „snižavanjem temperature“. To znači da se vlaga povisi na 42% raspršivanjem vode temperature 18-20°*C* nakon što otpočne ravnomjerno klijanje (95% zrna mora početi klijati). Kako bi se klijanje držalo pod kontrolom, zrno se hladi na 17°*C* i ta temperatura održava se dok god ne dođe do ravnomjernog račvanja korjenčića. Nakon toga vlaga se povisuje na 44-45% gdje se zrno hladi na oko 13°*C* hladnom,tj. vodovodnom vodom. Lisna klica tijekom prvog dana klijanja raste ispod sjemenjače, a nakon 2 dana ju probija i raste izvan zrna. Više se tada zrno ne smije često prevrtati da se ne bi oštetila klica, jer njeno oštećenje pogoduje razvoju plijesni. Do završetka klijanja održava se temperatura od 13°*C* i pri tome je poželjno da vlaga do kraja klijanja ne padne ispod 43%, što se omogućava vlaženjem zraka za provjetravanje. Ako se ta konačna vlažnost ne može postići, tada se maksimalna vlaga zrna koje klija povisuje na 46% i to tako da se gubitak vlage trećeg ili četvrtog dana klijanja kompenzira orošavanjem. No, često orošavanje ili orošavanje u kasnim fazama nije baš pogodno, budući lisna klica veže najveći dio vode i klija prejako, što vodi do povećanih gubitaka i povećanja gradijenta razgradnje unutarnjih dijelova zrna. Napredovanje razgradnje endosperma teško se može pratiti empirijski jer se on, zbog jačeg sloja glutena, teško može rastrljati između prstiju. Zbog daljnjeg sniženja viskoznosti, ponekad može biti neizostavno da se temperatura sloja zrna još jednom povisi na 18°*C* zadnjeg dana klijanja.

Sušenje pšeničnog slada mora se obavljati opreznije nego kod ječmenog slada. Sušenje kod jednoetažnih sušara započinje na temperaturi 45-50°*C* u komori ispod rešetke te se

kontinuirano povisuje tijekom 10 sati na 65*°C* do temperature izlaznog zraka od 45*°C*. Nakon toga se tek brže, ali oprezno, povisuje temperatura na temperaturu dosušivanja. Ukoliko kontinuirano sušenje nije moguće, primijenjuje se shema sušenja 1h 45*°C* / 2h 50*°C* /3h 55*°C* / 3h 60*°C* /2+x h 65*°C* do proboja. Daljnje zagrijavanje do temperature dosušivanja od 77*°C* traje 4 sata kontinuiranim povećavanjem temperature ili uz njeno povećavanje za otprilike 3*°C* u kraćim vremenskim intervalima. Time se postiže uklanjanje vlage bez pojave smežuranih zrna i nedovoljno razgrađenih zona u rubnim dijelovima zrna. Završna temperatura dosušivanja održava se sljedećih 2-3h i pri tome temperatura otpadnog zraka dostiže 77*°C*. Kapacitet rada ventilatora nakon proboja postupno se smanjuje sa 100% na 65%, sve dok se ne dostigne temperatura dosušivanja te nakon toga za vrijeme dosušivanja na 45-50%. Sušenje je energijski najzahtjevniji dio procesa koji je zaslužan za oko 90% utroška energije u cijelom procesu slađenja.

2.1.4. Gubici tijekom slađenja

Gubici tijekom slađenja događaju se zbog 3 razloga: disanja pšenice, močenja i gubitaka na klicu i korjenčić. Gubici kod pšeničnog slada nešto su manji nego kod ječma čemu je razlog slabije disanje zrna, niža vlaga i temperatura tijekom slađenja. Pšenica se prije prerade skladišti te je vrlo bitno da gubitak uslijed disanja tijekom skladištenja bude što manji. Tijekom disanja životne funkcije pšenice svedene su na minimum, a na njega najviše utječu vlaga zrna i temperatura skladištenja. Ukoliko je sadržaj vlage iznad 15%, disanje se toliko povećava da se pšenica prije skladištenja mora sušiti. Za disanje se troši škrob koji se mora transformirati u tvari koje se mogu prenijeti do embrija. No, utrošak škroba za disanje ima za posljedicu smanjenje količine škroba koji daje ekstrakt u proizvodnji slada. Zbog toga se disanje pokusava ograničiti što je više moguće, jer što je količina škroba koja se utroši za disanje manja, to će gubici prilikom slađenja biti manji. Disanjem dolazi do gubitka suhe tvari u iznosu od 3 do 6% (Journal of the Institute of Brewing, 2013.).

Osim disanja, značajni gubici događaju se u fazi čišćenja slada i to uklanjanjem lisne klice. Kako bi masa korjenčića bila što je moguće manja, trebaju se držati pod kontrolom svi faktori koji utječu na rast korjenčića, a to su trajanje klijanja i temperatura zrna koje klija. Što klijanje duže traje i što je temperatura klijanja viša, to je veća masa korjenčića te su gubici samim time viši. Kako bi se postigli što manji gubici na klicu, klijanje se vodi na što je moguće

nižoj temperaturi, traje što je moguće kraće i pšenicu koja klija treba provjetravati samo sa onoliko zraka koliko je neizostavno potrebno. Gubici na klicu iznose 2,5-4,5% (Bloch, 1967.). Ukupni gubici kreću se oko vrijednosti koje su samo oko 1% manje nego kod odgovarajućeg ječmenog slada i iznose oko 10% (Journal of the Institute of Brewing, 2013.).

Tijekom godina se nastojalo smanjiti gubitke prilikom sladovanja te su predložena mnoga fizička i kemijska tretiranja za djelomično suzbijanje rasta korjenčića, i to: fizički utjecaj tijekom jedne petine ukupnog vremena klijanja (Beckord, 1965.), uporaba amonijaka tijekom klijanja (Beckord, 1964.) te zakiseljavanjem sumpornom kiselinom (Luchsinger, 1963.), dok se rast embrija može potpuno spriječiti zamrzavanjem namočene pšenice (Smith 1964.).

2.1.5. Preporučene vrijednosti kakvoće za pšenični slad

Razvrstavanje pojedinih sorta pšenice u sladarske kvalitetne grupe moguće je provesti samo ako postoje rezultati njezinog dugogodišnjeg praćenja vrijednosti za pokazatelje viskoznosti slada i ukupni topljivi dušik u sladu. Na temelju vrijednosti ova dva pokazatelja, sorte pšenice se svrstavaju u četiri sladarske kvalitetne grupe gdje je prva najbolja. Vrijednosti pokazatelja u prvoj grupi moraju biti za viskoznost ispod 1,65 mPas i ukupni topljivi dušik ispod 770 mg/L (Narziss, 1999.).

U tablicama 1-4 prikazane su preporučene vrijednosti za pokazatelje kakvoće pšeničnog slada. Može se vidjeti da se preporučene ili dopuštene vrijednosti međusobno razlikuju za određeni pokazatelj.

Tablica 1 Preporučene vrijednosti za pšenični slad (Kunze 1999.)

Pokazatelj	Standardne vrijednosti
Vlaga (%)	<5
Boja (EBC)	3-4
Razlika ekstrakta (%)	1,0
FAN (% od ukupnog topljivog N)	18
pH	6,0
Kolbachov broj	>42
Viskoznost (mPas)	<1,65

Tablica 2 Preporučene vrijednosti za pšenični slad (MEBAK, 1997.)

Pokazatelj	Standardne vrijednosti
Vlaga (%)	<5
Ekstrakt fini (% suh. tv.)	>83
Razlika ekstrakta (%)	2,5
Ukupni proteini (% suh. tv. (Nx6,25))	<12,5
Topljivi N (mg/100g, suh. tv.)	700-900
Boja (EBC)	3-5
Boja (EBC)	4-7
VZ 45°C (%)	>33
pH	5,9-6,1
Prividni konačni stupanj prevrenja (%)	>78
Viskoznost (mPas)	1,80

Tablica 3 Preporučene vrijednosti za pšenični slad (Sacher, 1997.)

Pokazatelj	Standardne vrijednosti	
Gubici tijekom slađenja	što niži	
Ekstrakt	Što veći	>83,7% na suh. tv.
Viskoznost kongresne sladovine	Što manji	<1,65 mPas, 8,6%
pH kongresne sladovine	Prilično visok	>6,07
Konačni stupanj prevrenja kongresne sladovine	Što veći	81,5%
Sadržaj sirovih bjelančevina	Što manji	<13% na suh. tv.
Topljivi N u kongresnoj sladovini	Što manji	<730 mg/100g suh. tv. slada
Kolbachov broj	Prilično mali	

Tablica 4 Preporučene vrijednosti za pšenični slad (Narziss, 1999.)

Pokazatelj	Standardne vrijednosti
Vlaga (%)	4,8-5,5
Ekstrakt fini (% suh. tv.)	83-85
Razlika ekstrakta (%)	1,5-1,8
Vrijeme ošećerenja (min)	10-15
Boja (EBC)	3-4,5
Boja (EBC)	Za 1/3 viša od boje kongresne sladovine
VZ 45°C (%)	Za 2 veći ili manji od Kolbachovog broja
α-amilaza	40-60 ASBC
Dijastatska snaga (°WK)	250-420
Prividni konačni stupanj prevrenja (%)	78-81
Viskoznost (mPas)	1,60-1,70
Proteini:	
Za slad s 11,5% ukupnih bjelančevina:	
Poželjan Kolbachov broj (%)	38-42
Za topljivi N (mg/100 g, suh. tv.)	700-770
Za slad s 12,5% ukupnih bjelančevina:	
Poželjan Kolbachov broj (%)	35-38,5
Za topljivi N (mg/100 g, suh. tv.)	700-770
$MgSO_4$ N (% od ukupnoh topljivog N)	max. 45

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. ZADATAK

Prilikom slađenja osnovni cilj je dobiti dobru modifikaciju (razgrađenost) zrna i dovoljnu enzimsku snagu slada uz što manje gubitke suhe tvari zrna (ekstrakta). Zbog toga je u ovom radu ispitavan utjecaj procesnih parametara tijekom slađenja na ukupne gubitke tijekom slađenja pšenice, kao i na strukturu tih gubitaka (gubici na klicu i korijenčić, te gubici na disanje). Ustanovljavani su polazni pokazatelji kakvoće ispitivanih pšenica, pokazatelji kakvoće postupka mikroslađenja (zeleni slad) te gotovog slada. Provedena su 4 postupaka slađenja i to: (A) standardni postupak (kontrola); (B) restriktivni postupak s ravnomjernim povišenjem temperature tijekom klijanja do kraja procesa; (C) intenzivni postupak s ravnomjernim snižavanjem temperature tijekom klijanja do kraja procesa; i (D) umjereno restriktivni postupak s blagim povišenjem temperature klijanja treći i četvrti dan do kraja procesa mikroslađenja. Cilj rada je bio da se na temelju dobivenih rezultata, te njihovom usporedbom s dostupnim podacima u znanstveno-stručnoj literaturi da ocjena uspješnosti određenog postupka mikroslađenja, s obzirom na preporučene vrijednosti za ukupne gubitke prilikom slađenja i na međusobni odnos gubitaka.

3.2. MATERIJAL I METODE

3.2.1. Materijal

Zrno je pribavljeno od najveće selekcionarske kuće u Hrvatskoj, Poljoprivrednog Instituta Osijek. Materijal je pribavljen kao netretirano, dorađeno (otpljevičeno, i bez stranih primjesa) zrno iz sortnih pokusa 10 domaćih sorte pšenica (Srpanjka, Lucija, Superžitarka, Žitarka, Golubica, Olimpija, Antonija, Vulkan, Felix i Zlata). Sve sorte prema pivarskoj klasifikaciji spadaju u II kvalitativnu grupu (sorte koje daju sladovinu prihvatljive ili izvrsne viskoznosti ali uz povišen udjel ukupnih proteina, što je karakteristika gotovo cijelog domaćeg sortimenta). Pribavljeno je 2 kg zrna od navedenih sorti iz sezone 2012. Uzorci su očišćeni i razvagani na po 1 kg te spremljeni u papirnate vreće i čuvani do analize (oko 2 mjeseca), da bi se prevladala posliježetvena pospanost tz. „dormantnost“ zrna. Materijal je spremljen neposredno nakon žetve. Radi izbjegavanja eventualnog utjecaja mikrobiološke kontaminacije zrna na ispitivane pokazatelje kvalitete izvršena je kontrola uzoraka na prisutnost *F. graminearuma* i *F. culmoruma* prema (MEBAK, 1997.).

Uzorci pšenice za slađenje prikupljeni su temeljem osnovnih podataka o njihovoj kakvoći vezano za pokazatelje sadržaj vlažnog lijepka i težina 1000 zrna. Sukladno tome uzorci su podijeljeni u 4 grupe:

- viši sadržaj vlažnog ljepka i viša težina 1000 zrna (Žitarka, Olimpija, Golubica)
- viši sadržaj vlažnog ljepka i niža težina 1000 zrna (/)
- niži sadržaj vlažnog ljepka i viša težina 1000 zrna (Superžitarka , Antonija, Felix)
- niži sadržaj vlažnog ljepka i niža težina 1000 zrna (Srpanjka ,Lucija, Vulkan, Zlata)

Ispitivane sorte Poljoprivrednog Instituta Osijek (žetva 2012.):

1. Srpanjka:

• ozima pšenica, najraširenija sorta u proizvodnji u Hrvatskoj

• sorta vrlo niske stabljike (oko 64 cm), vrlo dobre je otpornosti prema polijeganju

• rana, niska, moderna, stabilna, visokorodna i kvalitetna sorta (genetski potencijal rodnosti veći je od 10 t/ha, kvalitetna grupa B1, I–II razred kakvoće, sadržaj vlažnog lijepka 25%)

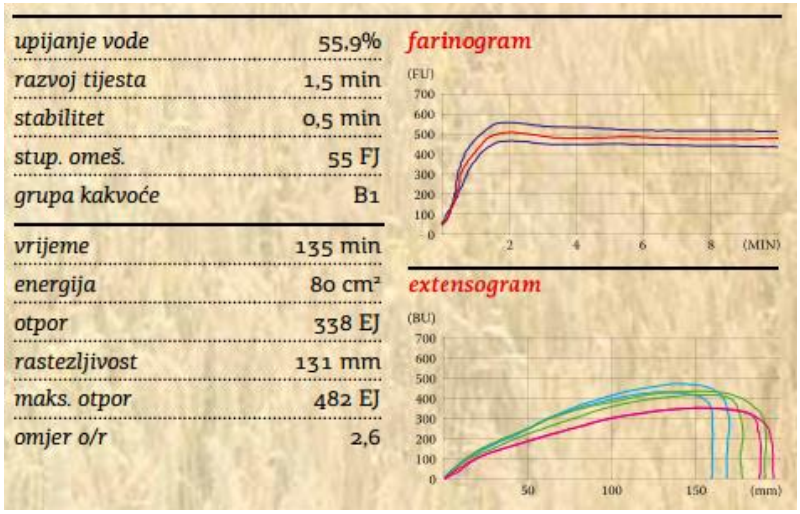
• masa 1000 zrna u prosjeku iznosi 37 grama

• tolerantna je prema niskim temperaturama i brzo se oporavlja nakon zime

• tolerantna je prema rasprostranjenijim bolestima ozime pšenice

• visoke i stabilne urode zrna ostvaruje temeljem velikog broja klasova po jedinici površine

• optimalni rok sjetve je od 7. do 25. listopada sa 650–700 klijavih zrna/m2



Slika 5 Vrijednosti određenih pokazatelja kakvoće sorte Srpanjka prema podacima PI Osijek

2. Lucija:

• ozima pšenica, rana sorta, prosječna visina stabljike je 74 cm

• dobre je otpornosti prema polijeganju

• visokorodna i kvalitetna sorta (genetski potencijal za rodnost veći je od 10 t/ha, kvalitetna grupa B1, I.–II. razred kakvoće, sadržaj vlažnog lijepka 26%)

• masa 1000 zrna u prosjeku iznosi 37 grama

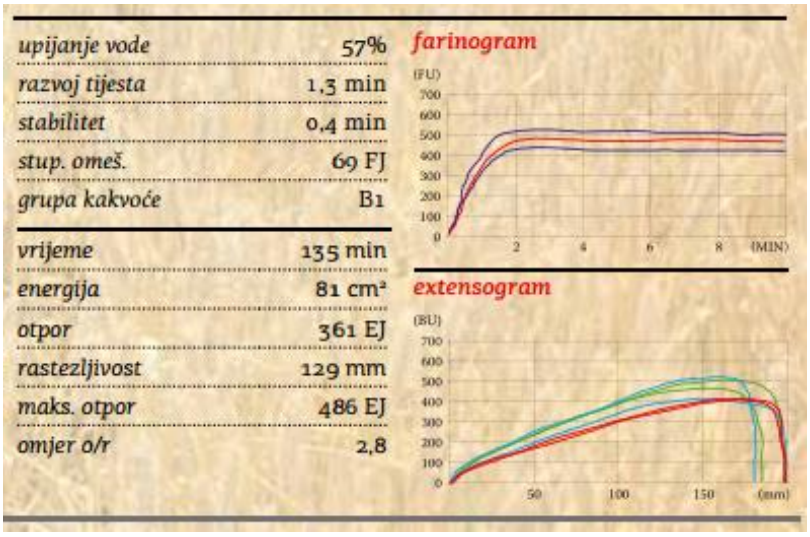
• tolerantna je prema niskim temperaturama i brzo se oporavlja nakon zime

• tolerantna je prema najrasprostranjenijim bolestima

• visoke urode zrna ostvaruje temeljem velikog broja rodnih klasova po jedinici površine

• optimalni rok sjetve je od 10. do 25. listopada sa 650 klijavih zrna/m^2

• priznata i u Republici Makedoniji



Slika 6 Vrijednosti određenih pokazatelja kakvoće sorte Lucija prema podacima PI Osijek

3. Superžitarka:

• ozima pšenica, srednje rana sorta, prosječna visina stabljike je 73 cm

• visokorodna i kvalitetna krušna sorta(genetski potencijal radnosti veći je od 10 t/ha, farinografska kvalitetna grupa B1, I. razred kakvoće, sadržaj lijepka 28–30%)

• hektolitarska masa veća je nego u sorte Žitarka

• masa 1000 zrna iznosi u prosjeku 44 g

• po otpornosti prema polijeganju slična je sorti Žitarka, te tolerantna na rasprostranjene bolesti ozime pšenice

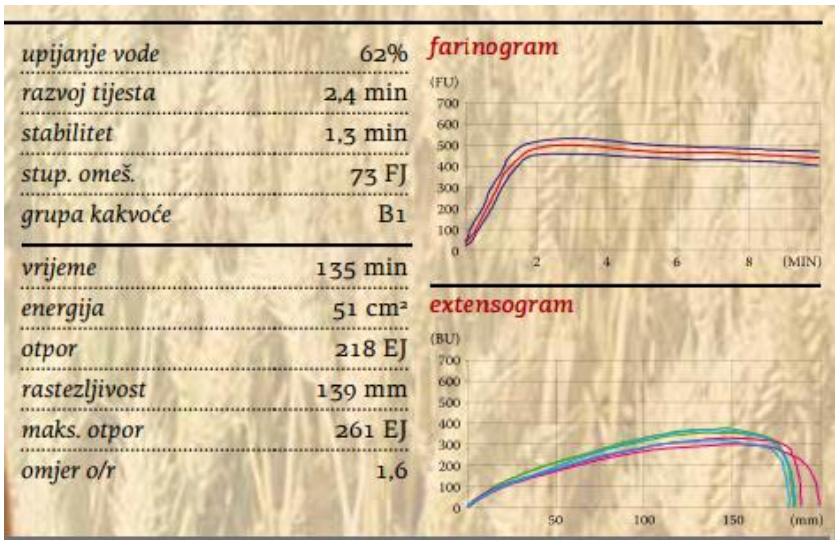
• posjeduje vrlo dobru otpornost prema niskim temperaturama

• ima vrlo dobru otpornost prema osipanju zrna u klasu

• ima izraženu dormantnost sjemena

• optimalni rok sjetve je od 05. do 20. listopada sa 650–700 klijavih zrna/m^2

• priznata je i u Republici Sloveniji, Republici Makedoniji, Federaciji BiH i Republici Kosovo



Slika 7 Vrijednosti određenih pokazatelja kakvoće sorte Superžitarka prema podacima PI Osijek

4. Žitarka:

• ozima pšenica, srednje rana sorta

• 15 godina jedna od najraširenijih sorti u proizvodnji u Republici Hrvatskoj

• polupatuljasta sorta; visina stabljike je oko 70 cm

• visokorodna i stabilna sorta (genetski potencijal rodnosti veći je od 9 t/ha)

• kvalitetna krušna sorta(standard za kakvoću; kvalitetna grupa B1, I. razred kakvoće, sadržaj vlažnog ljepka 32%)

• masa 1000 zrna u prosjeku iznosi 42 grama

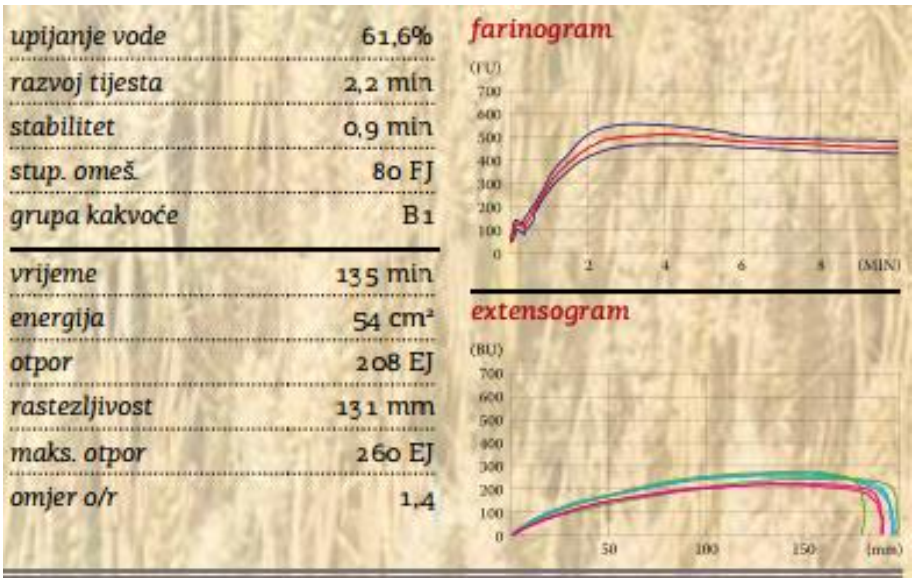
• posjeduje vrlo dobru otpornost prema niskim temperaturama

• vrlo je tolerantna prema najrasprostranjenijim bolestima i jedna od najotpornijih sorti prema polijeganju (gotovo ne poliježe)

• vrlo zahvalno reagira na bogatu prihranu N hranivima (gnojnica, gnojovka...)

• optimalni rok sjetve je od 5. do 20. listopada sa 650–700 klijavih zrna/m^2

• priznata i u Republici Albaniji



Slika 8 Vrijednosti određenih pokazatelja kakvoće sorte Žitarka prema podacima PI Osijek

5. Golubica:

• ozima pšenica, srednje rana sorta, prosječna stabljika visine je 77 cm

• po otpornosti prema polijeganju na razini je sorte Demetra

• visokorodna i vrlo kvalitetna krušna sorta(genetski potencijal rodnosti veći je od 10 t/ha, faringogramska kvalitetna grupa A2, I. razred kakvoće, sadržaj vlažnog lijepka 33%)

• hektolitarska masa zrna na razini je sorte Žitarka

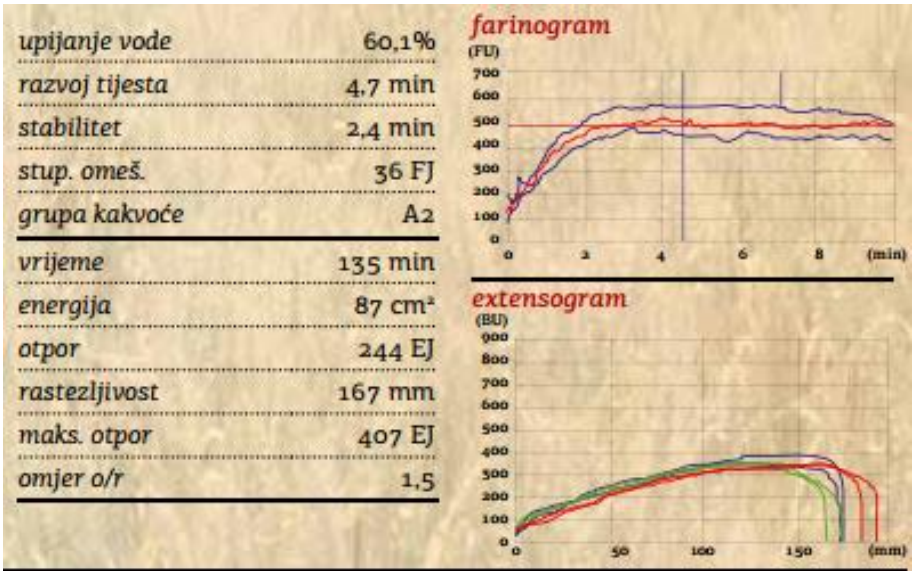
• masa 1000 zrna u prosjeku iznosi 40 grama

• posjeduje vrlo dobru otpornost prema niskim temperaturama

• tolerantna je prema rasprostranjenim bolestima

• optimalni rok sjetve je od 10. do 25. listopada sa 600 klijavih zrna/m^2

• priznata je i u Republici Makedoniji, Federaciji BiH i u Republici Kosovo



Slika 9 Vrijednosti određenih pokazatelja kakvoće sorte Golubica prema podacima PI Osijek

6. Olimpija:

• ozima pšenica, brkulja, srednje rana sorta

• prosječna visina stabljike je 89 cm

• vrlo kvalitetna krušna sorta-poboljšivač

• najkvalitetnija osječka sorta, 12–15% rodnija u prosjeku od sorte Divana

• genetski potencijal za rodnost veći je od 8 t/ha, I. razred kakvoće, farinografska kvalitetna grupa A2, sadržaj vlažnog lijepka 35%, fizičke osobine tijesta pretežito kao u sorte Divana

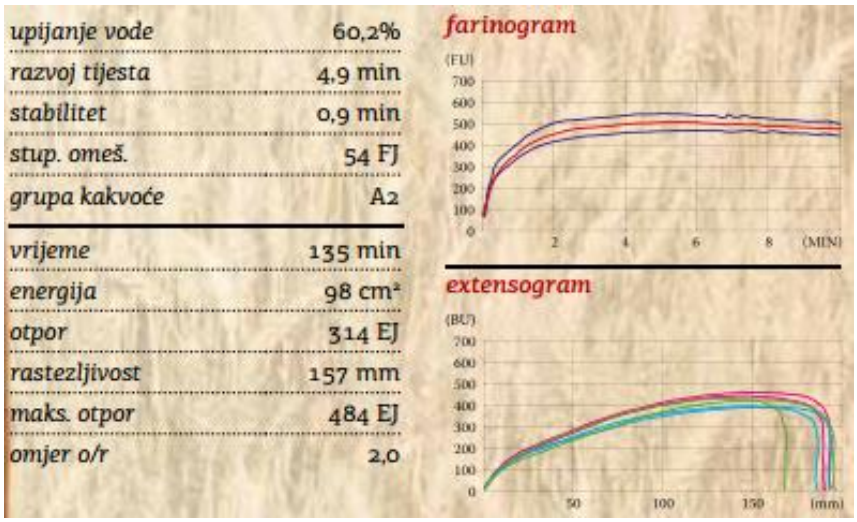
• masa 1000 zrna u prosjeku iznosi 42 grama

• hektolitarska masa je veća nego u standardne sorte Divana

• prema polijeganju otpornija od sorte Divana

• tolerantna je prema niskim temperaturama i rasprostranjenim bolestima pšenice

• optimalni rok sjetve: 7. do 25. listopada sa 400–500 klijavih zrna/m^2



Slika 10 Vrijednosti određenih pokazatelja kakvoće sorte Olimpija prema podacima PI Osijek

7. Antonija:

• ozima pšenica, brkulja, jedan dan klasa kasnije od sorte Žitarka, prosječne visine stabljike 79 cm

• visokorodna sorta pogodna za specijalne namjene**: keksi**, **biskviti**, (genetski potencijal za rodnost veći od 11 t/ha, B2-C1 farinografska kvalitetna grupa, II. razred kakvoće, sadržaj vlažnog lijepka 21%, stupanj omekšanja oko 100)

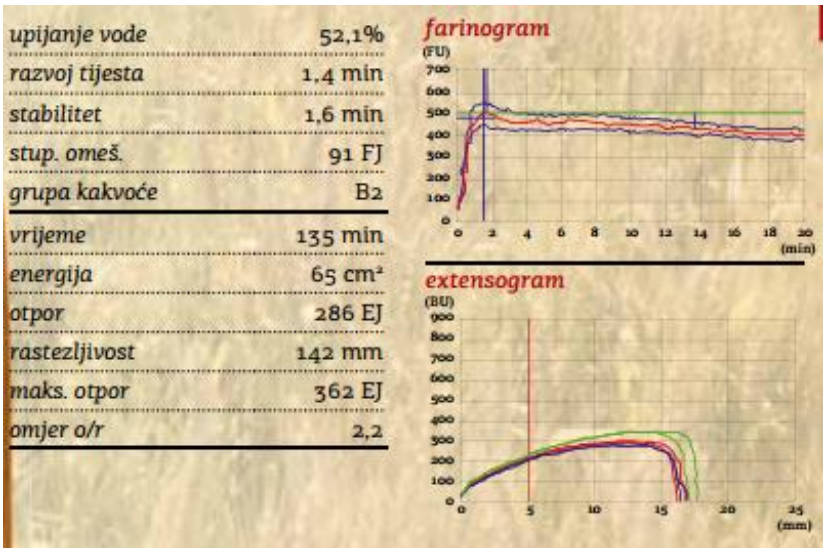
• hektolitarska masa kao u sorte Srpanjka

• masa 1000 zrna u prosjeku iznosi 40 grama

• vrlo dobre je otpornosti prema niskim temperaturama i najrasprostranjenijim bolestima pšenice

• vrlo dobre je otpornosti prema polijeganju

• optimalni rok sjetve od 07. do 25. listopada sa 350-450 klijavih zrna/m^2



Slika 11 Vrijednosti određenih pokazatelja kakvoće sorte Antonija prema podacima PI Osijek

8. Vulkan:

• ozima pšenica, brkulja, srednje rana sorta

• prosječna visina stabljike 87 cm

• visokorodna sorta dobre kakvoće (genetski potencijal rodnosti veći od 11 t/ha, A2–B1 kvalitetna grupa, II. razred kakvoće, sadržaj vlažnog lijepka 25%)

• bolje hektolitarske mase od sorte Srpanjka

• masa 1000 zrna u prosjeku iznosi 37 grama

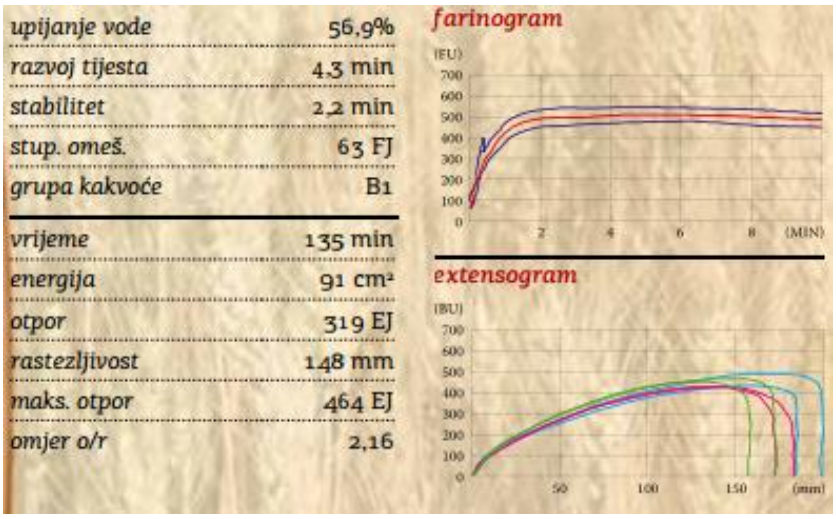
• vrlo dobre je otpornosti prema niskim temperaturama i najrasprostranjenijim bolestima pšenice

• nešto slabije otpornosti prema polijeganju od sorte Srpanjka

• vrlo visoke i stabilne urode zrna ostvaruje temeljem velikog broja rodnih klasova po jedinici površine

• optimalni rok sjetve je od 7. do 25. listopada sa 500–600 klijavih zrna/m^2

• priznata u Republici Sloveniji i Republici Srbiji



Slika 12 Vrijednosti određenih pokazatelja kakvoće sorte Vulkan prema podacima PI Osijek

9. Felix:

• ozima pšenica, rana sorta, prosječna visina stabljike je 75 cm

• visokorodna i kvalitetna sorta (genetski potencijal za rodnost veći je od 11 t/ha, kvalitetna grupa B1, I.–II. razred kakvoće, sadržaj vlažnog lijepka 26%)

• hektolitarska masa na razini sorte Super Žitarka

• masa 1000 zrna u prosjeku iznosi 42 grama

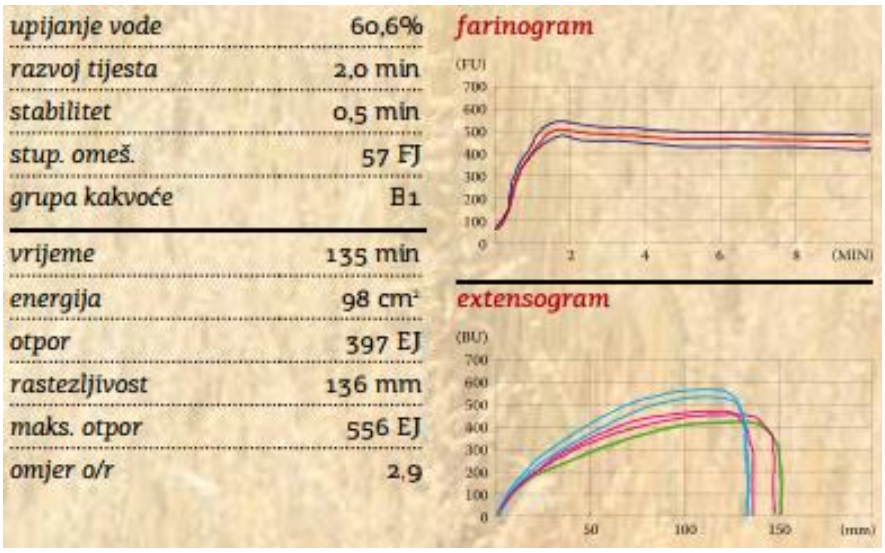
• tolerantna je prema niskim temperaturama i najrasprostranjenijim bolestima pšenice

• vrlo dobre je otpornosti prema polijeganju i osipanju zrna u klasu

• često daje veće urode zrna od procijenjenih

• optimalni rok sjetve od 7. do 25. listopada sa 550–650 klijavih zrna/m^2

• priznata i u Republici Rumunjskoj



Slika 13 Vrijednosti određenih pokazatelja kakvoće sorte Felix prema podacima PI Osijek

10. Zlata:

• ozima pšenica, rana sorta (klasa dan kasnije od sorte Srpanjka), prosječna visina stabljike je 65 cm

• visokorodna sorta dobre kakvoće (genetski potencijal za rodnost veći je od 11 t/ha, farinografska kvalitetna grupa A2–B1, I.–II.razred kakvoće, sadržaj vlažnog lijepka 25%)

• hektolitarska masa na razini sorte Srpanjka, masa 1000 zrna u prosjeku iznosi 38 g

• stabljika je tanka, elastična i dobre je otpornosti prema polijeganju

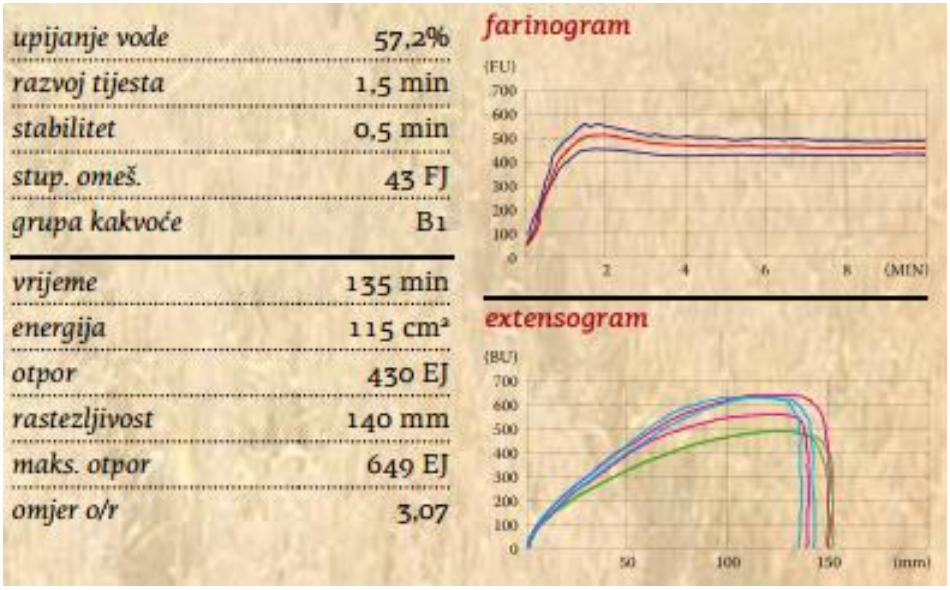
• tolerantna je prema rasprostranjenim bolestima ozime pšenice

• bolje busa od sorte Srpanjka

• visoke i stabilne urode zrna ostvaruje kao i sorta Srpanjka temeljem velikog broja rodnih klasova po jedinici površine

• posjeduje dobru otpornost prema niskim temperaturama i umjerenoj suši

• optimalni rok sjetve je od 10. do 25. listopada sa 550–650 klijavih zrna/m^2



Slika 14 Vrijednosti određenih pokazatelja kakvoće sorte Zlata prema podacima PI Osijek

3.2.2. Metode

U ispitivanim uzorcima određivani su slijedeći polazni pokazatelji kakvoće:

Tablica 5 Određivanje polaznih pokazatelja kakvoće ispitivanih sorti pšenica	
1.	Vlažnost zrna (%)
2.	Proteini u zrnu (% zr. suh. tv.)
3.	Vlažni gluten (%)
4.	Težina tisuću zrna (g)

Sortiranje zrna

Sortiranje je najvažniji mehanički pokazatelj, na osnovi sortiranja dobiva se postotni udjel stočnog zrna ječma (zrna manja od 2,2 mm) i zrna 2. klase (koja se zadržavaju na situ sa otvorima širine 2,2 mm). Kako je sortirana pšenica, prikupljena je frakcija koja se zadržava na situ širine 2,8 mm. Sortiranje je izvršeno prema metodi MEBAK 2.3.1.

Određivanje primjesa u pšenici

U pšenici ne smije biti sjemena korova, pijeska, kamenčića, slame, poluzrna, zrna drugih žita (zobi, prosa, kukuruza), te metalnih dijelova. Ako je količina nečistoća velika, povećavaju se troškovi u proizvodnji te teškoće prilikom čišćenja i prerade.

Primjese u pšenici određene su ručno prema metodi MEBAK 2.2.9.

Određivanje vlažnosti

Poželjno je da se kreće od 12-13%, svakako ne preko 14%. Vlažnost pšenice određena je sušenjem u sušnici (EBC-V Ann. 4.2.). Prethodno prekrupljen (granulacija $\leq$ 1 mm) uzorak (30 g) suši se 2 h na 132°C u sušnici s toplim zrakom uz standardizirane uvjete, te hlađen u eksikatoru do sobne temperature. Vlažnost je određena mjerenjem gubitka mase prekrupe prije i poslije sušenja.

$$\text{proračun: vlaga (\%)} = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100$$

m_0 = masa prekrupe prije sušenja; m_1 = masa prekrupe poslije sušenja

Određivanje ukupog dušika (ukupni N)

Ukupni dušik određivan je metodom po Kjeldahlu MEBAK-I (2.5.2.1.), a preračunavanje u ukupne bjelančevine množenjem s faktorom 6,25. Dušične tvari slada se razaraju vrućom sumpornom kiselinom u prisutnosti katalizatora do H_2O, CO_2 i NH_3 (tj. amonijsulfata). Digest se alkalizira sa NaOH, a oslobođeni amonijak se predestilira u otopinu borne kiseline i određuje titracijom sa standardnom otopinom 0,1 N sumporne ili solne kiseline.

$$\text{proračun:} \qquad \text{ukupni N (\% s.tv.)} = \frac{GP - SP}{odv \times (100 - w)} \times F$$

GP = utrošak 0,1 N kiseline za glavnu probu u mL; SP = utrošak 0,1 N kiseline za slijepu probu u mL;

odv. = odvaga uzorka gr; F = faktor 0,1 N kiseline; w = vlaga uzorka %

Određivanje tvrdoće zrna (friabilnost)

Tvrdoća zrna određena je metodom AACC-a (Near-Infrared Reflectance Method for Hardness Determination in Wheat (AACC, 2000.) na aparatu PERCON-Inframatic 8600 koji automatski određuje vlagu, ukupne bjelančevine i tvrdoću zrna. Tvrdoća zrna je karakteristika sorte. Mjerenje refleksije u bliskom IC području (λ=800-2500 nm) se temelji na činjenici da različite gradivne komponente zrna imaju tipične apsorpcijske ili refleksijske spektre. Uređaj detektira intenzitet reflektirane svjetlosti te vrši komparaciju s referentnim spektrom, a računalo u uređaju izračunava navedene pokazatelje.

Određivanje staklavosti zrna

Staklavost zrna je određena metodom MEBAK-I 2.3.4., tzv. probom rezanja na farinatomu po Polh-u, te brojanjem staklastih i brašnastih zrna, a rezultat je izražen u %.

Određivanje mase 1000 zrna

Masa 1000 zrna je u snažnoj pozitivnoj korelaciji s rezultatima sortiranja i s ekstraktom te je poželjno da je što veća. Masa 1000 zrna je određena metodom MEBAK-I 2.3.2. Raspodjeljivačem uzoraka je odvojeno 100 g pšenice te odvagano dva puta po 40 g. Aparatom za brojanje zrna određen je broj zrna u svakoj probi. Lom i strana zrna odvojeni su ručno i njihova masa je oduzeta od izmjerene vrijednosti mase zrna.

$$\text{proračun: masa 1000 zrna, zr. suh. (g)} = \frac{korig.izmjer.masa \times 1000}{broj\ cijelih\ \ zrna}$$

$$\text{masa 1000 zrna, suh. tv. (g)} = \frac{masa 1000\ zrna,\ ZS\ (g) \times (100 - w)}{100}$$

Određivanje glutena i gluten indeksa

Vlažni ljepak (gluten) određivan je standardnom metodom (ICC, 1994.) na instrumentu Glutomatic 2200 (Perten Instruments AB, Huddinge, Švedska) za ispiranje glutena s 2% otopinom natrijevog klorida i centrifugi za određivanje gluten indeksa.

3.2.3. Mikroslađenje

Standardno mikroslađenje je provedeno postupkom mikroslađenja koji je usvojila Middle European Brewing Analysis Commission (Srednjeeuropska komisija za pivarsku analitiku (MEBAK)). Postupak je usvojen 6. travnja 1971. god. Postupak mikroslađenja je razrađen za pivarski ječam kao sirovinu (MEBAK, 1997.), ali se za potrebe mikroslađenja pšenice vrše korekcije vlažnosti. Naime, kao posljedica odsutnosti pljevice zrno može vrlo brzo primiti vodu pa se vrijeme namakanja može skratiti, a stupanj relativne vlažnosti zraka pri klijanju smanjiti (Sacher, 2000.). Opća shema mikroslađenja bila je 3+4+1. Močenje (2 uvjetno 3 dana) i sušenje zrna (1 dan) provedeni su u močioniku i sušari mikrosladare tvrtke Seeger prema (MEBAK, 1997.), a klijanje zrna (4 dana) je provedeno u Climatic test chamber (Climacell 222, Medcenter Einrichtungen GmbH). Ovaj postupak provodi se na slijedeći način:

Standarno mikroslađenje ječma (MEBAK, 1997.)

1. Prerađuje se šarža od 1 kg zračno suhog ječma
2. Smije se koristiti samo ječam prve klase, frakcije sita sa otvorima 2,5 i 2,8 mm. Ječam III klase i primjese se moraju odvojiti. Masa ječma koji se prerađuje od 1 kg se dobiva vaganjem zrna I klase nakon uklanjanja stranih sastojaka.
3. Močenje ječma se obavlja kombiniranim mokro-suhim postupkom. Pri tome su temperature vode i zraka 14 $\pm$ 0,1°C, a močenje traje 72 h. Treba postići stupanj namočenosti od 45%.
4. Shema močenja:

1. dan: 5 h močenje pod vodom

19 h suho močenje

2. dan: 4 h močenje pod vodom

20 h suho močenje

3. dan: Močenje pod vodom do stupnja namočenosti 44,5% (stupanj namočenosti određen vaganjem pri tome mora biti 45,5%, jer se računa da na zrnu ima

1% površinske vode).

Ostatak dana suho močenje.

Ako se utvrdi da nakon 48 h prilikom vaganja uzorka dati ječam ne može više podnijeti treće močenje, stupanj namočenosti od 45% se podešava orošavanjem.

5. Za klijanje je dozvoljena primjena "mirnog" ili "pneumatičkog" klijanja

Trajanje klijanja:	4 dana
Temperatura vlažnog zraka za klijanje:	14±0,1°C
Temperatura zrna koje klija:	14,5±0,5°C (stalno)

Relativna vlaga zraka za klijanje:

- prilikom mirnog klijanja	95-98%
- prilikom pneumatičkog klijanja	prezasićen

6. Prevrtanje zrna koje klija:

- prilikom mirnog klijanja	1 do 2 puta na dan
- prilikom klijanja u bubnju	navesti učestalost prevrtanja

7. Vlaga zelenog slada prije početka sušenja mora biti 45-45,5%.

8. Shema sušenja: 16 h na 50°C (H_2O < 10%)
   1 h na 60°C
   1 h na 70°C
   1 h na 80°C

Vrijeme povisivanja temperature uključeno je u navedena vremena.

Temperatura se mjeri ispod rešetke.

Tolerancija za temperature $\pm$ 1°C

Za sušenje se ne smije upotrijebiti zrak u kojemu ima sumpora.

9. Čišćenje slada se mora obaviti tako da se osigura potpuno uklanjanje korjenčića bez oštećenja pljevice .

10. Trajanje slađenja:

- močenje	72 h	3 dana
- klijanje	96 h	4 dana
- sušenje	23 h	oko jedan dan
- ukupno	191 h	oko osam dana

Pored gore prikazanog standardnog postupka mikroslađenja (postupak A) provedeni su i modificirani postupci mikroslađenja prilagođeni za slađenje pšenice jer ona ne trpi previsoku vlažnost gomile budući nema pljevicu, pa vodu upija brže od ječma. U njima su mijenjani slijedeći procesni parametri: temperatura klijanja i vrijeme zadržavanja zrna na pojedinoj temperaturi prema shemi prikazanoj u **tablici 6**.

Tablica 6. Opća shema mikroslađenja uzoraka pšenica.

1 dan	Močenje (pod vodom) 5 h, t = 14,0 °C; Stanka na zraku 19 h, t = 14,5 °C
2 dan	Močenje (pod vodom) 4 h, t = 14,0 °C; Stanka na zraku 20 h, t = 14,5 °C
3 dan (*)	Močenje (pod vodom) 2 h, t = 14,0 °C; (*) kontrola stupnja namočenosti zrna prije početka trećeg dana namakanja pod vodom, te kada je utvrđeno da zrno ne može podnijeti treće močenje korekcija udjela vlage do 44,5% je bila izvršena vlaženjem orošavanjem (spray steeping)) u klijalištu (1 dan klijanja)

<table>
<tr><td>3 dan
4 dan
5 dan
6 dan
7 dan</td><td>Klijanje za različite postupke mikroslađenja je provedeno pod slijedećim uvjetima:
A) 96 h / 14,5 °C
B) 24 h / 14,5 °C; 24 h / 15,5 °C; 24 h / 16,5 °C; 24 h / 18 °C;
C) 24 h / 18 °C; 24 h / 16,5 °C; 24 h / 15,5 °C; 24 h / 14,5 °C;
D) 24 h / 14,5 °C; 24 h / 14,5 °C; 24 h / 16,5 °C; 24 h / 18 °C;
Relativna vlažnost zraka u klijalištu: r.H. = 85%</td></tr>
<tr><td>8 dan</td><td>Trajanje sušenja je bilo 19 h, prema standardnoj MEBAK-ovoj proceduri nakon zadnjeg sata klijanja, osušeno zrno je spakirano u papirnate vrećice i čuvano na sobnoj temperaturi 4 tjedna do analiza.</td></tr>
</table>

Mikroslađenje je provedeno u mikrosladari Seeger koja se sastoji od močionika, klijališta i sušare s pratećom opremom i automatikom. Izvršena je korekcija relativne vlažnosti zraka pri klijanju pšenice na 85% (±1%).Uzorci su slađeni u količini od 1 kg. Otklicavanje (uklanjanje korijenčića i sladne klice) je izvršeno ručno, prosijavanjem kroz sito za korijenčiće. Period od sušenja do analize iznosio je mjesec dana kako bi se slad stabilizirao.

Otklicavanje (uklanjanje korijenčića i sladne klice) izvršeno je ručno. Period od sušenja do analize iznosio je mjesec dana kako bi se slad stabilizirao.

3.2.4. Analiza procesa mikroslađenja

Tablica 7 Pokazatelji uspješnosti postupaka mikroslađenja		
1.	vlaga nakon 48 h (kao mjerilo za moć bubrenja)	% suh.tv.
2.	ukupno trajanje močenja (močenje pod vodom i pauze na zraku)	h
3.	vlaga na kraju klijanja (vlaga zelenog slada)	% suh.tv.
4.	gubici na disanje	% suh.tv.
5.	gubici na klicu	% suh.tv.
6.	ukupni gubici kao zbroj gubitaka na disanje i na klicu	% suh.tv.

Vlaga nakon 48 sati

Vlaga na kraju močenja ili početku klijanja predstavlja mjerilo za moć bubrenja zrna, a određuje se preko sadržaja vlage u zrnu 48 sati od početka močenja (MEBAK-I 2.4.4.). Ona se odražava na sve biokemijske procese u zrnu tijekom slađenja. S tim je povezana velika opskrbljenost tvarima osnovnog metabolizma, tj. malim molekulama poput glukoze potrebnim za disanje, ali i drugim proizvodima razgradnje škroba, što je praćeno porastom gubitaka. Aktivnost α-amilaze u uskoj je korelaciji s vlagom na početku klijanja (Sacher B., 1998.). Sa porastom vlage na početku klijanja su, iako nešto slabije od α-amilaze, stimulirani i proteolitički procesi, tj. enzimska priprema topljivih spojeva s dušikom (što se s jedne strane uočava iz vrijednosti za topljivi N, Kolbachov broj, FAN, VZ 45°C). Ujedno potiče i procese koji se zbivaju pod utjecajem topline kod sušenja (porast boje slada i boje slada nakon kuhanja).

Proračun: ukupna masa vode = namočena zrna – suha masa zrna

$$vlaga\ zrna\,(\%) = \frac{ukupna\ masa\ vode \times 100}{masa\ namocenog\ \ zrna}$$

Gubici tijekom slađenja

Gubici tijekom slađenja su pokazatelji intenziteta metabolizma tijekom klijanja, i samim tim intenziteta slađenja. Predstavljaju razliku između sadržaja vlage u pšenici i sadržaja vlage u sladu te gubitka određene količine suhe tvari zrna (MEBAK 2.5.3.1.). Oni obuhvaćaju utrošak škroba iz endosperma disanjem (gubici na disanje) i gubitak koji nastaje zato što se vrši otklicavanje slada (gubici na klicu). Ukupni gubici predstavljaju zbroj ova dva gubitka. Obzirom da se svi ovi procesi odvijaju pod utjecajem relevantnih enzima, povećani gubici su u pravilu praćeni pojačanom enzimskom aktivnošću te se dobiva i slad takvih svojstava.

3.2.5. Analiza slada

U gotovim sladovima određivani su pokazatelji prikazani u **tablici 8**:

Tablica 8. Pokazatelji kvalitete određivani u gotovim sladovima

1.	vlaga slada	%
2.	ekstrakt	% s.t.
3.	razlika ekstrakta	%
4.	Hartongov broj	%
5.	ukupne bjelančevine	% s.t.
6.	topljivi N	mg/L
7.	Staklavost	%
8.	Friabilnost (prhkost) zrna	%

Udjel sirovih bjelančevina

Ukupni N u sladu određen je metodom po Kjeldahlu (EBC-V 4.3.1.) kako bi se mogao izračunati odnos ukupni N : topljivi N (Kolbach index). 20 mL sladovine od fino mljevenog slada je uz dodatak konc. 2-3 mL H_2SO_4 upareno do sirupaste konzistencije izbjegavajući pri

tom pjenušanje te se zatim udio N određivao standardnom metodom po Kjeldahlu (MEBAK, 1997.).

$$\text{izračun : } total\ N\ (\%d.m.) = \frac{(GP-SP)\times 14}{o\times(100-W)}\times F$$

Topljivi dušik i Kolbachov broj

Topljivi N je onaj dio spojeva s dušikom koji pod uvjetima ukomljavanja prelazi u otopinu. Topljivi N je određen prema gore navedenoj metodi za ukupni N s izuzetkom pripreme uzorka i prikazivanja rezultata (EBC-V 4.9.1.).

$$\text{Proračun: } topljivi\ N\ (mg/L) = (GP-SP)\times 1{,}4\times F\times 50$$

(GP = utrošak 0,1 M kiseline u glavnoj probi, mL; SP = utrošak 0,1 M kiseline u slijepoj probi, mL; F = faktor 0,1 M kiseline). Proračun na suhu tvar slada:

$$topljivi\ N\ (g/100\,g\,d.m.) = \frac{N\times E\,(\%d.m.)}{e\times 10000}$$

Veći sadržaj bjelančevina u zrnu djeluje na porast količine topljivog dušika, jer bjelančevine zrna na određeni način predstavljaju supstrat za proteolizu, tj. vrijedi zakonitost po kojoj se koncentracija produkta povećava s porastom koncentracije supstrata. Razgrađenost bjelančevina (odnos ukupnog i topljivog N) ili Kolbachov index je pokazatelj proteolitičke razgrađenosti slada i ukazuje na aktivnost proteolitičkih enzima . Točnost ovog pokazatelja mora se uvijek promatrati zajedno s ukupnim udjelom N u sladu jer je to zavisna veličina.

$$\text{Kolbach-ov broj (\%):} \qquad Kolbach\ number\,(\%) = \frac{soluble\,N\,(g/100g\ \ d.m.)}{total\ N\,(g/100g\ \ d.m.)}\times 100$$

Ekstrakt

Ekstrakt slada je najvažnija karakteristika slada s ekonomskog gledišta. Predstavlja one sastojke zrna (fine prekrupe slada) koji pod definiranim uvjetima ukomljavanja prelaze u sladovinu. Ekstrakt slada pokazuje snažnu negativnu korelaciju sa sadržajem bjelančevina zrna. Ova zavisnost je odavno poznata. Korelacija između sadržaja sirovih proteina i ekstrakta se ubraja u tzv. “formalne korelacije”. Pod tim se podrazumijeva odnos kod kojeg

se dva sastojka međusobno dopunjavaju do približno 100% (izračunato na masu predmeta ispitivanja). Ekstrakt slada određivan je prema MEBAK-u (metoda 4.1.4.2.2.)

$$Ekstrakt\,slada\,zracno\,suhi,\,E\,(\%\,zr.) = \frac{e \times (800 + W)}{100 - e}$$

$$Ekstrakt\,slada\,E\,(\%\,s.t.) = \frac{100 \times E(\%\,zracno\,suhi)}{100 - W}$$

e = sadržaj ekstrakta u sladovini, % m/m; W = vlaga slada, % m/m; E = sadržaj ekstrakta u sladu, zračno suhi slad (% zr. suh.); 800 + W = količina vode u komini preračunata na 100 g slada (g)

Pri određivanju ekstrakta određivano je i vrijeme ošećerenja prema "Priručniku za laboratorijske vežbe iz tehnologije piva" (Krajovan V., 1972.). 10 minuta nakon dostizanja temperature od 70°C prenešena je kap komine na keramičku ploču s utorima i dodana kap otopine 0,02 mol/L joda (2,54g J_2 + 5g KJ u 1L dest. vode). Kontrola je dalje ponavljana nakon svakih 5 minuta. Praćena je promjena boje otopine do jod normalne reakcije. Izražavanje rezultata je <10 min., 10-15 min.; 15-20 min., itd.

Vrijeme cijeđenja (FILTRABILNOST) je određeno mjerenjem vremena filtracije nakon vraćanja prvih 100 mL filtrata kongresne sladovine ponovno u lijevak, također prilikom određivanja ekstrakta prema "Priručniku za laboratorijske vežbe iz tehnologije piva" (EBC 4.1.4.2.5). Ako je filtracija završena u vremenu ispod 60 min, brzina cijeđenja se označava kao "normalna", a preko te vrijednosti kao "spora".

Razlika ekstrakta fino i grubo mljevenog slada

Razlika ekstrakta fino i grubo mljevenog slada je pokazatelj uspješnosti razgradnje staničnih stijenki endosperma, a određivana je po MEBAK 4.1.4.2.10. Ona je velikim dijelom odlika sorte, ali zavisi i od vremenskih uvjeta tijekom sezone.

Hartongov broj (VZ 45°C)

VZ 45°C, koji se određuje kao odnos ekstrakta dobivenog nakon izotermnog ukomljavanja u trajanju od jednog sata i ekstrakta fino mljevenog slada (MEBAK, 4.1.4.11), kod svijetlog slada je mjerilo aktivnosti, u prvom redu, onih enzima koji uspješno rade na ovoj

temperaturi. To su uglavnom proteaze, od kojih većina ima optimum djelovanja na navedenoj temperaturi. Zbog toga su vrijednosti VZ 45°C u najboljoj (pozitivnoj) korelaciji s drugim pokazateljima proteolize, tj. s količinom topljivog dušika, Kolbachovim brojem i FAN-om.

Proračun: $\mathrm{Re}lativni\ ekstrakt(VZ\,45) = \frac{ekstrakt\ slada\ na\ danoj\ temperaturi}{ekstrakt\ fino\ mljevenog\ slada} \times 100$

3.2.6. Računske metode i program za obradu rezultata

Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost ponavljanja ± standardna devijacija, a provedeni su upotrebom programa Microsoft Office Excel 2010.

4. REZULTATI

Tablice 9 - 14 prikazuju vrijednosti polaznih pokazatelja kvalitete pšenica, vrijednosti za pokazatelje kvalitete postupaka slađenja A, B, C i D te vrijednosti pokazatelja kakvoće gotovih sladova važnih za procjenu prihvatljivosti, odnosno neprihvatljivosti određenog postupka slađenja sa stanovišta gubitka suhe tvari, te odnosa gubitaka.

4.1. REZULTATI ODREĐIVANJA POLAZNIH POKAZATELJA KAKVOĆE UZORAKA PŠENICE

Tablica 9 Rezultati polaznih kemijskih analiza odabranih pšenica

	vlaga zrna (%)	masa 1000 zrna (g)	ukupni N × 5,7 (% s.tv.)	vlažni gluten (%)	staklavost (%)
1. Žitarka	11,35	46,44	11,92	32	66
2. Olimpija	11,84	39,03	12,46	35	51
3. Golubica	12,3	38,54	11,61	34	14
4. Superžitarka	11,7	41	13,71	31	78
5. Antonija	12	39,02	10,43	20	4
6. Felix	12,04	40,22	11,74	26	59
7. Srpanjka	11,61	36,02	12,60	24	0
8. Lucija	11,89	38,53	11,74	27	0
9. Vulkan	11,66	35,64	11,86	26	4
10. Zlata	11,49	35,87	11,88	25	6

4.2. REZULTATI ODREĐIVANJA USPJEŠNOSTI POSTUPAKA MIKROSLAĐENJA

Tablica 10 Rezultati uspješnosti postupaka mikroslađenja A

	vlaga na početku klijanja (%)	ukupno trajanje močenja (h)	vlaga nakon 48 sati močenja (%)	ukupni gubici (%s.t.)	gubici na klicu (% s.t.)	gubici na disanje (% s.t.)
1. Žitarka	44,5	50	39,6	7,94	5,71	2,23
2. Olimpija	44,5	50	40,5	7,90	5,82	2
3. Golubica	44,5	50	41,1	7,98	5,03	2,95
4. Superžitarka	44,5	50	39,7	8,28	6,09	2,19
5. Antonija	44,5	50	40,7	8,28	6,5	1,78
6. Felix	44,5	50	39,8	8,04	5,83	2,21
7. Srpanjka	44,5	50	40,4	7,41	6,44	0,97
8. Lucija	44,5	50	40,1	8,43	6,43	2
9. Vulkan	44,5	50	40,3	4,83	6,35	1,52
10. Zlata	44,5	50	40,3	4,62	6,46	1,84

Tablica 11 Rezultati uspješnosti postupaka mikroslađenja B

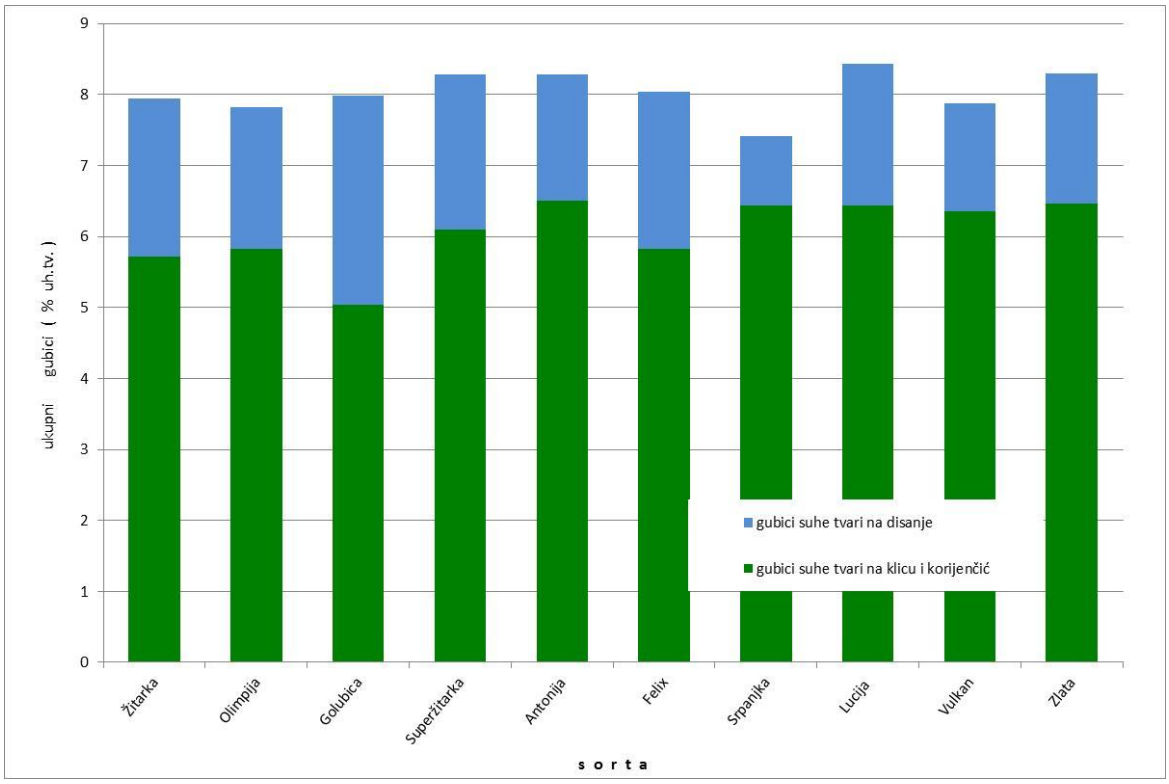
	vlaga na početku klijanja (%)	ukupno trajanje močenja (h)	vlaga nakon 48 sati močenja (%)	ukupni gubici (%s.t.)	gubici na klicu (% s.t.)	gubici na disanje (% s.t.)
1. Žitarka	43	48	37,4	3,26	3,21	0,05
2. Olimpija	43	48	37,6	3,50	3,38	0,12
3. Golubica	43	48	38,9	3	2,9	0,1
4. Superžitarka	43	48	38,1	4,24	3,23	1,01
5. Antonija	43	48	37,6	3,66	3,25	0,41
6. Felix	43	48	38,2	4,04	2,84	1,2
7. Srpanjka	43	48	38,4	4,08	3,57	0,51
8. Lucija	43	48	37,7	4,95	3,93	1,02
9. Vulkan	43	48	38,6	4,1	3,58	0,52
10. Zlata	43	48	38,3	4,06	3,46	0,6

Tablica 12 Rezultati uspješnosti postupaka mikroslađenja C

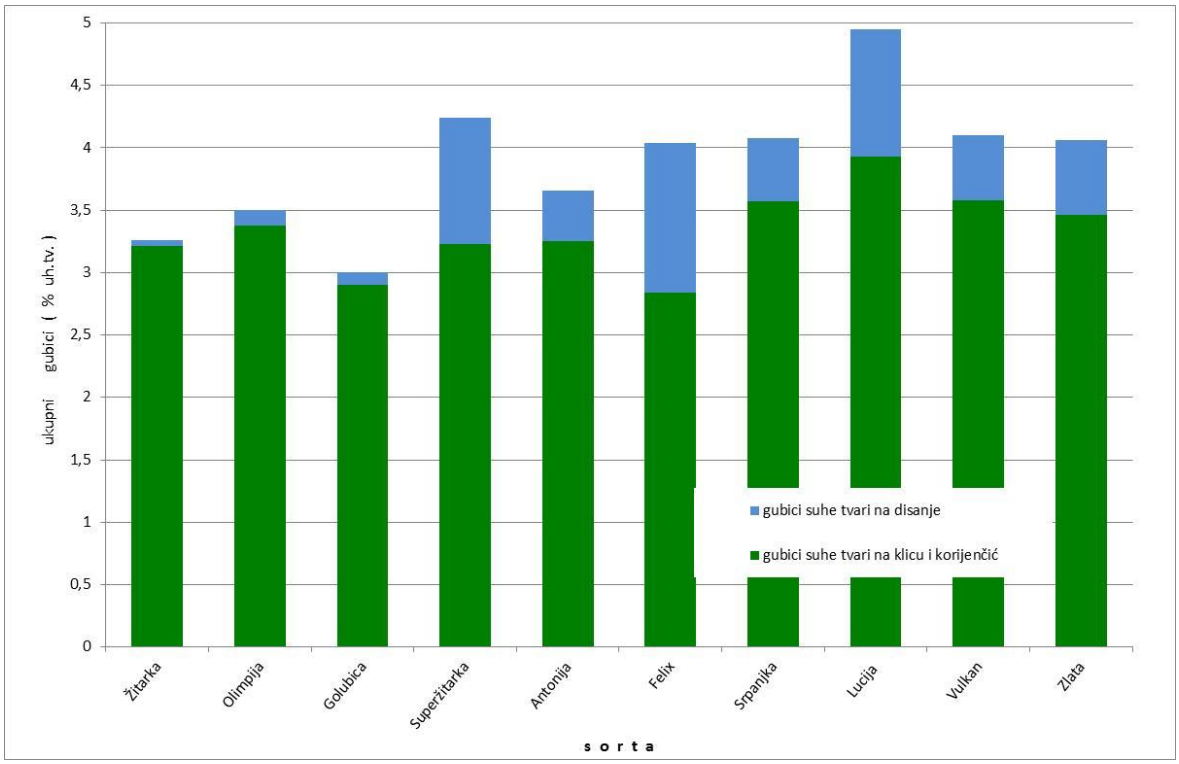
	vlaga na početku klijanja (%)	ukupno trajanje močenja (h)	vlaga nakon 48 sati močenja (%)	ukupni gubici (%s.t.)	gubici na klicu (% s.t.)	gubici na disanje (% s.t.)
1. Žitarka	46	51	41	7,08	5,39	1,69
2. Olimpija	46	51	40,9	7,1	5,38	1,72
3. Golubica	46	51	41,7	6,62	3,99	2,63
4. Superžitarka	46	51	41,5	8,73	5,72	3,01
5. Antonija	46	51	41,4	7,95	5,8	2,15
6. Felix	46	51	41,4	6,71	3,76	2,95
7. Srpanjka	46	51	41,2	8,27	6,45	1,82
8. Lucija	46	51	40,6	7,88	5,37	2,51
9. Vulkan	46	51	41	8,04	6,13	1,91
10. Zlata	46	51	39,87	8,01	6,15	1,86

Tablica 13 Rezultati uspješnosti postupaka mikroslađenja D

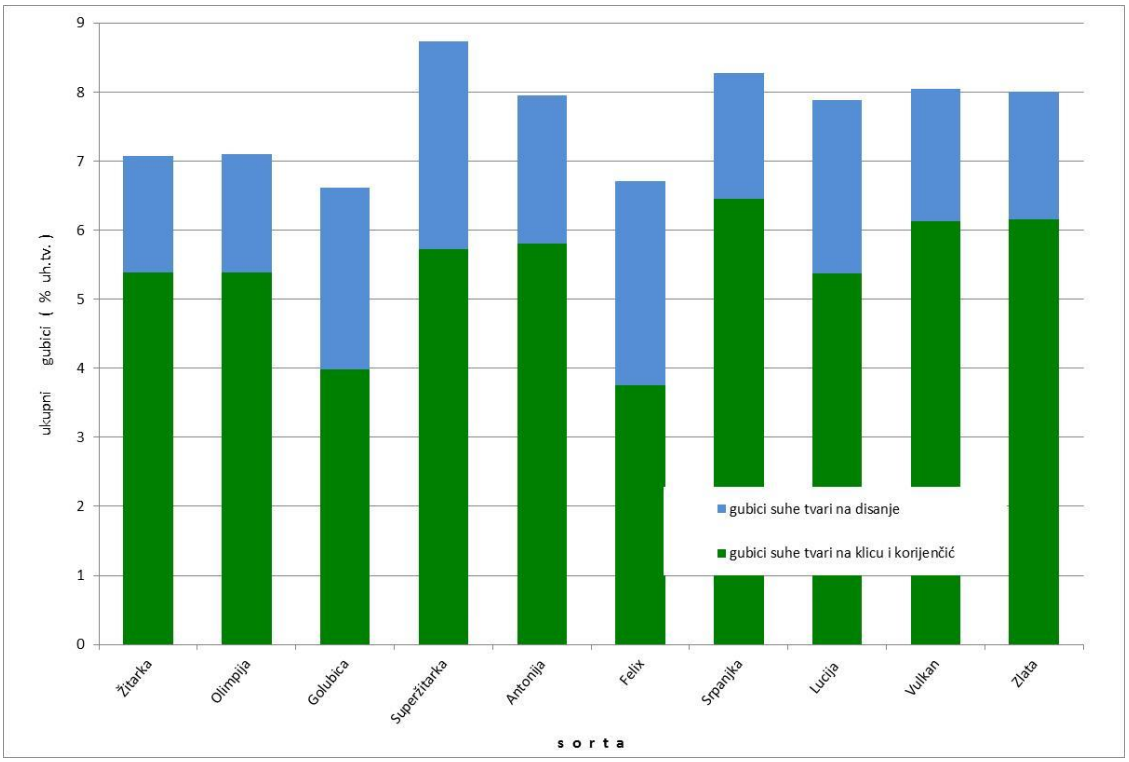
	vlaga na početku klijanja (%)	ukupno trajanje močenja (h)	vlaga nakon 48 sati močenja (%)	ukupni gubici (%s.t.)	gubici na klicu (% s.t.)	gubici na disanje (% s.t.)
1. Žitarka	43	48	40,3	8,2	4,7	3,5
2. Olimpija	43	48	40,6	8,4	5,1	3,3
3. Golubica	43	48	40,6	7,6	4,2	3,4
4. Superžitarka	43	48	41	10,4	6	4,4
5. Antonija	43	48	42,2	9,2	6,5	2,7
6. Felix	43	48	41,2	10	5,8	4,2
7. Srpanjka	43	48	41,1	8	4,3	4,7
8. Lucija	43	48	41,5	8,3	5,1	3,2
9. Vulkan	43	48	41,3	7,9	3,7	4,2
10. Zlata	43	48	41,4	7,9	4,1	3,8



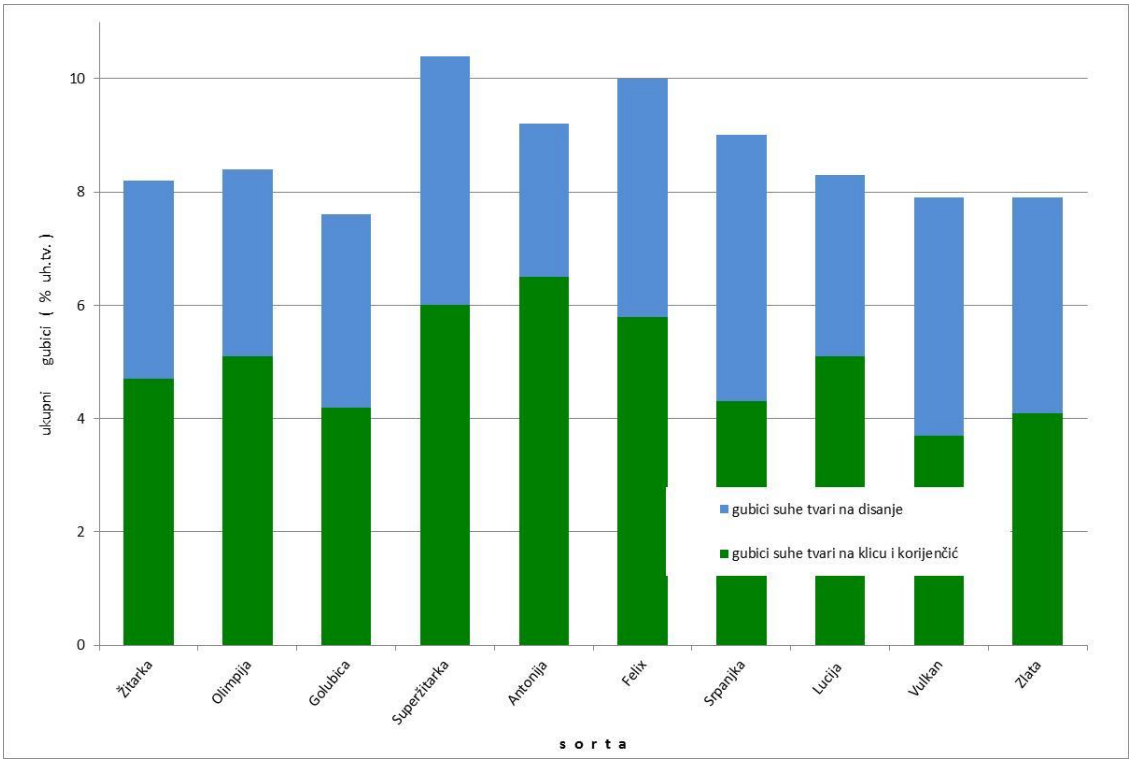
Slika 15 Udjeli pojedinih vrsta gubitaka u ukupnim gubicima suhe tvari slađenjem po postupku A.



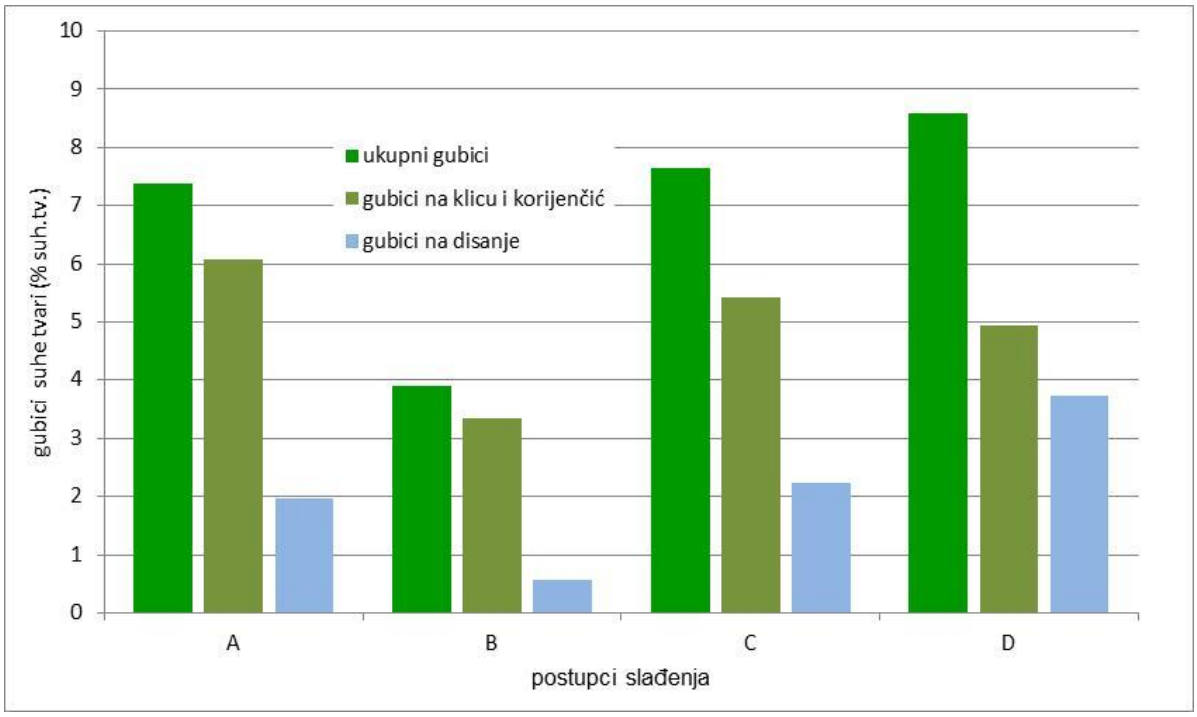
Slika 16 Udjeli pojedinih vrsta gubitaka u ukupnim gubicima suhe tvari slađenjem po postupku B.



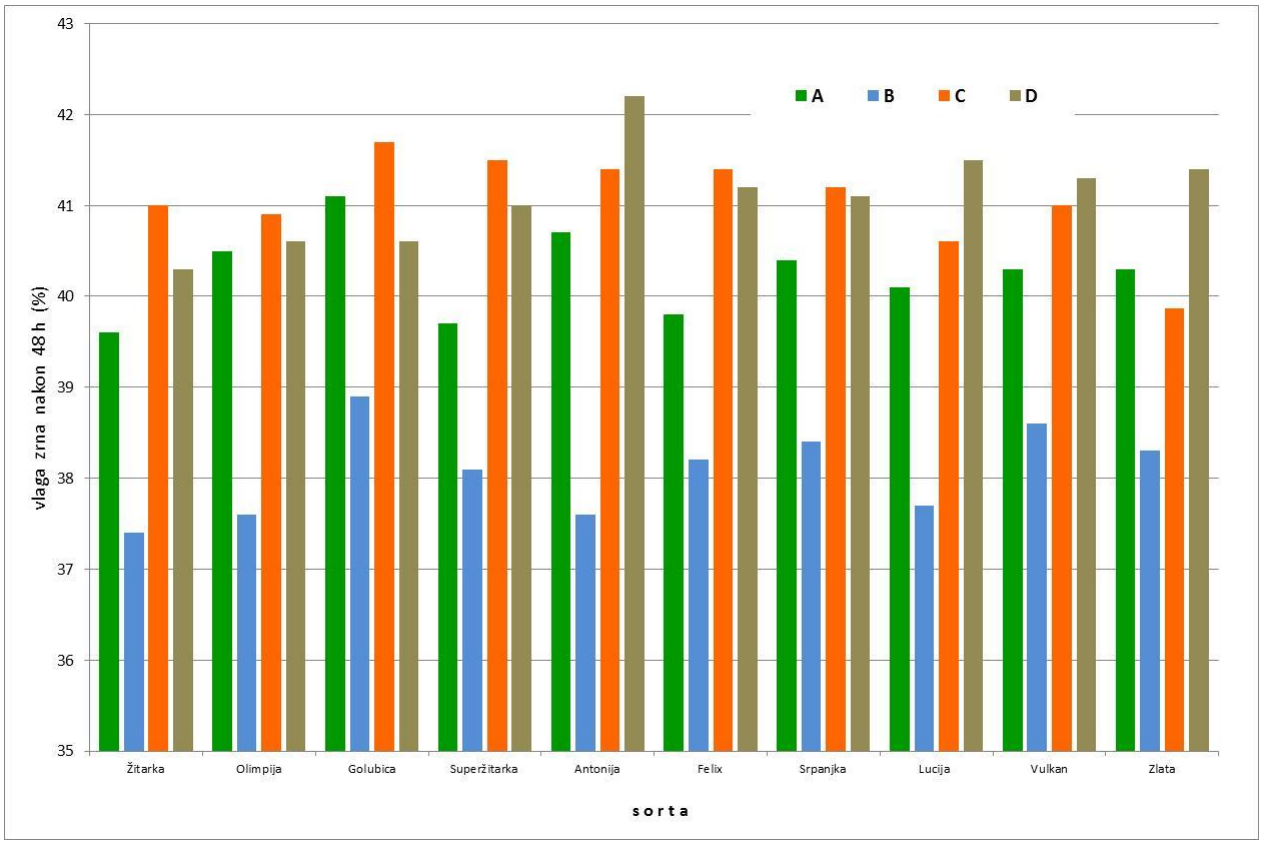
Slika 17 Udjeli pojedinih vrsta gubitaka u ukupnim gubicima suhe tvari slađenjem po postupku C.



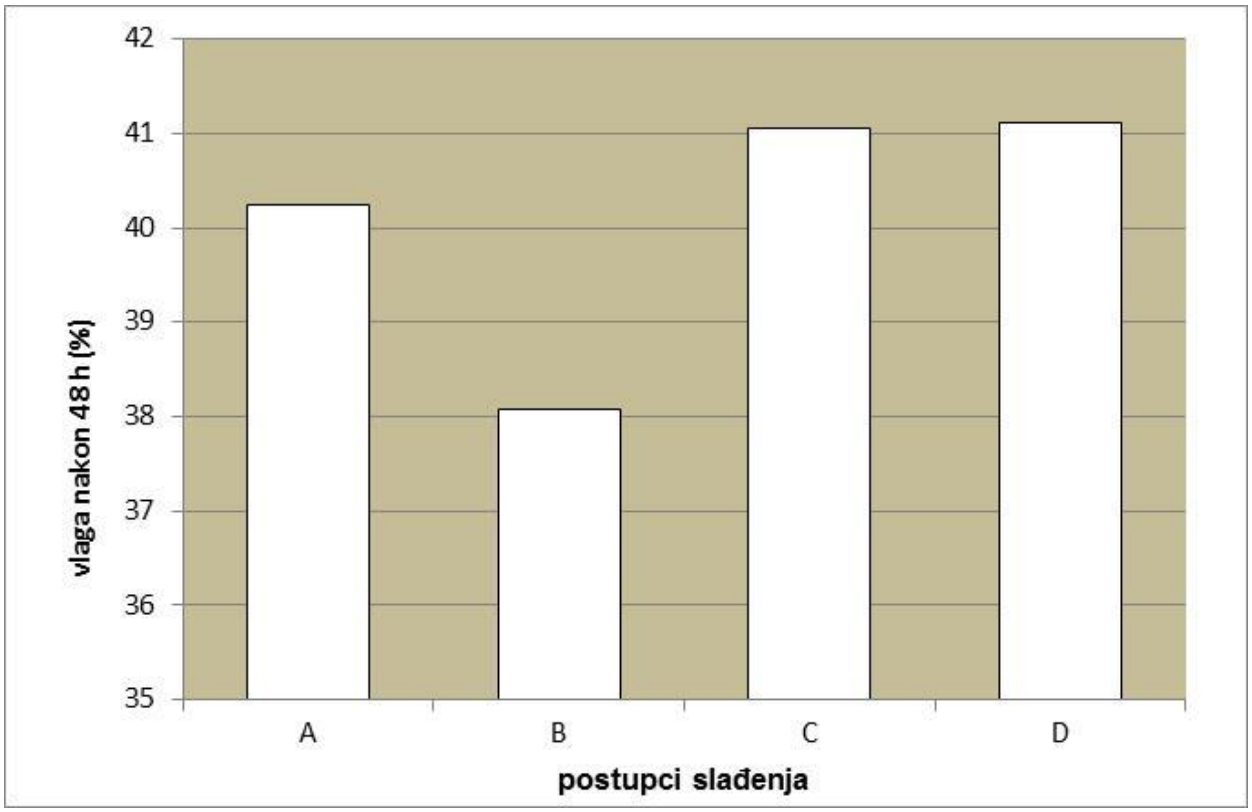
Slika 18 Udjeli pojedinih vrsta gubitaka u ukupnim gubicima suhe tvari slađenjem po postupku D.



Slika 19 Srednje vrijednosti gubitaka za sve sorte po postupcima slađenja A, B, C i D.



Slika 20 Moć bubrenja ispitivanih sorti po postupcima slađenja A, B, C i D.



Slika 21 Srednje vrijednosti moći bubrenja za sve sorte po postupcima slađenja A, B, C i D.

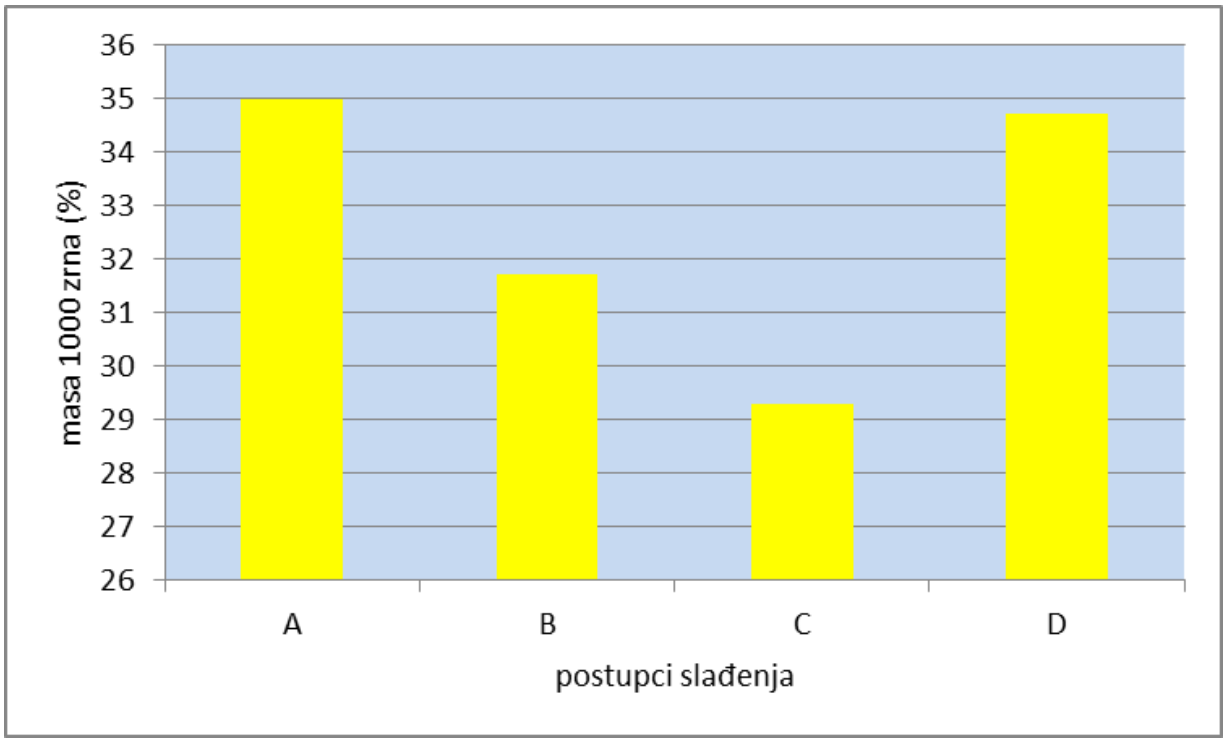
4.3. REZULTATI ODREĐIVANJA POKAZATELJA KVALITETE U GOTOVIM SLADOVIMA

Tablica **14** Pokazatelji kvalitete određivani u gotovim sladovima

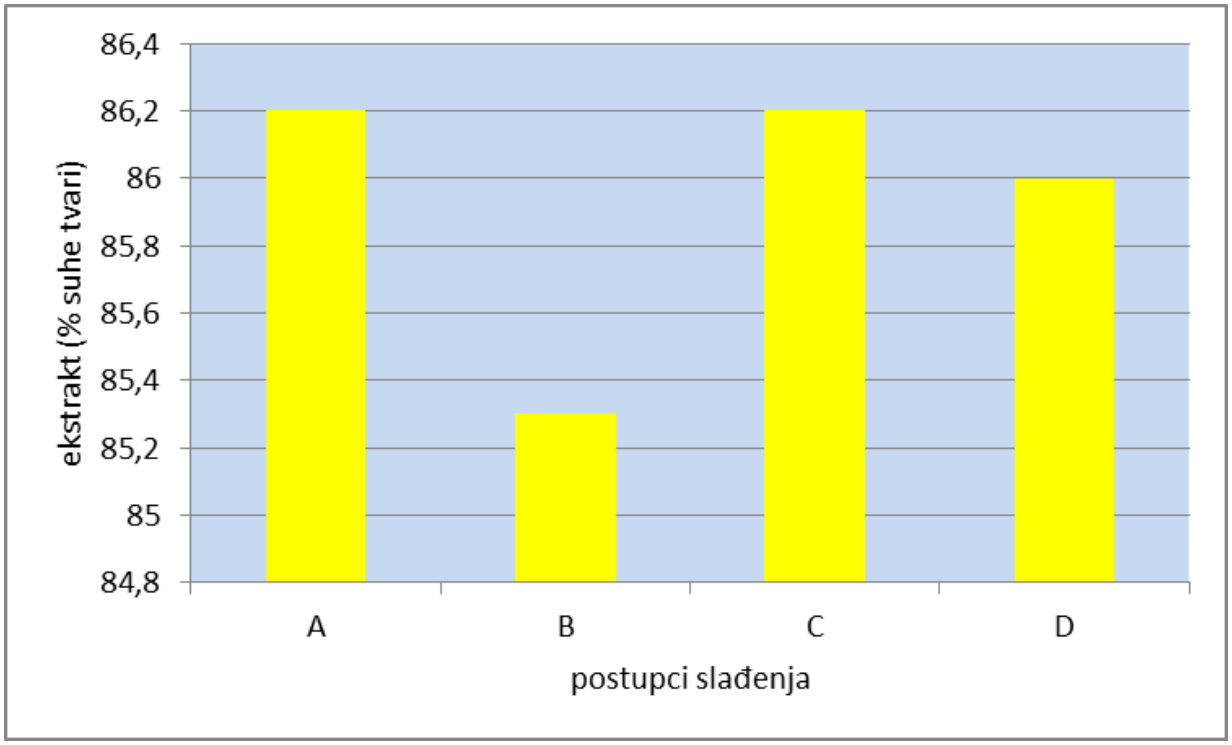
Sorta		postupak slađenja	vlaga slada (%)	ekstrakt (% s.t.)	razlika ekstrakta (%)	Hartongov broj (%)	ukupni N (% s.tv.)	topljivi N (% s.tv.)	Staklavost (%)	masa 1000 zrna (g)
1.	Žitarka	A	5,26	85,71	0,83	34,58	1,46	0,59	16	42,6
		B	5,1	85,13	1,53	22,75	1,58	0,59	2	30
		C	5,61	85,47	1,27	32,36	1,96	0,72	4	23,6
		D	5,18	85,3	0,92	34,2	1,50	0,62	14	40,5
2.	Olimpija	A	5,48	84,6	0,9	35,2	1,48	0,62	12	40,1
		B	5,01	83,65	1,66	29,14	1,60	0,60	3	31,5
		C	5,72	85,87	1,21	33,5	1,87	0,74	2	26,5
		D	5,32	84,96	1,42	35,12	1,53	0,61	10	38,2
3.	Golubica	A	5,15	85,28	2,33	34,94	2,17	0,69	2	32,4
		B	5,33	84,89	1,7	27,61	1,7	0,6	6	30,3
		C	5,04	85,28	1,74	39,48	1,7	0,68	0	30,3
		D	5,23	84,95	2,12	34,54	2,0	0,66	0	33,4
4.	Superžitarka	A	5,49	86,98	0,32	29,47	1,64	0,61	22	34,2
		B	5,28	87,17	2,06	26,03	1,65	0,56	16	33,3
		C	5,19	87,39	0,62	32,02	1,62	0,62	14	31,6
		D	5,14	88,01	0,36	30,31	1,68	0,66	20	35,6
5.	Antonija	A	5,25	85,72	1,33	30,49	1,55	0,61	4	38,6
		B	5,1	85,13	1,53	22,75	1,58	0,59	2	30
		C	5,61	85,47	1,27	32,26	1,96	0,72	4	23,6
		D	5,26	86,03	1,41	30,65	1,58	0,63	2	39,4

nastavak tablice na sljedećoj strani

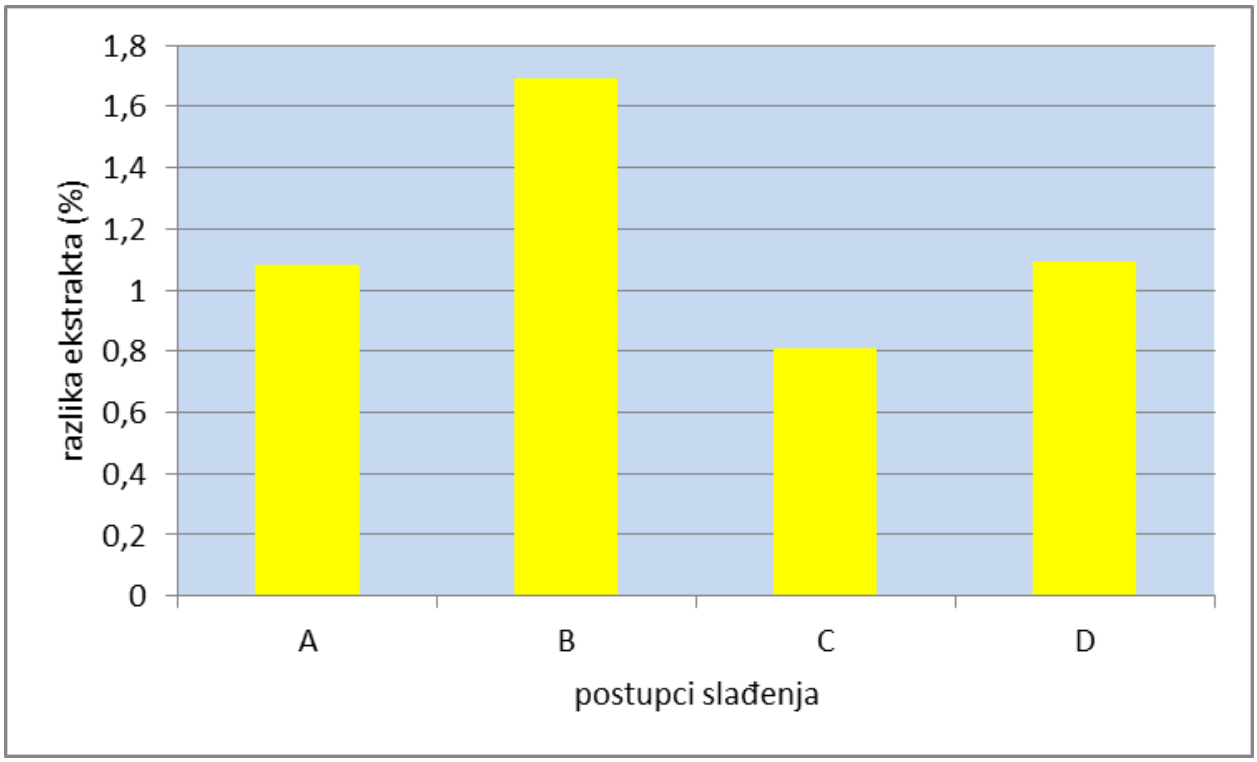
Sorta		postupak slađenja	vlaga slada (%)	ekstrakt (% s.t.)	razlika ekstrakta (%)	Hartongov broj (%)	ukupni N (% s.tv.)	topljivi N (% s.tv.)	Staklavost (%)	masa 1000 zrna (g)
6.	Felix	A	4,73	85,64	0,92	40,35	1,74	0,68	5	30,5
		B	4,58	83,8	2,25	30,9	1,74	0,61	6	32,01
		C	4,86	86,04	0,36	41,02	1,79	0,78	1	30,47
		D	4,50	84,97	0,95	40,6	1,76	0,71	1	31,02
7.	Srpanjka	A	4,75	87,25	0,93	41,5	1,73	0,71	0	31
		B	4,6	86,89	1,95	31,05	1,57	0,62	0	31,6
		C	4,69	87,08	0,16	40,71	1,79	0,74	0	30,01
		D	4,21	87,1	0,84	41,65	1,78	0,74	0	30,2
8.	Lucija	A	5,09	88,73	1,03	37,25	1,61	0,66	0	32,2
		B	4,73	87,84	1,02	33,4	1,43	0,57	0	30,4
		C	5,1	88,64	0,1	40,65	1,66	0,69	0	31,5
		D	5,03	88,54	0,96	38,5	1,69	0,67	0	31,8
9.	Vulkan	A	4,89	86,24	0,95	40,5	1,76	0,72	8	33,4
		B	4,49	84,54	1,56	33,4	1,77	0,65	8	32,0
		C	4,75	85,4	0,56	40,65	1,80	0,76	0	31,8
		D	4,63	85,6	1,0	38,9	1,75	0,74	2	33,1
10.	Zlata	A	4,56	85,65	1,3	40,68	1,68	0,74	0	34,8
		B	4,70	84,06	1,62	33,47	1,72	0,68	2	36
		C	4,39	85,66	0,79	39,01	1,75	0,81	1	33,64
		D	4,78	84,94	0,88	39,54	1,68	0,77	2	33,96



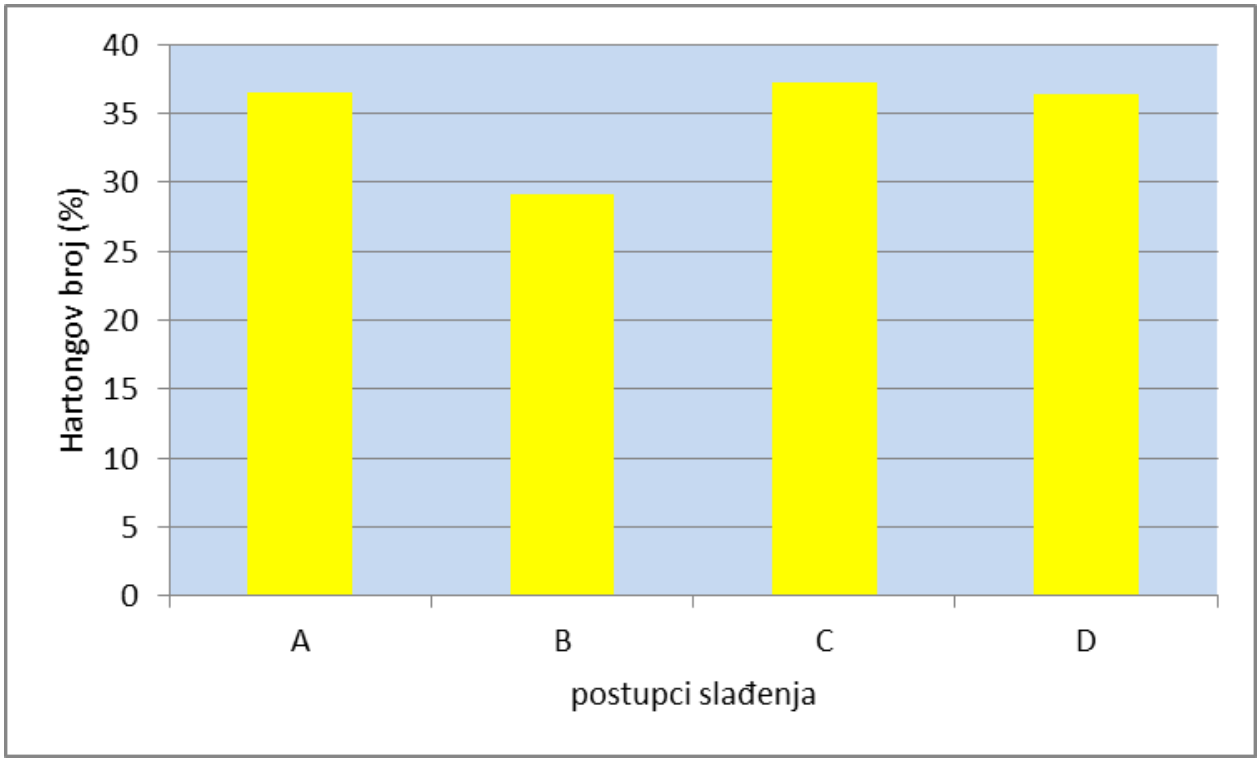
Slika 22 Srednja vrijednost mase 1000 zrna slada za sve sorte po postupcima slađenja A, B, C i D.



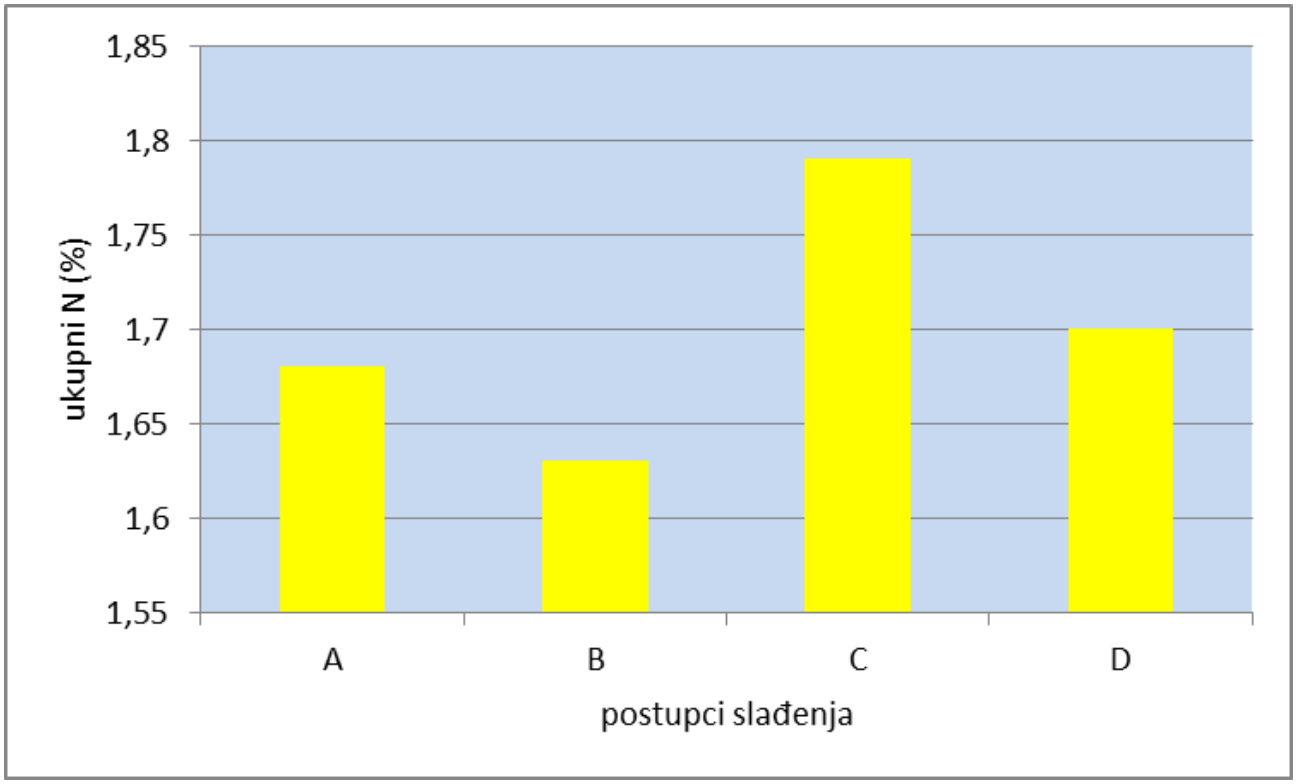
Slika 23 Srednja vrijednost ekstrakta slada za sve sorte po postupcima slađenja A, B, C i D.



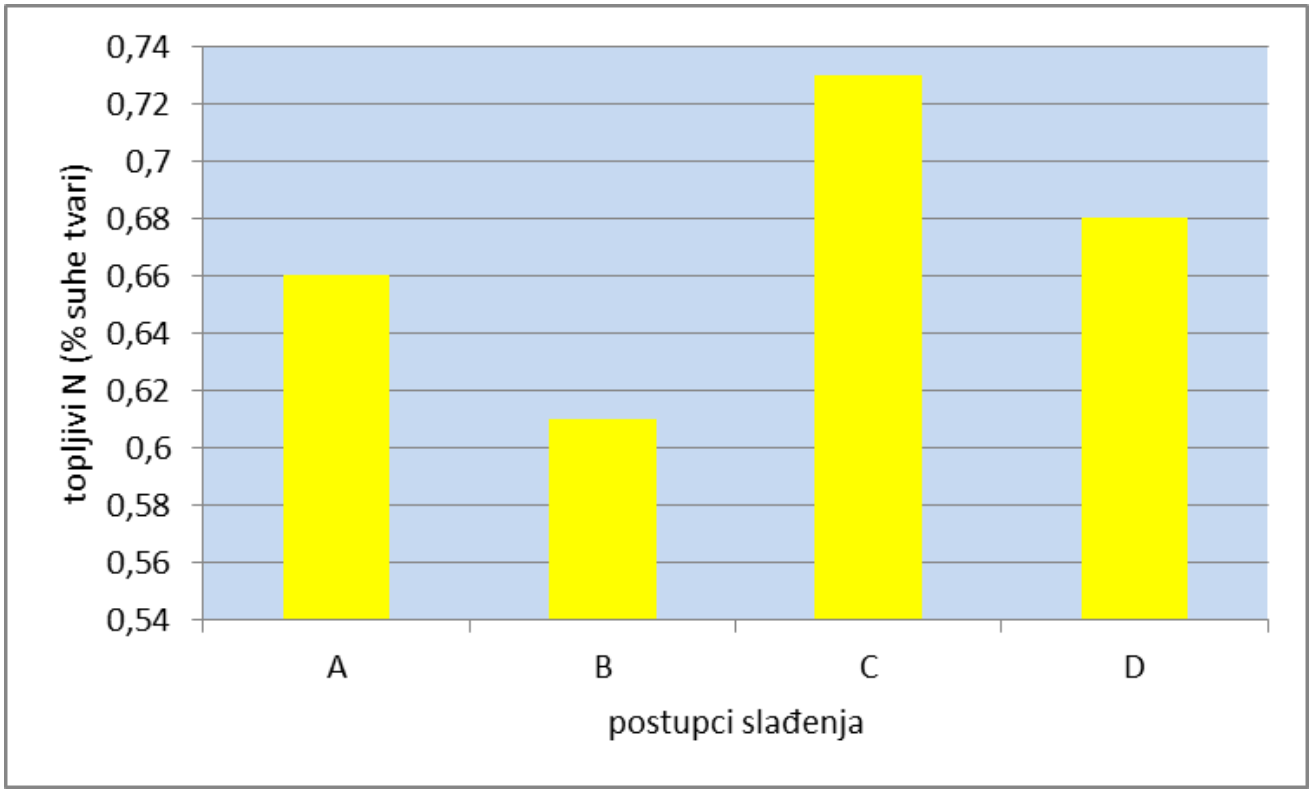
Slika 24 Srednja vrijednost razlike ekstrakta slada za sve sorte po postupcima slađenja A, B, C I D.



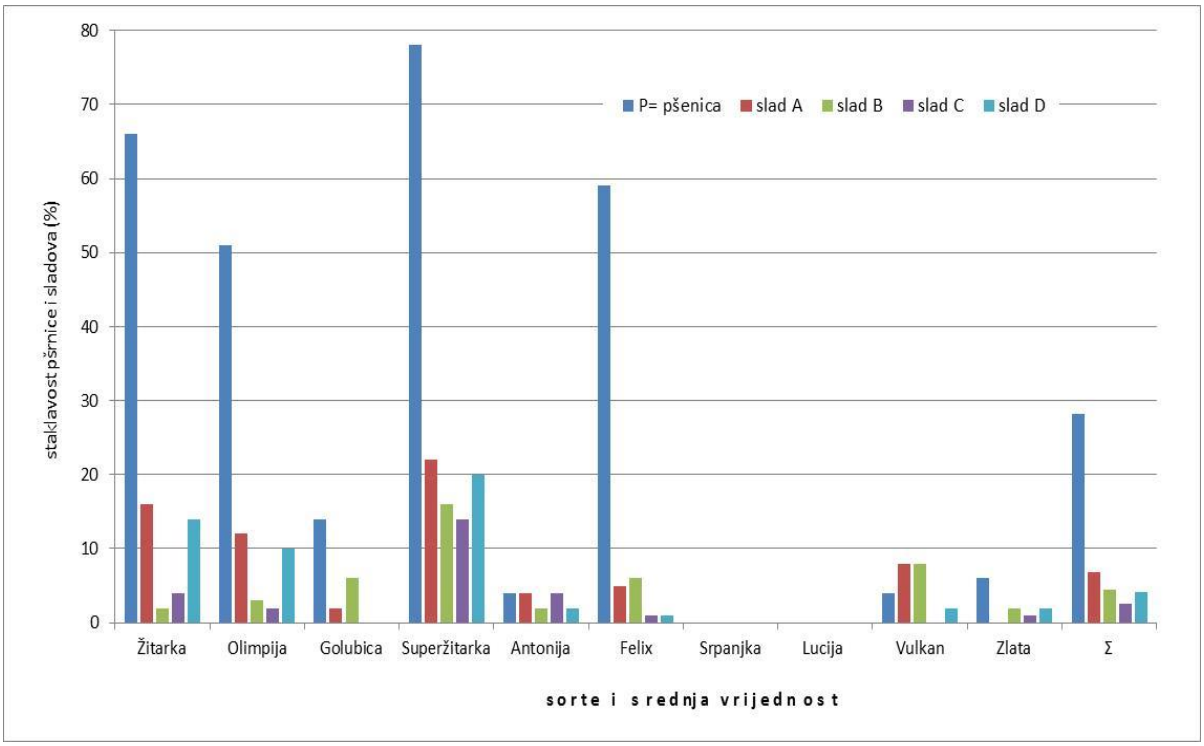
Slika 25 Srednja vrijednost Hartongovog broja za sve sorte po postupcima slađenja A, B, C i D.



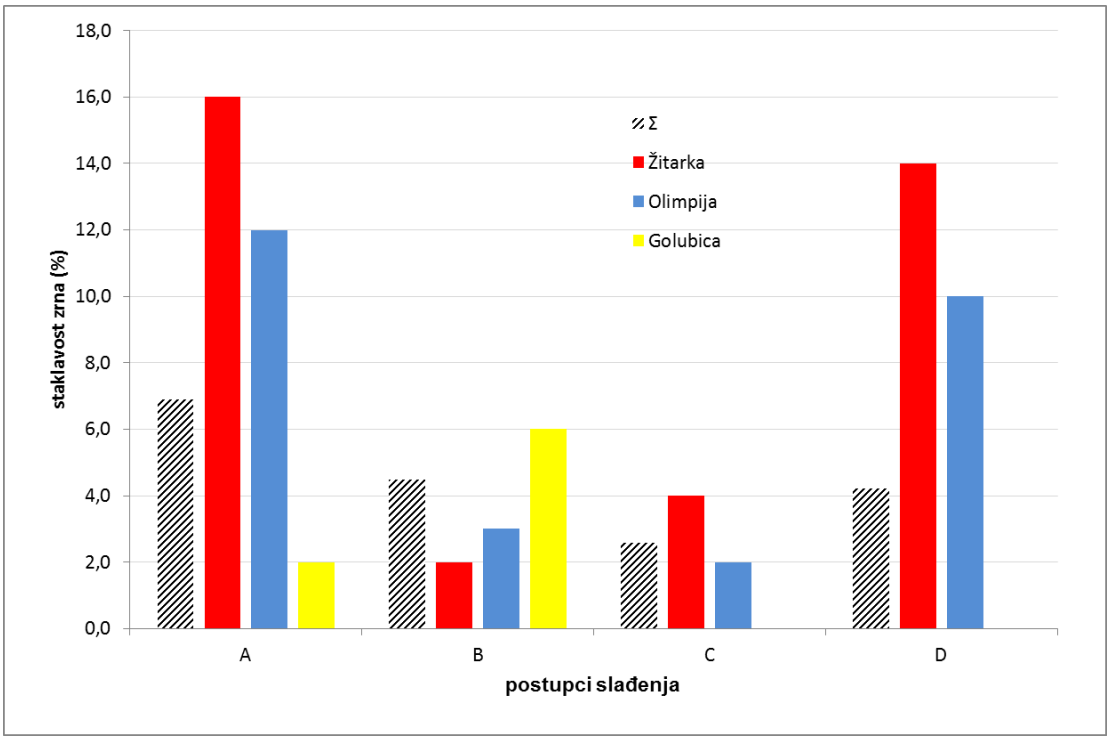
Slika 26 Srednja vrijednost za ukupni N u sladu za sve sorte po postupcima slađenja A, B, C i D.



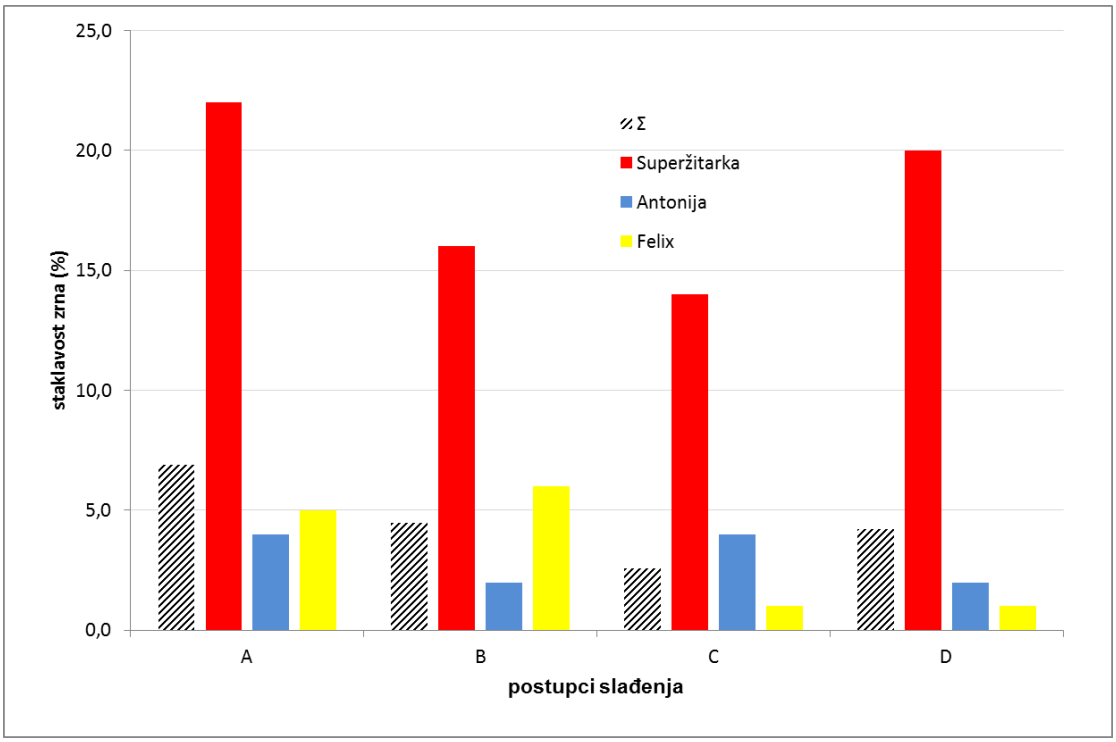
Slika 27 Srednja vrijednost za topljivi N u sladu za sve sorte po postupcima slađenja A, B, C i D.



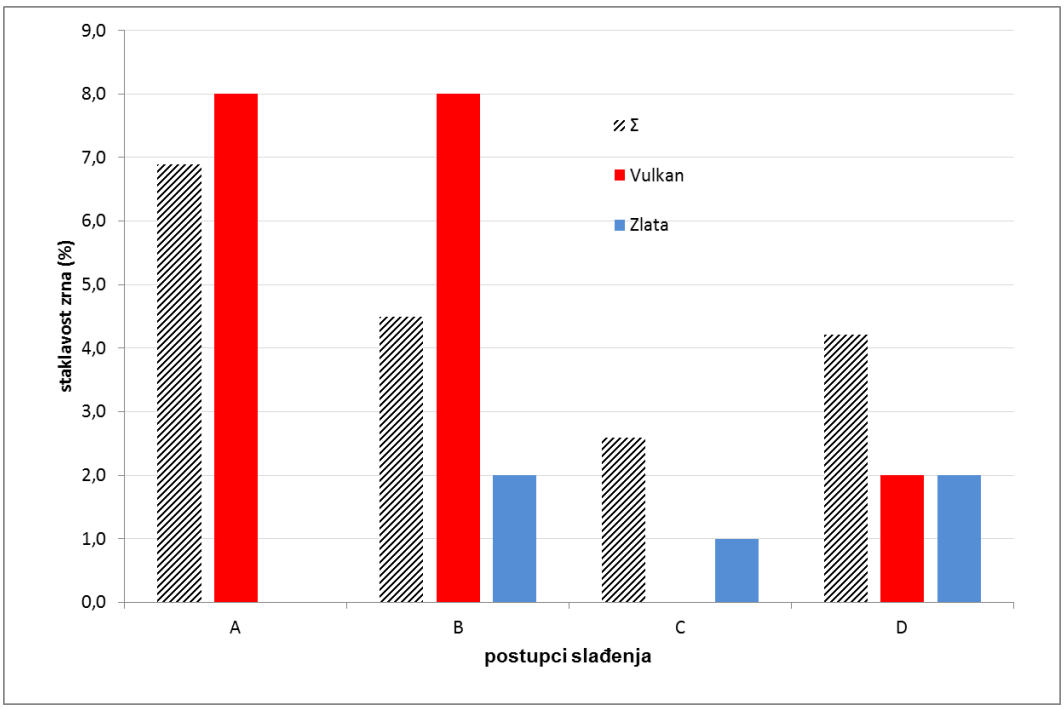
Slika 28 Srednje vrijednosti za polaznu staklavost zrna pšenice i staklavost zrna slada za sve sorte po postupcima slađenja A, B, C i D.



Slika 29 Srednje vrijednosti za staklavost zrna slada za sorte Žitarka, Olimpija, Golubica po postupcima slađenja A, B, C i D i srednja vrijednost staklavosti (Σ) zrna slada za sve sorte po pojedinom postupku slađenja.



Slika 30 Srednje vrijednosti za staklavost zrna slada za sorte Superžitarka, Antonija, Felix po postupcima slađenja A, B, C i D i srednja vrijednost staklavosti (Σ) zrna slada za sve sorte po pojedinom postupku slađenja.



Slika 31 Srednje vrijednosti za staklavost zrna slada za sorte Vulkan, Zlata po postupcima slađenja A, B, C I D i srednja vrijednost staklavosti (Σ) zrna slada za sve sorte po pojedinom postupku slađenja.

5. RASPRAVA

Ovaj rad bavi se istraživanjem postupaka slađenja pšenice na veličinu i strukturu gubitaka suhe tvari slada. Istraživanje je uključivalo 10 domaćih sorti pšenice kao netretiranih i dorađenih (otpljevičeno i bez stranih primjesa) zrna iz sortnih pokusa. Te sorte spadaju u II kvalitativnu grupu (daju sladovinu izvrsne ili prihvatljive viskoznosti, ali uz povišen udjel ukupnih proteina).

Iz rezultata u **Slikama 15, 16, 17 i 18** vidljivo je da su nam se ukupni gubici na suhu tvar po pojedinim postupcima zadržali na prosječnim vrijednostima, dok se najviše ističe restriktivni postupak (B) gdje je ostvareno najmanje gubitaka, čak i ispod prosjeka za pšenični slad. To možemo objasniti smanjenom moći bubrenja (**Slika 21**) u postupku B tijekom kojega je zrno pšenice primilo najmanje vlage u 48 sati od početka močenja, a voda se odražava na sve biokemijske procese u zrnu tijekom slađenja. S tim je povezana manja opskrbljenost tvarima osnovnog metabolizma, tj. malim molekulama poput glukoze potrebnim za disanje, ali i drugim proizvodima razgradnje škroba, što je praćeno smanjenjem gubitaka. Ostalim postupcima slađenja postignuta je nešto veća vlaga u zrnu nakon 48 sati, no nedovoljna, te je za svaki postupak bila nužna korekcija vlage vlaženjem orošavanjem.

Masa 1000 zrna u snažnoj je pozitivnoj korelaciji s rezultatima sortiranja i s ekstraktom, te je poželjno da je što veća. Iz **Slike 22** može se vidjeti da je masa 1000 zrna najveća prilikom postupaka A i D, dok postupak sa ravnomjernim snižavanjem temperature tijekom klijanja do kraja procesa (C) uzrokuje najmanju masu 1000 zrna.

Ekstrakt slada je s ekonomskog gledišta najvažnija karakteristika slada i pokazatelj je uspješnosti postupka slađenja i kakvoće zrna. On predstavlja sve vodotopljive sastojke (i fermentabilne i nefermentabilne) koji pod definiranim uvjetima ukomljavanja prelaze u sladovinu. Velika aktivnost amilolitičkih enzima u sladu izaziva smanjenje ekstrakta, budući je ona, u pravilu, praćena pojačanim utroškom škroba za disanje zrna tijekom klijanja. Najviše vrijednosti za ekstrakt dobivene su standardnim postupkom (A) i intenzivnim postupkom s ravnomjernim snižavanjem temperature tijekom klijanja do kraja procesa (C) što je bilo i očekivano (**Slika 23**).

Razlika ekstrakta fino i grubo mljevenog slada pokazatelj je uspješnosti razgradnje staničnih zidova endosperma. Velika razlika ekstrakta pokazuje prisustvo velikih dijelova nerazgrađenog endosperma zrna slada sa slabijim aktivnostima enzima. Slad s ovakvim

svojstvima uglavnom ima manji udjel fermentabilnih šećera jer su stanice sa škrobom, tijekom slađenja, nedovoljno postale dostupne uslijed djelovanja enzima te se onda slabije razgrađuju tijekom komljenja. Temeljem toga dobije se sladovina slabije kvalitete koja ima odlike loše fermentabilnosti. Najveća vrijednost razlike ekstrakta dobila se postupkom B, dok su vrijednosti prilikom ostalih postupaka bile podjednake (**Slika 24**).

Hartongov broj slada pokazatelj je opće razgrađenosti slada i aktivnosti enzima. Ako se dobivene vrijednosti za Hartongov broj izraze kao postotak od ekstrakta određenog po kongresnoj metodi, dobiju se tzv. relativni ekstrakti. Hartongov broj (VZ 45°C) određuje se kao odnos ekstrakta dobivenog nakon izotermnog ukomljavanja u trajanju od jednog sata i ekstrakta fino mljevenog slada, i koristi se kao mjerilo aktivnosti enzima, jer su pri 45°C aktivni svi enzimi osim α-amilaze. To su uglavnom proteaze, od kojih većina ima optimum djelovanja na navedenoj temperaturi. Iz **Slike 25** možemo vidjeti da se postupcima A, C i D dobio dobar Hartongov broj, dok je restriktivnim postupkom (B) Hartongov broj bio najmanji što znači da se postupkom B dobila najmanja aktivnost enzima u sladu.

Ukupni dušik u sladu ovisi o postupku slađenja, no intezivnim postupkom suzbija se proteoliza, dok se restriktivnim troši više N za sinteze pa ovisnost nije jednoznačna. Proteolitičkim procesima netopljive bjelančevine se prevode prevode u topljiv oblik do aminokiselina. Ovi fragmenti tada su dostupni za sintezu enzima u endospermu, no isto tako su i neophodni za „de novo“ sintezu enzima u lisnoj klici i korjenčićima, kao i za izgradnju strukturnih bjelančevina. Nakon sušenja zelenog slada čišćenjem se odvajaju korjenčići i lisna klica pa se, zavisno od intenziteta slađenja, uklanja znatna količina bjelančevina, što je vrlo izraženo kod slađenja pri velikom stupnju namočenosti, višoj temperaturi i dužem trajanju. Topljivi N je onaj dio spojeva s dušikom koji pod uvjetima ukomljavanja prelazi u otopinu. Veći sadržaj bjelančevina u zrnu djeluje na porast količine topljivog dušika jer bjelančevine zrna na određeni način predstavljaju supstrat za proteolizu, tj. vrijedi zakonitost po kojoj se koncentracija produkta povećava s porastom koncentracije supstrata. Graf prikazan na **Slici 26 i 27** pokazuje nam da postupak C ima najveću vrijednost za ukupni kao i za topljivi N. Možemo i zaključiti kako količina topljivog N u sladovini prati količinu ukupnog dušika u sladu kako je to bilo i očekivano što možemo uočiti iz Kolbachovog broja za te sladove.

Iz **Slike 28** vidljivo je da su određene sorte imale visoku staklavost zrna, dok su druge sorte imale malu staklavost ili brašnava zrna. Uzrok različitosti poprječnog presjeka zrna pšenice u različitom je slaganju sastavnih dijelova endosperma, odnosno škrobnih zrnaca i bjelančevina. Kod staklavih zrna škrobna zrnca su kompaktna, a međuprostori u endospermu ispunjeni bjelančevinama. Kod brašnavih zrna su škrobna zrnca lagano poredana a međuprostor je ispunjen zrakom. Staklava zrna su bogatija bjelančevinama. Iz **Slika 29, 30** i **31** može se zaključiti da je staklavost zrna najviše očuvana standardnim postupkom (A), dok je intezivnim postupkom (C) staklavost bila najmanja.

6. ZAKLJUČCI

Temeljem dobivenih rezultata iz ovog istraživanja mogu se izvesti sljedeći zaključci:

1. Ukupni gubici suhe tvari najveći su kod umjereno restriktivnog postupka (D), dok su kod intezivnog postupka (C) i standardnog postupka (A) dobivene slične vrijednosti, a najniže vrijednosti dobivene su restriktivnim postupkom (B).

2. U strukturi gubitaka prevladavaju gubici na klicu i korjenčić nad gubicima na disanje, postupci (A), (C) i (D) dali su slične vrijednosti i za strukturu gubitaka, s tim da su kod postupka (D) gubici na disanje bili najveći, a kod postupka (B) dobiven je najniži udio gubitaka na disanje u ukupnim gubicima.

3. Moć bubrenja zrna bila je najviša u postupcima (C) i (D), a daleko najniža u postupku (B).

4. Ustanovljeno je da se sorte grupiraju s obzirom na ukupne gubitke, a prema polaznim pokazateljima kakvoće, pri čemu sorte Žitarka, Olimpija i Golubica (viši sadržaj vlažnog lijepka i viša masa 1000 zrna) imaju najniže gubitke u odnosu na druge sorte, te pokazuju najveće sličnosti za vrijednosti mjerenih pokazatelja.

5. Također veliku sličnost za vrijednosti mjerenih pokazatelja pokazuju sorte Srpanjka, Vulkan i Zlata (sorte niskog sadržaja vlažnog lijepka i niže mase 1000 zrna) koje imaju najviše vrijednosti za gubitke u odnosu na druge sorte.

6. Navedeno grupiranje sorti nije ustanovljeno kod vrijednosti za moć bubrenja zrna.

7. Promjenom procesnih parametara tijekom slađenja možemo značajno utjecati na brzinu apsorpcije vode u zrno (moć bubrenja) i na ukupni iznos i međusobne odnose gubitaka suhe tvari u sladu.

7. LITERATURA

Approved Methods of the AACC 10th ed., published by AACC, St. Paul, Minnesota, USA, metoda 39-70-A, 2000.

Beckord L. D. and Fleckenstein J. G.: Malting process, 1964.

Beckord L. D. and Fleckenstein J. G.: Malting process utilizing physical impact of kernels, 1965.

Bewley J.D., Black M.: *Seeds*, Physiology of development and germination (1985.) Plenum Press, New York, p.42

Bloch F., Morgan A. I. Jr.: Germination inhibition in wheat and barley during steeping, and alpha-amylase development in the presence of gibberelic acid, 1967.

Chandra GS, Proudlove MO, Bamforth CW, Thornton JM,Tillett IJL, Palmer GHO: The efect of morphological structure on the digestibility of barley and wheat endosperms. *Home Grown Cereals Authority, Project report* 144E, 1997.

D'Appolonia BL, Gilles KA, Osman EM, Pomeranz Y: Carbohydates. In *Wheat: chemistry and technology*. American Association for Clinical Chemistry, St. Paul, 1987.

Faltermaier A., Waters D., Becker T., Arendt E., Gastl M.: Common wheat (Tricitum aestivum L.) and its use as a brewing cereal – a rewiew. Wiley Online Library, 2014.

Gaćeša S: *Tehnologija slada sa sirovinama za tehnologiju piva*. Poslovna zajednica industrije piva i slada Jugoslavije, Beograd, 1979.

http://www.usask.ca/agriculture/plantsci/winter_cereals/images/chapt10/wheatgermination.gif (pristupljeno 09. 09. 2014.)

http://2.bp.blogspot.com/LqY9AjlQVnQ/UfQxm0RQFZI/AAAAAAAAD9A/D5igURhTH18/s1600/DSC00501.JPG (pristupljeno 09.09.2014.)

http://farmhousemalt.blogspot.com/2014/04/weight-loss-in-malthouse.html (pristupljeno 09.09.2014.)

Jelača L: *Kemija i tehnologija pšenice*. Jugoslavenski institut za prehrambenu industriju, Novi Sad, 1972.

Journal of the Institute of Brewing, Volume 28, Issue 3 (2013.) pp 205-207

Krajovan V. i sur.: Priručnik za laboratorijske vježbe iz tehnologije piva, II izdanje, (1972) Teh. Fakultet Novi Sad

Krstanović V.: Istraživanje postupaka slađenja domaćih sorti pšenica. Disertacija. Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb, 2004.

Kunze W.: *Technology Brewing and Malting*, 2nd revised Edition (1999.) VLB Berlin, pp 162-163

Luchsinger W. W. and Fleckenstein J. G.: Malting process, 1963.

Marić V i suradnici: *Pivo - tekuća hrana*. Nakladnik Zagreb, 1995.

MEBAK. Brauteschnische Analysenmethoden, Bd. 1, 3. izdanje (1997.)

Narziss L.: Die Technologie Der Malzbereitung, 7 ed., (1999.), pp.25-30, 422-429

Sacher B.: Über den Einfluβ von Sorte, Umwelt, agronomischen Maβnahmen und Malzungstetechnologie auf die wertbestimmenden Eigenschaften von Winterweizenmalzen. Disertacija. TU München-Lehrstuhl für Technologie der Brauerei I, München, 1997.

Sacher B.: Trials for the optimisation of use of soft-wheat varieties in malting and brewing. Dissertation, TU München-Weihenstephan., pp 43-48, München 1998.

Schmidt G.: Rund um das Hefeweizenbier – tiel I, *Brauwelt* (1978.) pp.580-592

Smith L. F., Linko M., Enari T-M. and Dickson A. D.: Modification of barley after embryonic destruction by freezing. Am. Soc. Brewing Chemists, 1964.