Utjecaj različitih čimbenika na svojstva slada dobivenog iz heljde

Fric, Rebeka

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:128:888417

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
STRUČNI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE
PIVARSTVO

Rebeka Fric

UTJECAJ RAZLIČITIH ČIMBENIKA NA SVOJSTVA SLADA DOBIVENOG IZ HELJDE

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, srpanj 2015.

Veleučilište u Karlovcu
Stručni studij prehrambene tehnologije
Pivarstvo

Rebeka Fric

UTJECAJ RAZLIČITIH ČIMBENIKA NA SVOJSTVA SLADA DOBIVENOG IZ HELJDE

ZAVRŠNI RAD

Mentor: dr. sc. Bojan Matijević, prof. v.š.
Broj indeksa autorice: 0314611002

Karlovac, srpanj 2015.

Rad je izrađen u Fizikalno-kemijskom laboratoriju Biotehničkog Fakulteta u Ljubljani pod vodstvom doc.dr. Nataše Šegatin i dr.sc. Bojana Matijevića, prof. v.š.

Zahvaljujem mentoru, dr.sc. Bojanu Matijeviću, prof. v.š. na nesebičnoj pomoći koju mi je pružio tijekom studiranja i da ovaj završni rad dobije svoj konačni izgled. Hvala mu na njegovom strpljenju, dostupnosti, savjetima i pomoći.

Također se zahvaljujem doc. dr. Tomažu Požrlu i doc. dr. Nataši Šegatin koji su nam bili velika pomoć u planiranju i izvođenju eksperimenata te obradi podataka. Puno im hvala što su nas prihvatili i vodili kao svoje vlastite studente na Biotehničkom Fakultetu u Ljubljani.

Zahvaljujem i svim profesorima i asistentima Veleučilišta u Karlovcu koji su nesebično prenijeli svoje znanje i pomogli mi uspješno završiti školovanje.

Neizmjerno hvala mojoj obitelji na pruženoj potpori tijekom studiranja.

Utjecaj različitih čimbenika

na svojstva slada dobivenog iz heljde

Sažetak

Proizvodnja piva je složeni proces koji se sastoji od nekoliko tehnoloških faza, a osnovu čini proizvodnja sladovine. Sladovina je vodeni ekstrakt pivskog slada, neslađenih sirovina i hmelja, a dobiva se preradom pivskog slada, tj.osušenog zrna isklijanog pivskog ječma (ponekad pšenice i drugih žitarica) obogaćenog hidrolitičkim enzimima. Alternativna sirovina za dobivanje slada mogu biti i sjemenke heljde. Ove sjemenke ne sadrže gluten te mogu biti sirovina za proizvodnju bezglutenskog piva. Cilj ovoga rada bio je istražiti svojstva klijanja i sušenja heljde kao potencijalne sirovine za pripremu slada. Kao sirovina odabrana je heljda sorta Darja. Nakon 8 sati močenja provedeno je klijanje na 20°C koje je trajalo 24, 48 i 72 sata. Proklijalo zrno heljde sušeno je na 60°C/22 sata i 80°C/18 sati. Iz dobivenog slada pripremljena je sladovina po kongresnoj metodi.

Ključne riječi: heljda, slad, sladovina

The influence of various factors

on the properties of malt obtained from buckwheat

Summary

Beer production is a complex process which consists of several technological phases, and its basis consists of malt production. Wort is a watery extract from beer malt, the unmalted substances and hops, and is produced by processing beer malt, namely, the dried grains of sprouted malt barley (sometimes wheat and other grains) enriched with hydrolytic enzymes. Buckwheat seeds can also be used as an alternative substance in malt production. These seeds are gluten-free and can be used in production of gluten-free beer. The goal of this thesis is to see into the properties of germination and drying of buckwheat, as a potential substance in malt production. The chosen substance was the Darja sort of buckwheat. After eight hours of soaking the germination, which lasted for 24, 48 and 72 hours, started at a temperature of 20°C. The germinated seed of buckwheat was dried on a temperature of 60°C for 22 hours and on a temperature of 80°C for 18 hours. From the given malt wort was prepared using congress mashing.

Key words: buckwheat, malt, wort

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. TEORIJSKI DIO 2
2.1. Sirovine iz kojih se proizvodi pivo 2
2.1.1. Voda 2
2.1.2. Slad 2
2.1.3. Zamjenske sirovine 3
2.1.4. Hmelj 4
2.1.5. Kvasac 4
2.2. Heljda kao zamjenska sirovina za žitarice 5
2.2.1. Porijeklo heljde 5
2.2.2. Heljda kao biljka 5
2.2.3. Nutritivna vrijenost heljde 6
2.3. Proizvodnja slada 7
2.3.1. Postupci dobivanja slada 7
3. EKSPERIMENTALNI DIO 12
3.1. Materijali 12
3.2. Metode rada 12
3.2.1. Močenje zrna heljde 12
3.2.2 Klijanje zrna heljde 13
3.2.3 Sušenjezrna heljde 14
3.2.4. Priprema sladovine po Kongresnoj metodi 15
3.2.6. Određivanje viskoznosti sladovine od heljde 16
3.2.5. Određivanje gustoće sladovine od heljde 17
3.2.7. Određivanje pH-vrijednosti sladovine od heljde 18
3.2.8. Određivanja udjela suhe tvari, ekstrakta u sladovini od heljde 18
3.2.9. Određivanje udjela vode u sladu od heljde 19
3.2.10. Određivanje reducirajućih šećera u sladovini od heljde 19
4. REZULTATI 22
4.1. Svojstva sladovine od heljde (Darja) dobivene kongresnom metodom 22
5. RASPRAVA 34
6. ZAKLJUČCI 35
7. LITERATURA 36

1. UVOD

Heljda je biljka koja se nedovoljno iskorištava u prehrani ljudi, ali se njezin uzgoj zadržao kroz stoljeća. Ova biljka ima veliki potencijal koji je izražen kroz održivu poljoprivredu, ali ima i prednosti u prehrani i blagotvornom djelovanju na ljude. Heljda se vrlo lako prilagođava na uvjete rasta, i sposobna je rasti i na siromašnom tlu, ima kratko vrijeme vegetacije, a može se uzgajati kao drugi usjev ili u rotaciji za povećanje bioraznolikosti kultiviranih vrsta. Sjemenke heljde sadrže nutritivno vrijedne sastojke, što ih čini važnim značajnim dijelom uravnotežene prehrane (Mazza i Oomah, 2005). Za razliku od ostalih žitarica heljda ne sadrži gluten pa je zanimljiva u prehrani osoba čiji organizam ne podnosi gluten. Ova značajka čine heljdu zanimljivom sirovinom za proizvodnju bezglutenskog piva.

Zbog svega navedenoga, cilj rada je istražiti svojstva klijanja i sušenja heljde sorta Darja kao potencijalne sirovine za pripremu slada, osnovne sirovine u proizvodnji piva.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. Sirovine iz kojih se proizvodi pivo

Prema suvremenom shvaćanju, pivo je osvježavajuće piće s malom koncentracijom alkohola i karakterističnom aromom po hmelju, dobiveno vrenjem pivske sladovine s pivskim kvascem. U proizvodnji piva koriste se različite sirovine kao što su: voda, slad, zamjenske sirovine, hemelj i kvasac (Marić, 2009). Osim toga, u novije vrijeme istražuje se mogućnost upotrebe i nekih drugih sirovina u proizvodnji piva kao što je heljda.

2.1.1. Voda

Voda je vrlo važna sirovina za proizvodnju piva jer pivo sadrži 85-95 % vode. Voda mora biti besprjekorno čista i mikrobiološki ispravna. Mnoge pivovare imaju svoje vlastite izvore-bunare kako bi bile neovisne o gradskom vodovodu. Ovisno o otopljenim mineralnim tvarima, vode se dijele na meke, srednje tvrde i tvrde vode. Tvrdoča vode uvelike utječe na okus piva. Općenito pravilo kaže da se mekše vode upotrebljavaju za svijetla piva, dok se tvrde vode koriste za tamna piva (Marić, 2009).

2.1.2. Slad

Slad je namočeno, proklijalo, osušeno i otklijano zrno neke žitarice(ječma, heljde, pšenice) nastalo u kontroliranim uvjetima. Najčešće se koristi ječmeni slad jer je najoptimalniji za pivarsku industriju. Cilj slađenja je da se aktiviraju amilotički enzimi koji će škrob pretvoriti u šećer. Sušenjem dobivamo slad različitih svojstava, boje i okusa. Sve ovisi o duljini sušenja i temperturi, pa imamo svijetli slad, tamni, karamelizirani, bečki, kiseli i pšenični.

Osnovni sastojak zrna svakog slada je škrob koji je netopljiv u vodi. Svijetli slad ima boju od 3-5,4 EBC jedinica. Jako svijetli tipovi slada koriste se u proizvodnji piva za široku potrošnju. Boja tamnih sladova povezana je s većom razgrađenošću i većim udjelom proteina, ali i nešto nižim ekstraktom te smanjenom aktivnošću enzima. Postupak prerade žitarice u slad je složen proces i dijeli se na: močenje, klijanje i sušenje (Šakić i Blesić, 2011).

2.1.3. Zamjenske sirovine

Zamjenske sirovine. U većini zemalja je dopuštena zamjena dijela slada s neslađenim žitaricama i šećerima. Stoga se svugdje gdje je to zakonski dozvoljeno, slad nastoji zamijeniti neslađenim sirovinama, jer se tako smanjuju proizvodni troškovi. Međutim, takve sirovine ne mogu potpuno zamijeniti slad jer ne sadrže sve potrebne litičke enzime. Kao zamjenske sirovine najčešće se koriste: neslađene žitarice, druge škrobne sirovine (kukuruzna krupica, riža i tehnički škrob), šećerne sirovine, žitni sirupi (ekstrakti) i sladni ekstrakt.

Neslađene sirovine se razlikuju po kemijskom sastavu. Njihov škrob nije topljiv u vodi jer se nalazi u škrobnim zrncima koja su obavijena čvrstom ovojnicom. Zbog toga je proizvodnja sladovine iz neslađenih žitarica složenija nego od slada. Neslađeni ječam i pšenica mogu se koristiti u obliku brašna ili krupica, ali ne bi trebali premašivati 30 % ukupnog usipka. Ječam je dobar kao zamjena za slad u proizvodnji jakih piva. Pšenica se dobro prerađuje kada je grubo usitnjena, kao za pipravu graham kruha. Pšenično zrno nema pljevicu, sadrži više proteina, koji su netopljivi. Zbog višeg sadržaja β – glukana mogući su problemi s viskoznošću i cijeđenjem sladovine. Kukuruzna krupica se u mnogim zemljama često koristi kao zamjena za slad. Proteini iz kukuruza su netopljivi, a udjel je niži nego u sladu, baš kao i udjel enzima β-amilaze. Može se zamijeniti do 50 % slada s pivarskom kukuruznom krupicom (Marić, 2009; Šakić i Blesić, 2011).

Šećerne sirovine sadrže različite vodotopljive šećere. Najčešće se koriste sirupi (žitni, visoko fruktozni sirup i sladni ekstrakt) koji sadrže najveći dio monosaharida glukoze i fruktoze, disaharid maltozu, maltotriozu i do 20 % oligosaharida i dekstrina (Šakić i Blesić, 2011).

Žitni ekstrakti (sirupi) su proizvodi dobiveni hidrolizom žitarica i kukuruza. Udjel šećera (glukoza, maltoza, maltotrioza) ovisi o stupnju konverzije škroba u šećere. Fermentabilnost sirupa raste, a viskoznost se smanjuje s porastom stupnja konverzije. Izomerizacijom glukoze u fruktozu dobiva se visokofruktozni sirup, koji je uz sladni ekstrakt najbolja zamjena za slad (Šakić i Blesić, 2011).

Sladni ekstrakt je vodeni ekstrakt slada ugušćen do konzistencije sirupa ili osušen u obliku praha i može biti potpuna zamjena za slad. Omogućava preskakanje kompleksnih procesa ukomvljanja i enzimske hidrolize. Za industrijsku proizvodnju piva je preskupa sirovina, ali nalazi primjenu, kada je potražnja piva velika a kapaciteti proizvodnje sladovine ograničeni (marić, 2009).

Saharoza je fermentabilni šećer pa se dodaje samo za pojačanje alkohola u pivu. Primjena saharoze u proizvodnji sladovine je rijetka i svodi se na udjel od 10 – 20 % u usipku. Ukoliko ne teće ošećerenje škroba željenom brzinom, svaka industrija treba imati pripremljene komercijalne enzime (amilaze) kako bi se u potpunosti provelo ošećerenje škroba do fermentabilnih šećera (glukoza, maltoza, maltotrioza) (Marić, 2009).

2.1.4. Hmelj

Hmelj je začin koji s koristi u malim količinama(1,5-3 g/L), proizvodnja bez njega je nemoguća. Hmelj je višegodišnja dvodomna biljka koja pivu daje poznatu gorčinu i miris.Dijeli se na gorki i aromatski. Aromatskim hmeljevima se smatraju oni koji imaju do 7% α – kiselina, dok gorki mogu sadržavati i do 15%. U proizvodnji piva koriste se samo neoplođeni ženski cvjetovi hmelja jer imaju optimalnu količinu α- i β- kiselina. Nakon berbe suši se na temperaturi do 55°C pri čemu mu se vlaga smanjuje na 10 do 14%. Isporučuje se u obliku peleta, hmeljnog ekstrakta, tableta i kao neobrađene šišarice. Kako bi se zadržala svježa zelena boja hmelj se tretira sumporovim dioksidom. Sastav hmelja dijeli se na meke smole (*humulon* i *lupulon*) i tvrde smole (nepoželjne). Meke smole su α- i β- kiseline i one pri kuhanju daju pravu gorčinu. Najpoznatije gorke sorte su *Magnum*, *Hallertauer* i *Extra styrian*, a aromatske sorte *Saaz*, *Savinjski Golding* i *Cascade* (Šakić i Blesić, 2011).

2.1.5. Kvasac

Pivski kvasac je jdnostaničan organizam i pripada mikroskopskim gljivicama koje uzrokuju vrenje tj.razlaganje fermentabilnih šećera. Tijekom proizvodnje piva, šećeri iz sladovine fermentiraju u alkohol uz pomoć kvasca. Za proizvodnju pive koriste se odabrani sojevi pivskog kvasca sposobni da tijekom vrenja i doviranja brzo i visoko previru sladovinu do etanola i poželne koncentracije nusproizvoda vrenja i da ostaju stabilni tijekom višekratne uporabe. Kvasac je odgovoran za aromu vrenja i ukupni bouquet piva. Obično koristimo u pivarskoj industrriji kvasac roda *Saccharomyces cerevisae.* Tijekom vrenja u anaerobnim uvjetima, kvasac šećer koristi kao hranu, a nastaju etilni alkohol, ugljikov dioksid i toplina. Osim šećera, kvascu su za rast potrebne i druge hranjive tvari kao što su topivi dušik, metal u tragovima i vitamini, a sladovina koja je proizvedena od ječmenog slada sadrži sve hranjive tvari potrebne za rast. Što je udio fermentabilnih šećera viši to će njezin stupanj prevrenja biti viši (Marić, 2009).

2.2. Heljda kao zamjenska sirovina za žitarice

2.2.1. Porijeklo heljde

Heljda je dobila ime po grčkoj riječi *fagus*, što u prijevodu znači bukva i *pyros* – pšenica. Ona potječe iz centralne Azija gdje se počela koristiti oko 6000 god. pr.Kr. Iz Azije se heljda širi na Tibet, Kinu, Japan i Europu u koju su je prenijeli Saraceni u XV stoljeću. Francuzi je zovu *ble sarrasin*, u prijevodu saracensko žito, a Rusi *greča* ili *grčika* što pokazuje da su je Grci prenijeli u istočne krajeve gdje se i danas najviše uzgaja (Kreft i sur, 1995; Gargo, 1997).

2.2.2. Heljda kao biljka

Heljda je tipično planinska biljka kratkog vegetacijskog perioda. Uspijeva na pjeskovitim i vlažnim područjima i na nadmorskoj visini preko 1000 metara. Ne podnosi česte kiše i veliku vlagu. Zbog hranljivih sjemenki svrstava se među žitarice, iako botanički pripada kategoriji zeljastog povrć a, mada je neki svrstavaju u voće. Ima kratak vegetacijski period i brzo raste. Od sjetve do sazrijevanja ima otprilike 3 mjeseca, zbog čega je pogodna kao predusjev, jer brzim rastom sprečava rast trave. U krajevima sa kraćim sunčanim periodom pogodna je za sijanje poslije mrazeva i za sazrijevanje prije novih zahlađenja. Jednogodišnja je zeljasta biljka s čvrstom, rebrastom i grubom stabljikom visine 15 – 60 cm, a na kraju vegetacije razgra nata i crvenkaste boje. Donji listovi su smješteni na dugim peteljkama, a gornji su sjedeći. Listovi su srcoliki, streličasti i zašiljeni (Gargo, 1997).

Sazrijevanje zrna heljde je postupno i počinje od donjih bočnih izdanaka. Žetva počinje kad je 75 % zrna zrelo da ne dođe do jakog osipanja. Poželjno je da prije žetve zrno bude vlažno kako bi se smanjio lom zrna. Smatra se da žetvu treba početi kad su donji spratovi zreli a srednji u voštanoj fazi. Biljka se bere za vrijeme cvjetanja, a suši se u hladovini na prozračnom mjestu.

Prinos heljde u zelenoj masi je oko 15 t/ha, od čega je samo zrno 1,2 - 1,3 t/ha. U postrnom usjevu, kad je druga sjetva u godini i pri lošim klimatskim uvjetima prinos heljde zna biti znatno manji i to od 0,50 – 1 t/ha. Kad se prima na skladištenje važni parametri kvalitete, osim vlage, su boja i miris omotača. Svježa heljda je svijetlo zelene boje, ali tijekom skladištenja potamni.

Zrno heljde je vrlo bogato hranljivim tvarima. Najviše ima ugljikohidrata (oko 73%), proteina (11,7%) i biljnih ulja (2,4%). Od mineralnih tvari najviše ima kalija (448 mg%) i

fosfora (282 mg%), zatim kalcija (114 mg%), a nisu zanemarive ni količine magnezija, natrija i željeza. Osim toga sadrži i mikroelemente: jod, cink, brom, organske kisjeline i rutin. Po vitaminskom sastavu sadrži gotovo sve vitamine grupe B i velike količine niacina. Energetska vrijednost 100 g. jestivog dijela zrna iznosi 1407 kJ ili 335 kcal. Ako se ovim biokemijskim i energetskim svojstvima doda i laka probavljivost velika je šteta što je ova vrijedna namirnica zapostavljena, što se malo proizvodi i malo koristi u prehrani.

2.2.3. Nutritivna vrijenost heljde

Proteini heljde su kvalitetniji od proteina žitarica, a u sebi sadrže i vitamine B_1 i B_2, kao i vitamin P (rutin) koji pridonosi jačanju krvnih žila. S obzirom da je medonosna biljka ima i vitamina D (gdje je med tu je i vitamin D). Heljdin čaj, također ima ljekovita svojstva: pomaže krvnim žilama, pridonisi boljem pamćenju, pomaže kod reumatizma, glaukoma i dijabetesa, te smanjuje visok krvni tlak. Plod heljde, osim hranljivih sastojaka sadrži i oko 25% biljnih vlakana koja su dobra za smanjenje tjelesne mase. Iako se heljda rijetko koristi u prehrani, bogata je proteinima, antioksidansima, vitaminima B kopleksa i vlaknima tako da pomaže u liječenju stresa, nesanice i dijabetesa, dok čaj od njenog cvijeta liječi bronhitis i ublažava kašalj. Ima najveću količinu aminokisjeline lizin od svih žitarica. Nedostatak ove aminokisjeline izaziva usporen rast i razvoj.

Tablica 1. Udio proteina u suhoj tvari zrna heljde (Christa Soral-Śmietana, 2008)

Udio N u suhoj tvari (%) × 6,5	Autori
12,0-13,0	Steadman i sur., 2001
12,11	Li i Zhang, 2001
13,30-15,55	Wei i sur., 2003
8,51-18,87	Krkošková i Mrázová, 2005
12,02	Stempińska i Soral-Śmietana, 2006

Jedna od najvažnijih osobina heljde jeste da, za razliku od drugih žitarica, ne sadrži gluten, protein koji je uzrok celijakije, alergijske bolesti čiji su simptomi bol u stomaku, umor i dijareja. Ova bolest je posebno izražena kod djece.

2.3. Proizvodnja slada

Slad je osnovna sirovina za proizvodnju industrijske hranjive podloge koja se naziva sladovina i koristi za proizvodnju piva. Slad se proizvodi iz pivskog ječma, a proizvodnja se temelji na biokemijskim procesima što se zbivaju u ječmenom zrnu tijekom prirodnog klijanja u zemlji. Postupak se vodi u velikim industrijskim postrojenjima, tvornicama slada, tzv. sladarama u umjetno stvorenim i strogo kontroliranim uvjetima.Prva faza tehnološkog postupka slađenja je močenje da bi ječmeno zrno upilo vodu, te iz stanja anabioze prešlo u stanje bioze tj. počelo klijati. Tijekom klijanja u zrnu se nakupljaju hidrolitički enzimi (α-amilaza, β-glukanaze i proteaze), da bi se razgradio endosperm i tako dobili hranjivi sastojci potrebni za rast embrija, odnosno rast korjenčića i lisne klice buduće biljke. Naime, djelovanjem α-amilaze nastaju topljivi dekstrini koje, u ječmenom zrnu prisutna, β-amilaza hidrolizira do šećera. Istovremeno, proteaze hidroliziraju proteine do aminokiselina i malih peptida. Klijanjem se dobiva tzv. zeleni slad koji je zbog velikog udjela vode nestabilan. Zato se zelenom sladu uklanja voda sušenjem. Kako je zeleni slad zapravo enzimski preparat, sušenje treba obaviti tako da se spriječi inaktivacija enzima toplinom. Osušenom se sladu uklanjaju korijenčići (sladne klice), jer su higroskopni, a imaju i gorki okus. (Marić, 2000).

2.3.1. Postupci dobivanja slada

Iako se u suvremenom tehnološkom postupku proizvodnje slada neke faze procesa djelomično preklapaju, jer klijanje započinje prije nego se namočeni ječam prebacuje iz močionika u klijalište, a procesi klijanja i razgradnje endosperma nastavljaju početkom sušenja, ipak je najbolje tehnološki proces slađenja ječma razmatrati kao pet odvojenih tehnoloških faza:

1. Čišćenje i sortiranje ječma
2. Močenje sortiranog ječmenog zrna
3. Klijanje namočenog zrna
4. Sušenje zelenog slada
5. Dorada osušenog slada.

Čišćenje i sortiranje ječma

Čišćenje i sortiranje ječma se temelji na različitim fizičkim osobinama zrna i primjesa. To su veličina (dužina, širina i debljina), aerodinamičnost, specifična masa, feromagnetičnost.

Ječam se prvo provodi kroz aspirator gdje se odsisava zrak s prašinom i ostacima pljevice, a preko vibracijskog sita se uklanjaju veće primjese (špaga, komadići drveta, zrnca pijeska, ostaci dijelova zrna). Feromagnetičnost metalnih predmeta omogućava njihovo uklanjanje s pomoću magnetnih aparata, dok se kamenčići veličine zrna uklanjaju na suhim odvajačima kamena. Ako zrno tijekom žetve nije dobro očišćeno od osja propušta se kroz odvajače osja (entgraneri). Sjeme korova, kukolja i drugih žitarica te slomljena zrna ječma odvajaju se na trijerima. Razdvajanje zrna prema debljini, na tri već spomenute klase, obavlja se na uređajima za sortiranje - sortirkama s cilindričnim ili ravnim sitima.

Za transport ječma i slada rabe se mehanički (pužni, lančasti, trakasti, s vjedricama) i pneumatski (s potisnom ili usisnom strujom zraka) transporteri i elevatori. Prilikom transporta, čišćenja i sortiranja ječma pojavljuju se velike količine prašine. Prašina se uklanja s pomoću ciklona i filtera, jer ona:

- može izazvati eksploziju,
- pogoršava radne uvjete,
- onečišćuje radne površine i strojeve, pa je potencijalni izvor onečišćenja mikroorganizmima.

Nakon čišćenja i sortiranja, ječam se čuva u silosima najmanje 6 do 8 tjedana prije početka prerade u slad. Naime, neposredno nakon žetve ječmeno je zrno u stanju “pospanosti”, nema odgovarajuću energiju klijanja i nije pogodno za proces slađenja.

Tijekom skladištenja zrno diše, pa mu je potreban kisik i zato ga treba provjetravati. Provjetravanjem se zrno opskrbljuje kisikom uz istovremeno odvođenje CO_2, vode i topline što se oslobađaju kao nuzproizvodi disanja. U nedostatku kisika dolazi do anaerobnog disanja, što je praćeno nastajanjem toksina (npr. alkanali i alkanoli) koji mogu izazvati odumiranje embrija. Intenzitet disanja se povećava s udjelom vode u zrnu. Ako je udjel vode preko 15 %, disanje je toliko snažno da bi ječam trebalo čuvati pri nižim temperaturama (8 do 10 °C), pa ga zato prije skladištenja treba osušiti. Za sušenje ječma se rabe atmosferske ili vakuumske sušnice s toplim zrakom. U suvremenim silosima se ječmeno zrno čuva na temperaturi do 15 °C, što se postiže provjetravanjem zrna s hladnim zrakom. Naime, što je zrno toplije, to intenzivnije diše i brže mu se povećavaju udjel vode i temperatura. Što je zrno vlažnije i toplije, to se na njemu brže razmnožavaju mikroorganizmi (plijesni i bakterije) i insekti (žitni žižak i žitni moljac). Insekti se inaktiviraju fumigacijom s odgovarajućim sredstvima koja nakon uporabe isčezavaju bez ostatka (fosforovodik, fostoksin, Actelic 50 i dr.) (Marić, 2000).

Močenje sortiranog ječmenog zrna

Močenje je početna faza slađenja. Tijekom močenja (potapanja zrna u vodi), zrno upija vodu, bubri i konačno poveća volumen za jednu trećinu. S povećanjem udjela vode u zrnu pojačava se i disanje, prvo sporo, a zatim brzo. Posljedica je nakupljanje CO_2 i zagrijavanje zrna zbog topline oslobođene disanjem. Ovoj pojavi pridonosi i razvoj mikroorganizama što se nalaze na površini zrna. U cilju uklanjanja mikroorganizama, topline i CO_2 voda za močenje se nekoliko puta mijenja, a ječmeno zrno snažno provjetrava i tako miješa. Provjetravanje i miješanje pridonose čišćenju zrna i dizanju lakših tvari na površinu, odakle se uklanjaju obiranjem ili prelijevanjem (splavnica). Voda za močenje izlužuje topljive sastojke pljevice. Neki od tih sastojaka mogu sprječavati klijanje dok drugi mogu utjecati na okus i miris piva. Izlužuju se šećeri, aminokiseline, fenoli i fenolne kiseline, tanini i minerali, uključujući silikate i fosfate. Velika potrošnja vode za močenje ječma uzrokuje i veliki volumen otpadne vode od močenja što predstavlja glavni ekološki problem svih tvornica slada. Zato se uštedi vode pridaje sve veća važnost. Tako se npr. klasični postupak močenja, koji karakterizira potapanje ječma u vodi uz brojne izmjene vode, sve češće zamjenjuje orošavanjem (suvremeni postupak močenja) ili se primjenjuje opetovani optok vode.

Zrno upija vodu vrlo brzo na početku močenja, jer je osmotski tlak vode mnogo veći izvan nego unutar zrna. S povećanjem udjela vode u zrnu, upijanje vode se sve više usporava, a potpuno prestaje kada sadržaj vode u zrnu dostigne graničnu vrijednost (50 do 55%). U sladarskoj praksi močenje završava pri vrijednostima koje su niže od graničnih (42 do 46 %).

Brzina i tijek močenja ovise o temperaturi i kemijskom sastavu vode za močenje te veličini i hidrosenzibilnosti zrna. Temperatura vode ima jaki utjecaj na brzinu upijanja vode. Iako se povećanjem temperature vode za 10 °C brzina močenja udvostručuje, ipak se za močenje najčešće rabi hladna voda (10 do 15 °C). Naime, pri višim temperaturama postoji opasnost od prekomjernog razmnožavanja mikroorganizama koji su prirodno prisutni na površini zrna. Najgora posljedica rasta plijesni je nakupljanje prekursora prekomjernog pjenjenja piva (eng. gushing; “divlje pivo”) i mikotoksina. Njihovom razvoju pogoduju ranije spomenuti izluženi sastojci zrna. Toksinogene plijesni kao što su *Fusarium* (*F. graminearum*) i *Aspergillus* vrste proizvode toksine koji mogu prijeći u pivo. Mikotoksini prisutni u ječmu se razgrađuju tijekom procesa močenja, ali ih toksinogene plijesni ponovno sintetiziraju tijekom klijanja i sušenja. Osim toga, toksinogene plijesni što rastu tijekom sladovanja nastanjuju se na korjenčićima i klici, pa tako ovi sladarski nuzproizvodi mogu također sadržavati toksine. Kako su nakupljanje aktivatora prekomjernog pjenjenja piva i rast plijesni međusobno

povezani, očito je da rast plijesni treba spriječiti. Zato, ako je ječam jako onečišćen plijesnima, zrno treba tijekom močenja dezinficirati. Poželjno je da voda za močenje ima povećanu lužnatost, jer to pogoduje izluživanju inhibitora klijanja i tvari neprijatnog gorkog i oporog okusa (Marić, 2000).

Klijanje namočenog zrna

Prilikom klijanja od zrna nastaje nova biljka. Da bi se dobila nova biljka, zrnu je potrebna velika količina energije i sastojaka za izgradnju novih tkiva, koji se dobivaju disanjem i drugim životnim aktivnostima. Prije nego mlada biljka postane sposobna za opstanak u svojoj okolini i za proizvodnju škroba asimilacijom, troši rezervne sastojke koji se nalaze u endospermu zrna. Prije početka klijanja, sastojci endosperma u zrnu se nalaze u stabilnom obliku makromolekula. Da bi se mogli transportirati s vodom, sastojci se moraju razgraditi. Ova razgradnja se odvija uz sudjelovanje enzima kji nastaju tokom klijanja. Nastajanje enzima osnovni je zadatak sladovanja. Enzimi su neophodni za transformacije sastojaka usipka tijekom komljenja. Da bi se izbjegliveliki gubici sastojaka zrna, enzimska razgradnja se tokom sladovanja suzbija. Osim nastajanja enzima, tijekom klijanja u zrnu se odvija i rast korjenčića i lisne klice. Od mnogih enzima i enzimskih kompleksa koji su zastupljeni u sladu, od posebnog su interesa enzimi za razgradnju škroba, α i β-amilaza, citolitički enzimi, β-gukanaza i citaza, enzimi za razgradnju bjelančevina, proteaze, i ezimi za razgradnju estera fosfne kiseline, fosfataze(Kunze, 1998).

Sušenje zelenog slada

Kada se u dovoljnoj mjeri završe transformacije u zelenom sladu, aktivnosti u zrnu se prekidaju sušenjem. Cilj sušenja slada je smanjenje udjela vode na 2-5%, zaustavljanje rasta klice i sinteze enzima te čuvanje slada bez opasnosti od neželjenih promjena. Biokemijske promjene tijekom sušenja podrazumijevaju rast klice, hidrolizu te inaktivaciju enzima. Kemijske promjene podrazumijevaju sastojke arome i boje, a fizičke smanjenje volumena, gubitak vode i otpadanje korjenčića. Dužina sušenja, način sušenja i utrošak energije ovise o tipu sušare. One mogu biti: horizontalne; slad se prostire na rešetkasti pod i propuhuje vertikalnom strujom zraka. Vertikalne sušare; slad se prostire u vertikalni ormar perforiranih zidova i propuhuje horizontalnom strujom zraka. Suvremene sušare imaju ugrađen uređaj za punjenje i pražnjenje (Kunze, 1998).

Dorada osušenog slada

Postupak dorade slada podrazumijeva hlađenje slada propuhivanjem svježim zrakom u sušari, hlađenje se odvija u posebnom bunkeru, zatim odvajanje korjenčića iz razloga što sadrže gorke sastojke koji utječu na okus piva i povećavaju boju sladovine, te poliranje slada prije isporuke kako bi se uklonile preostale nečistoće kao što su prašina i ostaci pljevice, te se poboljšao izgled slada. (Kunze, 1998).

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. Materijali

Za istraživanje korišteni su sljedeći materijali:

- Uzorak heljde (*Fagopyrum esculentum*), rod Darja, Ljubljanska semenarna)
- Glukoza (Merck 1,08337, Njemačka)
- Dinitrosalicilni reagens (Fisher Scientific Company 0-2589, USA)
- Kalij-natrijev tartrat (Kemika 1121807, Hrvatska)
- Fenol (Riedel-de Haen 33517, Njemačka)
- Natrijeva lužina (Merck 1,06498, Njemačka)
- Jod (Carlo Erba Reagents 348454, Italija)
- Kalijev jodat (Sigma Aldrich 03124, USA)
- Voda (pročišćena MilliQ sustavom)

3.2. Metode rada

Eksperimetalni dio se sastojao od dva djela. U prvom djelu sjeme heljde je močeno, a zatim klijanjo i osušeno. U drugom djelu pripremljena je sladovina prema Kongresnoj metodi i izmjerena je viskoznost, gustoću, pH, suhu tvar, dekstrozne jedinice. Sva mjerenja smo ponovili tri puta.

3.2.1. Močenje zrna heljde

Prevođenje zrna iz stanja anabioze u aktivno stanje koje traje od 24 h do 52 h. Kada su temperatura i vlaga pogodna za sjeme kreću u aktivno stanje. Na učinkovitost močenja utječe temperatura, veličina zrna, sorta, trajanje močenja, prisutnost kisika. Za proizvodnju stupanj namočenosti kreće se od 44 – 48 %, a za za željenu razgradnju endosperma 42 - 44%. Ako je viši udio vode imamo skraćeno klijanje i smanjen gubitak. Brzina klijanja ovisi o temperturi vode (10 – 55 °C) i provjetravanju (potreban kisik) Dobro provjetravanje je osnovni preduvjet brzog početka i besprijekornog klijanja. Nedostatak kisika izaziva intramolekulsko disanje ("mrtvo močenje" glukoza prelazi u etanol i ugljični dioksid). S povećanjem temperature započinje rast mikroorganizma prisutnih na površini zrna (osobito plijesni; *Fusarium graminearum)* i otapanje preostalih nečistoća (taninske i gorke tvari, silicijeva

kiselina, bjelančevine iz pljevice) koje imaju za posljedicu manje kvalitetan slad. Obično se upotrebljava temperatura od 10 – 20˚C jer se volumen škrobnih zrna povećava. Veća temperatura nije preporučena. Sami procesi se u zrnu počinju odvijati, kada udio vode dosegne 30 %. Za aktivno i ravnomjerno klijanje zrnu je potrebno 38 % vode. Sitnija zrna brže primaju vodu od krupnih (sortiranje; I. i II. klasa) (Gaćeša, 1979).

Postupak:

Odvagnuto je 1000 g heljde sorte Darja i namočeno u vodu određene temperature, tako ih ostavili 8 sati. Svakih sat je sjeme prozračeno i promijena voda. Nakon 8 sati namakanja zrna su sadržavala količinu vlage potrebne za klijanje sjemena.

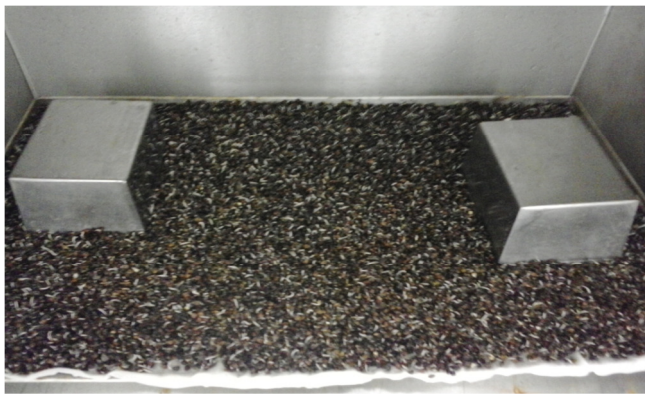
3.2.2 Klijanje zrna heljde

Klijanje je najvažnije svojstvo pivskog ječma s aspekta proizvodnje kvalitetnog pivskog slada, odnosno biosinteze hidrolitičkih enzima i razgradnje endosperma u procesu klijanja. Pod pojmom klijavosti podrazumijeva se postotak svih živih zrna u uzorku, neovisno o tome da li je ječam prevladao tzv. posliježetvenu pospanost zrna ili nije. Cilj klijavosti je razgradnja staničnih struktura u zrnu, prevođenje polimernih molekula u vodotopljiv obik uz djelomičnu razgradnju do gradbenih jedinica, sinteza hidrolitičkih (citolitičkih, proteolitičkih, amilolitičkih) enzima i maskimalna sinteza enzima škroba (prvenstveno α- i β- amilaza), staničnih struktura (prvenstveno β- glukanaza i citaza), proteina (proteaze), estera fosforne kiseline (fosfataze). Klijanje predstavlja fazu u kojoj klica raste u kontroliranim uvjetima. Klijanje se vodi pri što nižoj temperaturi i što kraće zbog gubitka(korjenčići oko 4%). Klijanje se uspješno odvija samo ako je udjel vode u zrnu dovoljno visok (preko 40%). Tijekom klijanja dio vode isparava. Isparena voda se nadoknađuje vodom nastalom disanjem (zrno se znoji) i dodatnim vlaženjem. Udio vode u sladu morala bi biti čim manja (3-6 %), zbog toga jer se slad odkupljuje na težinu. Slad s nižim udjelom vode melje se finije, a previše suh slad je brašnastiji. Slabo sušeni slad ima slabije senzorične karakteristike. Zbog disanja zrnu je porteban kisik (provjetravanje). Previše kisika ima za posljedicu veliki gubitak endosperma. Premalo kisika izaziva intra- molekularno disanje i odumiranje embrija. Disanjem se oslobađa toplina (egzoterman proces) pa se žitarica zagrijava. Posljedica je povećanje gubitla endosperma (za disanje i rast korjenčića) i smanjenje prinosa sintetiziranih enzima. Dozvoljene temperature klijanja su od 17 do 25 °C. Ekonomičnost i racionalnost

procesa klijanja postiže se optimalnom regulacijom provjetravanja i temperature klijanja (Gaćeša, 1979).

Postupak:

Nakon namakanja zrna je preneseno na metalne ploče. Svakih 24 sata zrna su okrenuta radi ujednačenosti klijanja. Klijanje se odvijalo pri temperaturi 20 ˚C, 24 sata, 48 sati i 72 sata i relativni vlagi 96-98 %.



Slika 1. Klijanje heljde u termostatiranoj komori (Izvor: Rebeka Fric).

3.2.3 Sušenjezrna heljde

Proces sušenja ili faza uklanjanja slobodne vode i vezane vode. Cilj ove faze je smanjeniti udjela vode na 2-5%, zaustaviti rast klice i sintezu enzima, biokemijske i kemijske promjene sastojaka zrna, čuvanje bez opasnosti od neželjenih promjena. Tijekom sušenja odvijaju se biokemijske, kemijske i fizikalne promjene. U fizikalne promjene spadaju smanjenje udjela vode na 20 – 25%, intenzivno disanje, rast klice i korijenčića, sinteza enzima. Biokemijske promjene prestanak rast klice, hidroliza enzima, inaktivacija, nakupljanje proizvoda hidrolize (šećeri i amino kiseline), a kemijske zaustavljanje svih enzimskih procesa (75˚C), djelomična denaturacija proteina (enzimi), djelomična inaktivacija i adsorpcija enzima na koloidne sastojke zrna (transformacija u neaktivni oblik), aktivnost amilaze opada za 30-70%, nastajanje sastojaka boje i arome. Sušenje djelimo na fazu dosušivanja i sušenja. U fazi sušenja uklanjanjamo slobodnu vodu. Temperatura zraka je do 70°C i imamo inaktivacija enzima. Faza dosušivanja, uklanjamo vezanu vodu. Taj proces ide sporo, a temperatura zraka je od 80 - 105°C, ovisno o vrsti slada. Suhi slad je stabilan proizvod koji se može dugo čuvati. Aktivnost α-amilaze raste u početku sušenja (dok temp. ne dostigne oko 500C), zatim opada. Aktivnost β-amilaze i β-glukanaze na kraju za 40-45% niža.

Tijekom sušenja slada je α-amilaza manje osjetljiva na povišanje temperature nego ß-amilaza. Sušenomu sladu se prije skladištenja odstrani klica i korijenčići (Gaćeša, 1979).

Postupak:

Proklijali uzorci supreneseni u petrijevke i sušeni u sušioniku. Uzorke heljdinog slada sušeni su izotermno pri temperaturi 60˚C i 80˚C u vremenu od 18 ili 22 sata. Nakon sušenja, uzorci su usitnjeni mlinom čekičarem.

Tablica 2. Prikaz uvjeta klijanja i sušenja heljde sorte Darja.

Vrijeme klijanja (sati)	Temperatura klijanja (°C)	Vrijeme sušenja (sati)	Temperatura sušenja (°C)
24	20 ˚C	22	60 ˚C
		18	80 ˚C
48		22	60 ˚C
		18	80 ˚C
72		22	60 ˚C
		18	80 ˚C

3.2.4. Priprema sladovine po Kongresnoj metodi

Ova metoda je usvojena na drugom kongresu za slad i pivarstvo. (Schuster i sur.,1990). Oko 55 g slada fino se samelje na EBC mlinu za slad. Od toga se 50 g slada pomiješa s 200 ml destilirane vode zagrijane na 45 °C. Komina se homogenizira miješanjem staklenim štapićem (pri tome u čaši ne smiju da nastanu grudice, a štapić je potrebno isprati malom količinom destilirane vode). Čašu držimo u vodenoj kupelji zagrijanoj na 45 °C tijekom 30 min, uz stalno miješanje na 80 - 100 o/min (temperatura od 45 °C mora biti u čaši za komljenje). Nakon termostatiranja na 45 °C, temperatura se postepeno povišava tako da za oko 25 min dostigne 70 °C (1 °C/min). Nakon dostizanja ove temperature, dodaje se 100 ml destilirane vode (zagrijane na 70 °C); pri tome isprati štapić i stijenke čaše. Od ovog trenutka treba mjeriti vrijeme ošećerenja. Temperatura od 70 °C održava se 1 h. Zatim se komina tijekom 10-15 min ohladi na 20 °C. Čaša se izvadi iz kupelji, dobro obriše i njezin sadržaj se nadopuni s destiliranom vodom do točno 450 g ukupne mase. Nakon nadopunjavanja, komina u čaši se dobro homogenizira miješanjem sa staklenim štapićem, i odjednom presipa u lijevak s nabranim filter-papirom (lijevak i filter moraju biti takvih dimenzija da cjelokupna količina komine odjednom stane u lijevak). Prvih 100 mL filtrata se vrati natrag u lijevak i nastavi se postupak filtracije. Iz tablica očita sadržaj ekstrakta (%). Prije određivanja ekstrakta mora se

znati vlaga ispitivanog slada (Schuster i sur., 1990). Kongresna metoda je korištena za heljdu klijanu 24, 48 ili 72 sata sušenu na 60 ili 80°C.



Slika 2. Uređaj za pripremu sladovine po kongresnoj metodi Glasbläserei (Izvor: Rebeka Fric).

3.2.5. Određivanje gustoće sladovine od heljde



Slika 3. Denzimetar Mettler Toledo DE45 (Izvor: Rebeka Fric).

Gustoću sladovine izmjerena je pri 20 ˚C s digitalnim denzimetrom. Denzimetar mjeri vrijeme koje je potrebno da se ispitivana otopina u kapilari preračuna u gustoću otopine. Denzimetar je kalibriran pomoću vode (pročišćena MilliQ) i zraka. Prije početka mjerenja uzorak je termostatiran 10 minuta, kako bi se ujednačila temperatura između kalibrirane

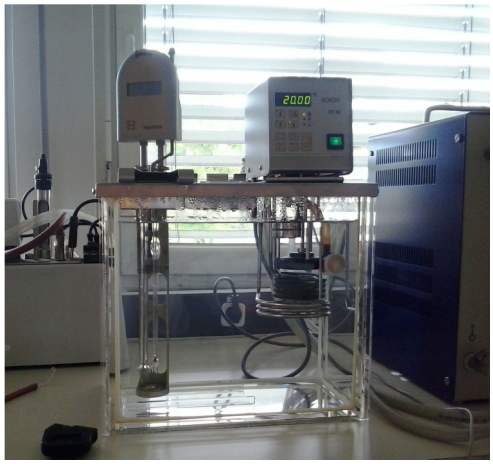
tekućine i uzorka kojemu se mjeri gutoća. Postupak je ponavljan 10 puta i gustoća je izražena kao sredna vrijednost mjerenja.

3.2.6. Određivanje viskoznosti sladovine od heljde

Za određivanje viskoznosti korišten je kapilarni viskozimetar po Ubbelodhu. Uzorak je prenesen u kapilaru viskozimetra, a za dizanje tekućine korištena je ručna zračna pumpica. Viskozimetar je termostatiran u kupelji za održavanje temperature vode i uzorka na 20 ˚C. Izmjereno je vrijeme protjecanja tekućine u 10 ponavljanja. Iz dobivenih mjerenja izračunata je srednja vrijednost.. Viskoznost je dobivena iz izmjerne gustoće i vremena istjecanja sladovine, te vremena istjecanja destilirane vode i gustoće vode pri 20 ˚C (Rudan- Tasič i Klofutar, 2007). Prvo je izmjerena viskoznost matičnim sladovinama, te su pripremljena razrijeđenja od matične sladovine. Razrijedili smo MilliQ vodom prema tablici 3.

Tablica 3. Prikaz razrjeđenja matične sladovine heljde, roda Darja osušene na 60 ili 80°C.

Masa matične sladovine (g)	Masa vode (g)
5	25
10	20
15	15
20	10
25	5
30	0



Slika 4. Termostatirana vodena kupelj SCHOTT CT52 i kapilarni viskozimeter SCHOTT (izvor: Rebeka Fric)

Viskoznost sladovine se dobije prema formuli:

$$\eta(sladovine) = \eta o \frac{\rho(sladovine) \cdot t(sladovine)}{\rho o \cdot to}$$

η_0.....viskoznost destilirane vode pri 20 ˚C (Pa s)

ρ_0.....gustoća destilirane vode pri 20 ˚C (kg m^{-3})

t_0..... vrijeme istjecanja destilirane vode (s)

ρ (sladovine).....gustoća sladovine pri 20 ˚C (kg/m^{-3})

t (sladovine)..... vrijeme istjecanja sladovine (s)

3.2.7. Određivanje pH-vrijednosti sladovine od heljde

pH kongresne sladovine izmjerena je pH-metrom koji mjeri napetost staklene elektrode, koja je ovisna od aktivnosti vodikovih iona i pH. Za mjerenje pH korišten je pH-meter marke Mettler Toledo DL50 Graphix s kombiniranu stakleno elektodu Mettler Toledo DG 114-SG. Aparaturu smo kalibrirali s puferom pH 4,00 i pH 7,00. Svakoj sladovini smo izmjerili pH u tri ponavljanja (Schuster i sur., 1990; Košmerl i Kač, 2007).

3.2.8. Određivanja udjela suhe tvari, ekstrakta u sladovini od heljde

Ekstrakt je osnovni kriterij za određivanje kvalitete slada. Ekstrakt je osnovni pokazatelj jačine piva, predstavlja udio suhe tvari u pivskoj sladovini prije fermentacije, usklađen na udio suhe tvari u osnovnoj sladovini gotovog proizvoda. Ekstrakt se sastoji od fermentabilnog i nefermentabilnog dijela,a njegov kvantitativni kemijski satav također ovisi o sastavu usipka i postupku ukomljavanja (Marić, 2009).

Udio ekstrakta u kongresnoj sladovini određen je digitalnim refraktometrom. Prije mjerenja provedena je kalibracija s destiliranom vodom na 0,00 % ekstrakta. Zatim je nansena kap sladovine s kapaljkom na prizmu refraktometra. Na refraktometru je očitan udio ekstrakta u jedinicama Brixa i preračunat u zračni suhi slad i suhu tvar. Za svaki uzorak mjerenje je ponovljeno tri puta i izračunata je srednja vrijednost (Košmerl i Kač, 2007).

Ekstrakt izražen na zračno suhi slad i suhu tvar računa se prema formuli:

Račun:

$$E = \frac{e\,(800+w)}{100-e}$$

$$E_{ss} = \frac{100 \cdot E}{100-w}$$

e= sadržaj ekstrakta u filtratu (%)

w = vlaga slada (%)

E….. ekstrakt slada izražen na zračno suhi slad

E_{ss} *... ekstrakt slada izražen na suhu tvar* (%)

3.2.9. Određivanje udjela vode u sladu od heljde

Udio vode u sladu mora biti od 4 do 5% (svijetli) i 2 do 3% (tamni) slad. Pivo načineno iz slabo sušenog slada ima isto slaba senzorska svojstva. Vlaga utječe na slad tijekom skladištenja i na količinu ekstrakta (Marić, 2009).

Udio vode u sladu od heljde određen je sušenjem usitnjenog uzorka slada u sušioniku standardnim postupkom pri od 105 do 107°C / 3 h. Odvagne se 4 g fino usitnjenog slada u staklenu posudicu za sušenj s točnošću 0,001 g na analitičkoj vagi. Zatim se posudica sa sladom stavimo u sušionik na sušenje. Nakon provedenog sušenja stavi se poklopac na posudicu, izvadi iz sušionika i hladi u eksikatoru i ponovno vagne. Postupak sušenja se ponavlja tri puta, a srednja vrijednost predstavlja udjel vode (Schuster i sur., 1990). Udio vode se računa prema formuli:

$$w_{\text{vode}} = \frac{m_{\text{vode}}}{m_{\text{vzorca}}} \cdot 100 \ (\%)$$

3.2.10. Određivanje reducirajućih šećera u sladovini od heljde

Najvažnija za kemijski sastav sladne prekrupe i usitnjenih neslađenih žitarica je enzimska razgradnja škroba. Proces se odvija u tri faze koje se međusobno preklapaju prevođenjem škroba u škrobni lijepak, otapanjem škrobnog lijepka u vodi i šećerenje. Kada je škrobna sirovina suspendirana u vodi, škrobne molekule vežu vodu zbog toga škrobna zrna bubre, a njihova ovojnica puca, pa škrob prelazi u škrobni lijepak, ljepljenu viskoznu kominu

na koju mogu djelovati enzimi. Nakon prevođenja u škrobni lijepak započinje njihovo otapanje kao posljedica hidrolize pomoću enzima α-amilaze koji razgrađuju duge lance amiloze i amilopektina do dekstrina i nastaje više nefermentabilnih šećera. Zbog neparnog broja glukoznih molekula u dekstrinskim lancima osim maltoze nastaju i drugi šećeri kao glukoza i maltotrioza. Tijek hidrolize škroba nadzire se pomoću jodne probe. Šećeri glukoza, maltoza i maltotrioza sa škrobom tvore žuto-smeđe obojenje. Koliko će šećera nastati ovisi o temperaturi na kojoj se komina zadržava, trajanju vremena zadržavanja komine pri odabranoj temperaturi, pH vrijednost komine i udjelu suhe tvari u otopini.Komina se duže zadržava pri 62-64 °C jer se želi dobiti sladovina s puno maltoze, koja ima visok stupanj prevrenja. Djelovanjem β-amilaze škrob se razgrađuje do fermentabilnih šećera(Marić, 2009).

Udio reducirajućih šećera određen je modificiranim postupkom. Otopina s dinitrosalicilnom kiselinom (DSN) je pripremljenaotapanjem 1000 mg 3,5- dinitrosalicilne kiseline, 200 mg fenola, 50 mg natrijeva sulfita i 1000 mg natrijevog hidroksida. Zatim je dodano 1.5 mL 40 % natrijevog tartarata za stabilizaciju boje. 0,025 g uzorka sladovine i 1,475 mL vode. Reakcijska otopina je inkubirana pri 90°C / 15 min. Nakon toga reakcijska otopina je ohlađena na 20°C i izmjerena je adsorbanca pri valovni dužini 540 i 575 nm. Svako mjerenje je ponovljeno tri puta, a udio reducirajućih šećera je izražena kao srednja vrijenost. A 40% otopinu kalij-natrij tartrata pripremljena je otapanjem 8 g kalij-natrijevog tartrata u 12 g MiliQa vode. Dekstrozni ekvivalent izračuna se prema formuli:

$$D.E. = \frac{m(glukoze)}{m(s.t.)} \times 100$$

m(s.t.)= masa suhe tvari

m(glukoze)= masa reducirajućih šećera dana kao dekstrozni ekvivalent glukoze

Glukoza je dobivena iz formule:

m(glukoze)= V(reakcijske smjese) x γ(glukoze)

Suha tvar prema formuli:

m(suhe tvari)= γ((suhe tvari) x V(otopine)

γ((glukoze) = izračunata pomoću kalibracijske krivulje

V(reakcijske smjese)= 3,5 mL

V(otopine)= volumen analizirane otopine za reakciju s DNS kiselinom

Priprema kalibracijske krivulje

Za pripremu kalibracijske krivulje korištena je otopina glukoze otopljene u vodi s koncentracijom 0,5 mg/mL. Odmjeren je različit volumen glukoze (0,25; 0,50; 0,75; 1,00, 1,25 i 1.50 mL), a zatim je dodana raličita količina destilirane vode (1,25, 1,00; 0,75; 0,50; 0,25 i 0) te je u svaku epruvetu dodano po 1,5 mL DNS-a. Napravljena je slijepa proba s s 1.5 mL destiirane vode i 1,5 mL DNS-a. Uzorci su termostatirani pri 90°C / 15 min, a nakon toga dodano im je 0,5 mL kalijevog natrijevog tartrata za stabilizaciju boje. Nakon hlađenja izmjerena je adsorbanca pri valovni dužini 540 nm i 575 nm.

Priprema uzoraka Darje, klijane 48h i 72h, sušene na 60℃ i 80℃

0,10 mL sladovine klijane 48h i 72h i sušene na temperaturi 60°C i 80°C, pomiješano je s 5,90 mL vode i preliveno u epruvetu. Od tih 6 mL odpipetirano je 1,5 mL Darje 60°C i 80°C i u oba uzorka je dodano 1,5 mL DNS reagensa. Svaki uzorak pripremljen je u 3 epruvete.Slijepa proba pripremljena je od 1,5 mL vode i 1,5mL DNS reagensa. Uzorci su zagrijani 15 minuta na temperaturi 90°C, dodano im je 0,5 mL kalij - natrijevog tartrata te su promješani i ohlađeni. Nakon toga izmjerena im je apsorbanca pri A540 i 570 nm.

Priprema uzoraka Darje, klijane 24h, sušene na 60°C i 80□C

Za analizu reducirajućih šećera 0,025 mL razrjeđene sladovine dodano je 1,475 mL vode i 1,5 mL DNS reagensa. Svaki uzorak pripremljen je u 3 epruvete.Slijepa proba pripremljena je od 1,5 mL vode i 1,5mL DNS reagensa. Uzorci su zagrijani 15 minuta na temperaturi 90°C, dodano im je 0,5 mL kalij - natrijevog tartrata te su promješani i ohlađeni. Nakon toga izmjerena im je apsorbanca pri A540 i 570 nm.

4. REZULTATI

4.1. Svojstva sladovine od heljde (Darja) dobivene kongresnom metodom

Tablica 4. Prosječna pH-vrijednost sladovina dobivenih iz zrna heljde (Darja), klijanog 24, 48, ili 72 sata te sušeno na 60 ili 80 °C.

Vrijeme klijanja	temperatura sušenja	pH vrijednost
24	60	6,10
	80	6,01
48	60	6,27
	80	6,18
72	60	6,26
	80	6,31

Tablica 5. Udio suhe tvari, gustoća, vrijeme protoka i viskoznost sladovine dobivene iz heljde (Darja), klijane 24, 48 ili 72 sati te sušene na 60 ili 80°C.

Vrijeme klijanja (sati)	Temperatura sušenja (°C)	Nmin Nmax $\overline{N}$	Udio suhe tvari (%)	Vrijeme protoka (s)	Gustoća (g/cm³)	Viskoznost (Cp)
24	60	Nmin	6,45	141,10	1,018780	1,047267
		Nmax	6,47	142,47	1,018785	1,61786
		$\overline{N}$	6,46	141,78	1,018783	1,359526
	80	Nmin	6,65	144,96	1,019653	1,076837
		Nmax	6,68	146,73	1,019656	1,617998
		$\overline{N}$	6,66	145,84	1,019654	1,347417
48	60	Nmin	6,65	273,23	1,022156	1,227685
		Nmax	6,67	284,83	1,022204	1,963966
		$\overline{N}$	6,66	279,03	1,02218	1,595825
	80	Nmin	6,63	226,78	1,021854	1,862514
		Nmax	6,65	240,77	1,021873	2,393205
		$\overline{N}$	6,64	233,77	1,021865	2,127859
72	60	Nmin	6,88	178,01	1,023572	1,578645
		Nmax	6,91	180,30	1,023577	1,811262
		$\overline{N}$	6,89	179,15	1,023574	1,694953
	80	Nmin	6,42	182,39	1,022179	1,523496
		Nmax	6,45	185,16	1,022184	1,862514
		$\overline{N}$	6,43	183,77	1,022181	1,693005

Tablica 6. Udio suhe tvari, gustoća, vrijeme protoka i viskoznost sladovine dobivene iz zrna heljde (Darja), klijanog 24 sata i sušenog na 60 ili 80°C (razrjeđenje 5g sladovine i 25g vode)

Temp. sušenja (°C)		Udio suhe tvari (%)	Gustoća (g/cm³)	Vrijeme protoka (s)	Viskoznost (Cp)
60	Nmin	1,0683333	1,002238	103,00	0,972734
	Nmax	1,0683333	1,002245	107,89	1,01832
	$\overline{N}$	1,0683333	1,002242	105,45	0,99552
80	Nmin	1,0766667	1,002124	108,15	0,01342
	Nmax	1,0766667	1,002129	109,56	0,013317
	$\overline{N}$	1,0766667	1,002127	108,855	0,013368

Tablica 7. Sadržaj suhe tvari i reducirajućih šećera u sladovini dobivenoj iz zrna heljde (Pyra) koje je klijano 24 sata i sušeno na 60 ili 80°C (razrjeđenje 5g sladovine u 25g vode).

Temp. sušenja (°C)		Udio suhe tvari (mg/mL)	Masa suhe tvari (mg)	Konc. glukoze (mg/mL)	Masa glukoze (mg)	D.E (540) (%)
60	N_{min}	0,010707	0,267675	0,0374753	0,1311635	49,0010
	N_{max}	0,010707	0,267675	0,0375778	0,1315223	49,1350
	$\overline{N}$	0,010707	0,267675	0,0375270	0,1315116	49,1310
80	N_{min}	0,010790	0,269750	0,0325540	0,1139402	42,2391
	N_{max}	0,010790	0,269750	0,0331740	0,1139602	42,2466
	$\overline{N}$	0,010790	0,269750	0,0328640	0,1161094	43,0433

Tablica 8. Udio suhe tvari, gustoća, vrijeme protoka i viskoznost sladovine dobivene iz zrna heljde (Darja), klijanog 24 sata i sušenog na 60 ili 80°C (razređenje 10g sladovine i 20g vode).

Temp. sušenja (°C)		Udio suhe tvari (%)	Gustoća (g/cm³)	Vrijeme protoka (s)	Viskoznost (Cp)
60	Nmin	2,136	1,006342	118,21	1,119
	Nmax	2,136	1,006349	123,44	1,168
	$\overline{N}$	2,136	1,006346	120,825	1,143
80	Nmin	2,153	1,006023	115,38	1,092
	Nmax	2,153	1,006025	117,85	1,115
	$\overline{N}$	2,153	1,006024	116,615	1,104

Tablica 9. Sadržaj suhe tvari i reducirajućih šećera u sladovini dobivenoj iz zrna heljde (Darja) koje je klijano 24 sata i sušeno na 60 ili 80°C (razrjeđenje 10 g sladovine i 20 g vode).

Temp. sušenja (°C)		Udio suhe tvari (mg/mL)	Masa suhe tvari (mg)	Konc. glukoze (mg/mL)	Masa glukoze (mg)	D.E (540) (%)
60	N_{min}	0,021502	0,53755	0,081465	0,285128	53,042
	N_{max}	0,021502	0,53755	0,081533	0,285365	53,086
	$\overline{N}$	0,021502	0,53755	0,081452	0,285082	53,033
80	N_{min}	0,021663	0,541575	0,062225	0,217788	40,213
	N_{max}	0,021663	0,541575	0,062333	0,218165	40,283
	$\overline{N}$	0,021663	0,541575	0,062396	0,218388	40,324

Tablica 10. Udio suhe tvari, gustoća, vrijeme protoka i viskoznost sladovine dobivene iz zrna heljde (Darja), klijanog 24 sata i sušenog na 60 ili 80°C (razređenje 15g sladovine i 15g vode).

Temp. sušenja (°C)		Udio suhe tvari (%)	Gustoća (g/cm³)	Vrijeme protoka (s)	Viskoznost (Cp)
60	Nmin	3,205	1,006430	124,54	1,178
	Nmax	3,205	1,006441	128,88	1,219
	$\overline{N}$	3,205	1,006430	126,71	1,199
80	Nmin	3,230	1,010039	122,79	1,166
	Nmax	3,230	1,010047	123,46	1,173
	$\overline{N}$	3,230	1,010043	123,12	1,170

Tablica 11. Sadržaj suhe tvari i reducirajućih šećera u sladovini dobivenoj iz zrna heljde (Darja) koje je klijano 24 sata i sušeno na 60 ili 80°C (razrjeđenje 15 g sladovine i 15 g vode).

Temp. sušenja (°C)		Udio suhe tvari (mg/mL)	Masa suhe tvari (mg)	Konc. glukoze (mg/mL)	Masa glukoze (mg)	D.E (540) (%)
60	N_{min}	0,032256	0,8064	0,1131304	0,3959565	49,101
	N_{max}	0,032256	0,8064	0,1131694	0,3960929	49,118
	$\overline{N}$	0,032256	0,8064	0,1132268	0,3962938	49,143
80	N_{min}	0,032624	0,8156	0,119524	0,4183338	51,291
	N_{max}	0,032624	0,8156	0,119508	0,4182764	51,284
	$\overline{N}$	0,032624	0,8156	0,119591	0,418567	51,320

Tablica 12. Udio suhe tvari, gustoća, vrijeme protoka i viskoznost sladovine dobivene iz zrna heljde (Darja), klijanog 24 sata i sušenog na 60 ili 80°C (razređenje 20g sladovine i 10g vode).

Temp. sušenja (°C)		Udio suhe tvari (%)	Gustoća (g/cm³)	Vrijeme protoka (s)	Viskoznost (Cp)
60	Nmin	4,273333	1,014572	133,19	1,270
	Nmax	4,273333	1,014581	134,81	1,285
	$\overline{N}$	4,273333	1,014577	134	1,277
80	Nmin	4,306667	1,013886	130,49	1,243
	Nmax	4,306667	1,013891	133,83	1,275
	$\overline{N}$	4,306667	1,013889	132,16	1,259

Tablica 13. Sadržaj suhe tvari i reducirajućih šećera u sladovini dobivenoj iz zrna heljde (Darja) koje je klijano 24 sata i sušeno na 60 ili 80°C (razrjeđenje 20 g sladovine i 10 g vode).

Temp. sušenja (°C)		Udio suhe tvari (mg/mL)	Masa suhe tvari (mg)	Konc. glukoze (mg/mL)	Masa glukoze (mg)	D.E (540) (%)
60	N_{min}	0,043356	1,0839	0,1175219	0,4113268	37,948
	N_{max}	0,043356	1,0839	0,1176972	0,4119403	38,005
	$\overline{N}$	0,043356	1,0839	0,1175486	0,4114201	37,957
80	N_{min}	0,043665	1,0916	0,161975	0,566913	51,932
	N_{max}	0,043665	1,0916	0,161760	0,5661596	51,863
	$\overline{N}$	0,043665	1,0916	0,161873	0,5665542	51,900

Tablica 14. Udio suhe tvari, gustoća, vrijeme protoka i viskoznost sladovine dobivene iz zrna heljde (Darja), klijanog 24 sata i sušenog na 60 ili 80°C (razređenje 25g sladovine i 5g vode).

Temp. sušenja (°C)		Udio suhe tvari (%)	Gustoća (g/cm³)	Vrijeme protoka (s)	Viskoznost (Cp)
60	Nmin	5,341667	1,01878	141,1	1,350774
	Nmax	5,341667	1,018785	142,91	1,368017
	$\overline{N}$	5,341667	1,018783	142,00	1,359396
80	Nmin	5,383333	1,019653	143,13	1,37128
	Nmax	5,383333	1,019656	146,73	1,405602
	$\overline{N}$	5,383333	1,019655	144,93	1,38844

Tablica 15. Sadržaj suhe tvari i reducirajućih šećera u sladovini dobivenoj iz zrna heljde (Darja) koje je klijano 24 sata i sušeno na 60 ili 80°C (razrjeđenje 25 g sladovine i 5 g vode).

Temp. sušenja (°C)		Udio suhe tvari (mg/mL)	Masa suhe tvari (mg)	Konc. glukoze (mg/mL)	Masa glukoze (mg)	D.E (540) (%)
60	N_{min}	0,054420	1,36050	0,1175219	0,4113268	37,948
	N_{max}	0,054420	1,36050	0,1176972	0,4119403	38,005
	$\overline{N}$	0,054420	1,36050	0,1175486	0,4114201	37,957
80	N_{min}	0,054891	1,37227	0,161975	0,566913	51,932
	N_{max}	0,054891	1,37227	0,161760	0,5661596	51,863
	$\overline{N}$	0,054891	1,37227	0,161873	0,5665542	51,900

Tablica 16. Udio suhe tvari, gustoća, vrijeme protoka i viskoznost sladovine dobivene iz zrna heljde (Darja), klijanog 48 sati i sušenog na 60 °C (razrjeđenje 2 g sladovine i 12 g vode)

Temp. sušenja (°C)		Udio suhe tvari (%)	Gustoća (g/cm³)	Vrijeme protoka (s)	Viskoznost (Cp)
60	Nmin	1,053	1,001907	123,04	1,159
	Nmax	1,053	1,001912	124,87	1,176
	$\overline{N}$	1,053	1,00191	123,955	1,167

Tablica 17. Udio suhe tvari, gustoća, vrijeme protoka i viskoznost sladovine dobivene iz zrna heljde (Darja), klijanog 48 sati i sušenog na 60 °C (razrjeđenje 4 g sladovine i 12 g vode)

Temp. sušenja (°C)		Udio suhe tvari (%)	Gustoća (g/cm³)	Vrijeme protoka (s)	Viskoznost (Cp)
60	Nmin	2,11	1,005525	137,51	1,299
	Nmax	2,11	1,005533	138,95	1,313
	$\overline{N}$	2,10	1,005529	138,23	1,306

Tablica 18. Sadržaj suhe tvari i reducirajućih šećera u sladovini dobivenoj iz zrna heljde (Darja) koje je klijano 48 sati i sušeno na 60 ili 80°C (razrjeđenje 4 g sladovine i 12 g vode).

Temp. sušenja (°C)		Udio suhe tvari (mg/mL)	Masa suhe tvari (mg)	Konc. glukoze (mg/mL)	Masa glukoze (mg)	D.E (540) (%)
60	N_{min}	0,064602	1,681225	0,291242	1,0193466	60,631
	N_{max}	0,064602	1,681225	0,290917	1,018208	60,563
	$\overline{N}$	0,064602	1,681225	0,288912	1,0111934	60,146
80	N_{min}	0,058655	1,466375	0,143393	0,5018763	34,225
	N_{max}	0,058655	1,466375	0,143393	0,5018763	34,225
	$\overline{N}$	0,058655	1,466375	0,143320	0,5016193	34,208

Tablica 19. Udio suhe tvari, gustoća, vrijeme protoka i viskoznost sladovine dobivene iz zrna heljde (Darja), klijanog 48 sati i sušenog na 60 °C (razrjeđenje 6 g sladovine i 12 g vode)

Temp. sušenja (°C)		Udio suhe tvari (%)	Gustoća (g/cm³)	Vrijeme protoka (s)	Viskoznost (Cp)
60	Nmin	3,16	1,009504	165,32	1,567
	Nmax	3,16	1,009509	168,52	1,597
	$\overline{N}$	3,16	1,009507	166,92	1,582

Tablica 20. Sadržaj suhe tvari i reducirajućih šećera u sladovini dobivenoj iz zrna heljde (Darja) koje je klijano 48 sati i sušeno na 60 ili 80°C (razrjeđenje 6 g sladovine i 12 g vode).

Temp. sušenja (°C)		Udio suhe tvari (mg/mL)	Masa suhe tvari (mg)	Konc. glukoze (mg/mL)	Masa glukoze (mg)	D.E (540) (%)
60	N_{min}	0,064602	1,681225	0,270791	0,9477675	56,373
	N_{max}	0,064602	1,681225	0,271462	0,9501179	56,513
	$\overline{N}$	0,064602	1,681225	0,269836	0,9444254	56,174
80	N_{min}	0,058655	1,466375	0,139889	0,4896098	33,389
	N_{max}	0,058655	1,466375	0,139773	0,4892058	33,361
	$\overline{N}$	0,058655	1,466375	0,270791	0,9477675	56,373

Tablica 21. Udio suhe tvari, gustoća, vrijeme protoka i viskoznost sladovine dobivene iz zrna heljde (Darja), klijanog 48 sati i sušenog na 60 °C (razrjeđenje 8 g sladovine i 12 g vode)

Temp. sušenja (°C)		Udio suhe tvari (%)	Gustoća (g/cm³)	Vrijeme protoka (s)	Viskoznost (Cp)
60	Nmin	4,21	1,013764	194,43	1,850
	Nmax	4,21	1,013769	197,52	1,879
	$\overline{N}$	4,12	1,013767	195,975	1,864

Tablica 22. Sadržaj suhe tvari i reducirajućih šećera u sladovini dobivenoj iz zrna heljde (Darja) koje je klijano 48 sati i sušeno na 60 ili 80°C (razrjeđenje 8 g sladovine i 12 g vode).

Temp. sušenja (°C)		Udio suhe tvari (mg/mL)	Masa suhe tvari (mg)	Konc. glukoze (mg/mL)	Masa glukoze (mg)	D.E (540) (%)
60	N_{min}	0,064602	1,681225	0,278996	0,9764872	58,081
	N_{max}	0,064602	1,681225	0,279636	0,9787275	58,215
	$\overline{N}$	0,064602	1,681225	0,281714	0,9859993	58,647
80	N_{min}	0,058655	1,466375	0,139595	0,4885815	33,319
	N_{max}	0,058655	1,466375	0,139595	0,4885815	33,319
	$\overline{N}$	0,058655	1,466375	0,139542	0,4883979	33,306

Tablica 21. Udio suhe tvari, gustoća, vrijeme protoka i viskoznost sladovine dobivene iz zrna heljde (Darja), klijanog 48 sati i sušenog na 60 °C (razrjeđenje 10 g sladovine i 12 g vode)

Temp. sušenja (°C)		Udio suhe tvari (%)	Gustoća (g/cm³)	Vrijeme protoka (s)	Viskoznost (Cp)
60	Nmin	5,26	1,017934	243,85	2,329
	Nmax	5,26	1,017944	241,35	2,305
	$\overline{N}$	5,26	1,017939	242,6	2,317

Tablica 22. Sadržaj suhe tvari i reducirajućih šećera u sladovini dobivenoj iz zrna heljde (Darja) koje je klijano 48 sati i sušeno na 60 ili 80°C (razrjeđenje 10 g sladovine i 12 g vode).

Temp. sušenja (°C)		Udio suhe tvari (mg/mL)	Masa suhe tvari (mg)	Konc. glukoze (mg/mL)	Masa glukoze (mg)	D.E (540) (%)
60	N_{min}	0,067249	1,681225	0,291242	1,0193466	60,631
	N_{max}	0,067249	1,681225	0,290917	1,018208	60,563
	$\overline{N}$	0,067249	1,681225	0,288912	1,0111934	60,146
80	N_{min}	0,066544	1,6636	0,252543	0,8839008	53,131
	N_{max}	0,066544	1,6636	0,252092	0,8823216	53,036
	$\overline{N}$	0,066544	1,6636	0,253152	0,8860309	53,259

Tablica 23. Sadržaj suhe tvari i reducirajućih šećera u sladovini dobivenoj iz zrna heljde (Darja) koje je klijano 72 sati i sušeno na 60 ili 80°C (razrjeđenje 0,10 mL sladovine i 5,90 mL vode).

Temp. sušenja (°C)		Udio suhe tvari (mg/mL)	Masa suhe tvari (mg)	Konc. glukoze (mg/mL)	Masa glukoze (mg)	D.E (540) (%)
60	N_{min}	0,067249	1,681225	0,270791	0,9477675	56,373
	N_{max}	0,067249	1,681225	0,271462	0,9501179	56,513
	$\overline{N}$	0,067249	1,681225	0,269836	0,9444254	56,174
80	N_{min}	0,066544	1,6636	0,254925	0,8922377	53,632
	N_{max}	0,066544	1,6636	0,255712	0,8949921	53,798
	$\overline{N}$	0,066544	1,6636	0,255240	0,8933394	53,699

5. RASPRAVA

Heljda je biljka koju radi sjemenki svrstavaju među žitarice, iako botanički pripada kategoriji zeljastog povrća. Međutim, neke klasifikacije je svrstavaju u voće. Sjemenke heljde sadržavaju škrob i nalikuju sjemenkama žitarica pa se može obrađivati i kao žitarica. Sjemenke heljde bogate su nutritivno vrijednim tvarima. Sjemenke heljde sadrže nutritivno vrijedne sastojke, što ih čini važnim značajnim dijelom uravnotežene prehrane (Mazza i Oomah, 2005). Za razliku od ostalih žitarica heljda ne sadrži gluten pa je zanimljiva u prehrani osoba čiji organizam ne podnosi gluten. Pošto zrno heljde ne sadrži gluten, protein svojstven za žitarice, ono može biti alternativna sirovina za dobivanje bezglutenskog piva. Ukoliko se usporedi zrno heljde s ječmom, može se vidjeti da imaju približno sličan kemijski sastav. Zrno ječma je osnovna sirovina za dobivanje slada i postupak je dobro poznat i razvijen. Međutim, dobivanje slada iz zrna heljde nije u potpunosti poznato i potrebno ga je razviti i istražiti svojstva dobivene sladovine. Ovim radom istraženo je vrijeme klijanja i sušenja heljde sorta Darja i fizikalno-kemijska svojstva sladovine dobivene po kongresnoj metodi.

Bez obzira na vrijeme trajanja postupka klijanja i sušenja dobivena sladovina je imala pH-vrijednost od 6,00 do 6,34. Ukoliko se usporedi pH-vrijednost sladovine dobivene od heljde s onom od ječma, može se vidjeti da je pH vrijednost veća (ječmeni sad pH od 5,7 do 5,9). pH-vrijednost sladovine morao bi biti čim manji jer se s manjim vrijednostima dobije veća količina ekstrakta.

Sadržaj suhe tvari u sladovini varira ovisno o dužini trajanja klijanja i postupku sušenja slada iz zrna heljde. Rezultati pokazuju da s porasto vremena klijanja i nižom temperaturom sušenja slada dobije se više suhe tvari u sladovini. Tako da se naviše suhe tvari postignuto je kod 72 sata klijanja i vremenu sušenja od 60°C (oko 6,89%). Svakako udio suhe tvari je utjecao i na gustoću sladovine, te je gustoća sladovine ovisi o vremenu klijanja i temperaturi. Najveća gutoća je postignuta za72 sata i 60°C (1,0236 g/cm^3). Najveću izmjerenu viskoznost za sladovinu pokazuju vrijeme klijanja od 48 sati i sušenja 80 °C.

Vrijeme klijanja zrna heljde utjecalo je na sadržaj reducirajućih šećera. Najviše se reducirajućih šećera dobije klijanjem od 72°C. Temperatura sušenja ima utjecaj na sadržaj reducirajućih šećera u sladovini. Najviše se reducirajućih šećera dobije na nižoj temperaturi sušenja od 60°C.

6. ZAKLJUČCI

Na osnovu dobivenih rezultata tijekom postupka klijanja i sušenja zrna heljde sorta Darja mogu se donjeti sljedeći zaključci:

1. Dobivena sladovina je imala pH-vrijednost od 6,00 do 6,34 što je viša vrijednost od ječmene sladovine., može se vidjeti da je pH vrijednost veća (ječmeni sad pH od 5,7 do 5,9)
2. Vrijeme klijanja slada od heljde i temperatura sušenja su utjecali udio suhe tvari u saldovini, ali i gustoću.
3. Sladovina ima najveću viskoznost pri klijanju od 48 sati i temperaturi sušenja od 80 °C.
4. Dužim kijanjem i nižom temperaturom sušenja dobije se više reducirajućih šećera u sladovini.

7. LITERATURA

1. Christa, K., Soral-Śmietana, M. (2008): Buckwheat Grains and Buckwheat Products – Nutritional and Prophylactic Value of their Components – a Review, *Czech J. Food Sci.*, 26 (3), 153–162.

2. Gagro, M. (1997): Žitarice i zrnate mahunarke, Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb.
3. Košmerl, T., Kač, M. (2007): Osnovne kemijske analize mošta in vina: laboratorijske vaje za predmet Tehnologija vina. 3. izdanje, Popravljena in dopolnjena, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, Ljubljana.
4. Kreft, I., Vombergar, B., Horvat, M., Vorih, S. (1995): Ajda., Kmečki glas, Ljubljana
5. Krkošková B., Mrázová Z. (2005): Prophylactic components of buckwheat, *Food Research International*, 38, 561–568.

6. Li, S., Zhang, Q.H. (2001): Advances in the development of functional foods from buckwheat, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 41, 451–464.

7. Marić V. (2009): *Tehnologija piva*, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2009.
8. Marić, V., Nadvornik, Z. (1995): Pivo tekuća hrana, Prehrambeno-tehnološki inženjering, Zagreb.
9. Mazza, G. Oomah, B.D. (2005): Buckwheat, Encyclopedia of food sciences and nutrition, 2nd ed., Caballero, B. ed., Elsevier Science Ltd., Amsterdam, 692-699.
10. Schuster, K.,Weinfurtner F., Narzis L.(1990): Tehnologija proizvodnje slada, Jugoslovensko udruženje pivara, Beograd.
11. Steadman, K.J., Burgoon, M.S., Lewis, B.A., Edwardson, S.E., Obendorf, R.L. (2000): Minerals, phytic acid, tannin and rutin in buckwheat seed milling fractions, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81, 1094–1100.

12. Stempińska K., Soral-Śmietana M. (2006): Składniki chemiczne i ocena fizykochemiczna ziarniaków gryki – porównanie trzech polskich odmian, *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 13 (2/47) Supplement: 348–357.
13. Šakić N., Blesić M., (2011): Osnovi tehnologija slada i piva,Univerzitet u Sarajevu, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Sarajevo.
14. Wei, Y., Hu, X., Zhang, G., Ouyang, S. (2003): Studies on the amino acid and mineral content of buckwheat protein fractions, *Nahrung/Food*, 47, 114–116.